

영유아용 웨어러블 디바이스의 기능별 분류, 특성 및 개선점에 대한 분석

노의경[†]

(사)한국대학교육협의회

Analysis of the Categorization of Wearable devices for Infants and Children by Function, Characteristics, and Improvements

Eui Kyung Roh[†]

Korean Council for University Education; Seoul, Korea

Abstract: This study aims to classify wearable devices for infants and children according to their function, and to analyze the types and attachment methods of the devices by function, operating system, characteristics of materials, and types of batteries, and to identify the points for improvement. Forty-eight types of devices investigated through previous studies and keyword research online were analyzed. Wearable devices for infants and children were classified according to their functions into wearable monitors, wearable thermometers, GPS trackers, and smart watches. Devices had different shapes and attachment methods according to their functions, and were mainly clothes or accessory types. The accessory type devices were attached to the body using velcro, clips, bands, or adhesives. Wearable monitors and thermometers mainly used Bluetooth to transmit data wirelessly, and location trackers used various combinations of 4G(LTE), 5G networks, GPS, Wi-Fi, and Bluetooth. Smartwatches had different functions depending on whether smart phones were linked to them or not. Wearable monitors and thermometers mainly used by infants provided material information, but other devices did not. These devices used rechargeable, replaceable, non-rechargeable or non-replaceable batteries. Wearable devices need to be improved to reduce the discomfort experienced by infants and children due to the attachment position, malfunction, skin trouble caused by materials, short time of use of batteries, version conflict and complexity with the device when linking with a smart phone, and non-operation when using Bluetooth.

Key words: wearable device (웨어러블 디바이스), infant and children (영유아용), attachment method (부착 방법), operating system (운영체제), battery (배터리)

서 론

영유아란 6세 미만의 취학 전 어린이를 말한다(「Infant Care Act」, 2008). 영아(嬰兒)는 돌전의 젖먹이를 뜻하며, 유아(幼兒)는 생후 1년부터 만 6세까지의 어린이를 의미한다(“Infant” n. d.; “Toddler and preschooler”, n. d.). 영유아기는 신체적, 인지적, 언어적 발달이 미숙하기 때문에, 집 밖으로 벗어나거나 스스로 환경요소를 선택하는 등 환경구성 능력이 없이 양육자가 제공하는 환경 내에서 생활하게 된다(Kim & Kweon, 2020). 이에 양육자의 지속적인 상태 관찰이 필요하며, 영유아의 건강 이상에 해당하는 신체 변화에 대한 즉각적인 확인과 대처가 중요하다. 또한 원활하지 않은 의사소통으로 인해 그들

의 의도를 정확하게 표현할 수 없어서 이로 인한 표현 의도의 왜곡 및 안전 사각지대에서의 사고에 취약해서 이를 막기 위한 요구가 증대되고 있다.

웨어러블 디바이스(wearable device)는 신체에 부착하여 컴퓨팅 행위를 할 수 있는 모든 디바이스를 지칭하며, 일부 컴퓨팅 기능을 수행할 수 있는 애플리케이션(application, app)까지 포함한다. 이 디바이스들은 사용자가 이동 또는 활동 중에도 자유롭게 사용할 수 있도록 착용이 가능한 크기로 작게 개발되어 신체의 가장 가까운 곳에서 사용자와 소통이 가능하다(Shim, 2014; Shin, 2019).

영유아용 웨어러블 디바이스의 주된 목적은 영유아의 신체적·정신적 변화를 과학적으로 모니터링하고 사고를 예방하는 것이다. 기술적으로는 영유아 개개인의 주변 상황, 맥락, 환경 등의 다양한 정보를 수집하고 학습 기반의 예측 모델 개발을 통해, 의도 파악 및 그에 연계된 맞춤형 서비스를 제공한다. 항상 보호관찰 및 주의를 필요로 하는 영유아에게 웨어러블 디바이스의 가치는 높게 평가되고 있다(Dong et. al., 2019).

웨어러블 및 헬스케어(health-care) 디바이스에 대한 소비자들

[†]Corresponding author; Eui Kyung Roh
E-mail: rek7656@gmail.com

© 2021 Fashion and Textile Research Journal (FTRJ). This is an open access journal. Articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 관심이 증가함에 따라 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 스마트패션 제품 개발 동향에 관한 연구(Suh & Roh, 2015), 영유아용 웨어러블 디바이스의 특성 및 동향(Dong et al., 2019; Hwang & Hwang, 2016; Keum et al., 2017; Shin and Kim, 2018), 베이비 모니터링(baby monitoring)의 웨어러블 기술 동향(Hasan, 2020), 웨어러블 디바이스 활용에 대한 부모 인식(Kwon, 2018), 부착 위치(Lee et al., 2017), 유아의 스마트 기기 사용 실태(Hwang & Son, 2014) 등이 연구되었다.

웨어러블 디바이스는 다양한 기능과 형태로 삶의 질을 개선해 나가고 있지만, 웨어러블 디바이스 확산이 기대보다 저조하다. 이는 가격에 비해 유용성이 떨어지며, 신체적으로 불편하고 위험하며 사용하기 복잡하기 때문이다(Shin & Lee, 2016). 이에 웨어러블 디바이스의 수용과 확산이 될 수 있도록 기존 영유아용 웨어러블 디바이스에 대한 포괄적인 분석이 필요하다. 또한 영유아는 월령에 따라 신체적·언어적 특성에 차이가 크기 때문에, 성장단계에 따라 요구되는 기능이 달라지며 이에 대한 상세한 조사가 요구된다.

선행연구에서는 형태와 착용 부위에 따라 웨어러블 디바이스를 분류하였다. Na et al.(2013)은 웨어러블 디바이스를 액세서리형, 직물/의류 일체형, 신체 부착형, 생체 이식형으로 나누었으며, Suh and Roh(2015)은 스마트 패션 제품을 인체 착용 부위별로 분류하였다. 그러나 영유아만의 특성으로 인해 성인용 디바이스와 다른 분류 기준을 마련해야 한다. Keum et al.(2017)과 Shin and Kim(2018)은 영유아용 디바이스의 조사 및 분석 시 독립형 디바이스가 다수 포함하거나 헬스케어 디바이스를 중심으로 분석하였다. 이로 인하여 웨어러블 디바이스가 영유아 몸에 부착되었을 때 요구되는 디바이스의 특성에 대한 심층적인 분석이 필요하다.

이에 본 연구는 영유아용 웨어러블 디바이스를 기능에 따라 분류하고, 기능별 디바이스의 부착 방법, 운영체제, 소재와 배터리의 특징 및 개선점을 분석하고, 이를 통해 영유아를 위한 소비자의 니즈와 새로운 가치를 창출할 수 있는 영유아용 웨어러블 디바이스 기획을 위한 기초자료를 제공하는 것이다.

2. 연구방법

본 연구를 위해 선행연구 조사와 대표적인 검색엔진인 네이버와 구글에서 ‘영유아용 웨어러블 디바이스(wearable device)’, ‘영유아용 스마트 디바이스’, ‘영유아용 스마트 의류’, ‘영유아용 스마트 웨어’를 한영 키워드로 검색하였다. 디바이스의 기능에 따라 유사 제품들을 정리하고, 디바이스에 대한 개선점을

살펴보기 위하여 소비자 사용 후기가 있는 제품들을 위주로 선정하여 48종의 디바이스를 조사하였다. 이때 신체에 부착하여 컴퓨팅 행위를 할 수 있는 디바이스들을 중심으로 분석하였으며, 독립적인 디바이스는 제외하였다. 이들 디바이스의 경우에 영유아 대상으로 제조되었더라도 전 연령에 사용 가능한 제품들도 연구에 포함하였다. 또한 특징적인 기능 및 부착 방법, 운영체제, 소재, 배터리를 사용한 디바이스를 우선으로 선정하였다. 이에 일부 디바이스는 앱의 운영이 중지되었지만 구매가능한 디바이스도 있었으며, 단종되어 구매 불가능한 디바이스도 포함되었다.

각 디바이스의 매뉴얼, 제조 및 판매 사이트에서 기능, 부착 방법, 운영체제, 소재, 배터리 등의 구체적인 정보를 조사하였다. 개선점은 온라인의 사용 후기 중 비판적 후기를 중심으로 단어 빈도를 계산하여 가장 많은 출현빈도가 있는 경우를 분석하였다. 이때 제조 사이트에는 비판적 후기가 거의 없어 제외하였으며, 후기가 많은 아마존(Amazon)을 중심으로 이루어졌다.

3. 연구결과

3.1. 기능별 분류

디바이스의 기능을 조사하여 분류한 결과, 웨어러블 모니터, 웨어러블 체온계, 위치추적기, 스마트워치 4개 카테고리로 분류되었다(Table 1). 이는 신체적·언어적 특성의 차이로 인해 월령에 따라 요구되는 기능이 달라지기 때문이다. 영아는 유아보다 수면시간이 길고, 불편함에 대한 언어적 표현이 힘들기 때문에 수면 및 환경 모니터가 주를 이루었다. 또한 영유아는 성인보다 면역력이 약해 주위 위험인자의 영향을 많이 받아 열이 자주 난다. 발열은 병명이 아니라, 증상일 뿐이라서 발열에 대한 변화 추이에 맞추어 즉, 지속하는 발열이 있으면 조속한 검진 및 치료가 필요하다. 이를 위해 영유아의 발열에 대한 모니터링이 중요하다(Kwon, 2019).

영유아는 커갈수록 미숙하지만, 자아개념과 인지능력이 발달하여 양육자의 말씀을 인지하고 이에 따라 행동하면서 외부활동 및 혼자만의 오락 활동을 할 수 있게 된다. 이때 위치추적기 또는 키즈용 스마트워치가 사용된다.

3.1.1. 웨어러블 모니터

영유아 돌연사증후군(Sudden Infant Death Syndrome, SIDS)은 12개월 이하의 영아가 잠든 후 숨진 상태로 발견되고 그 사망 원인을 찾을 수 없는 경우를 말한다. 생후 1~5개월에서 가장 많이 발생하고, 95%가 생후 6개월 전에 발생한다. 유럽

Table 1. Categorization of wearable devices for infants and children

Category	Wearable monitor	Wearable thermometer	GPS	Smart watch
Fuction	Alert on no breathing, rollover, skin temperature, wireless data transmission	Real-time continuous monitoring, alerts when fever strikes, wireless data transmission	GPS tracking, SOS call	Call, message, camera, GPS, MP3 game, momentum, alarm,
Age	0~1y	All	All	3~12y

과 미국에서는 전통적으로 신생아를 엎어 재우는 습관이 있었는데, 1960년대부터 이러한 습관이 영유아돌연사증후군을 원인으로 지목되어 이후 똑바로 눕혀서 재우는 캠페인을 시작한 다음부터는 발생 빈도가 현저하게 감소하였다(“Sudden Infant Death”, 2020).

이처럼 잠재적인 위험변수인 SIDS를 방지하기 위한 베이비 모니터로 웨어러블 디바이스가 사용되고 있었다. 베이비 모니터에는 아기의 소리를 들을 수 있는 오디오 모니터, 모든 움직임을 주시하는 비디오 모니터, 수면 및 호흡과 같은 정보를 추적하는 웨어러블 모니터가 있다. 무호흡을 유발하는 자세와 체온, 환경 등 여러 원인이 SIDS의 위험요소가 되기에 웨어러블 모니터는 이를 관리·체크한다. 아기의 호흡과 움직임을 24시간 모니터링하며, 아기가 일정 시간 동안 숨을 멈추거나 엎어져 있으면 스마트폰으로 알람을 보내는 방식이다.

웨어러블 모니터의 기능에 차이가 있으나, 자세, 복부 움직임, 심박수, 산소 수준, 수면 추적 등의 기능이 있으며, 이외에 체온 측정(M5, M6, M10, M11)과 기저귀 교체 알림(M1) 등의 부가 기능을 보유하고 있었다(Table 2).

웨어러블 디바이스들은 단독으로 사용되는 제품들이 주를 이루었으나, 웨어러블 모니터 경우에는 비디오 모니터와 카메라와 함께 구성된 제품들도 있었다(M2, M14, M17). 이런 제품들은 신체적 신호와 기저귀 교체에 대한 정보뿐만 아니라 영유아의 오디오와 비디오를 스마트폰이나 모니터로 전송하였다(M14). 일부 디바이스는 스마트폰이나 앱 없이 작동이 가능하였으며(M2, M3, M7), 아기가 성장한 후에는 비디오 모니터로 계속 사용할 수 있도록 하여 제품의 사용기한을 연장하였다(M2). 이런 제품들은 기존의 베이비 모니터로 체크하지 못했던 영유아의 신체적 반응을 웨어러블 모니터로 체크하며, 웨어러블 모니터 사용 시 오작동에 대한 단점을 보완하였다.

이외의 웨어러블 모니터에는 요로감염, 신장기능 장애 및 탈수 가능성 감지(M15), 익사 감지(M16), 수면추적 및 기저귀 교체 알림(M17)의 디바이스 등이 있다. Pixie scientific smart diapers(M15)는 기저귀 앞면에는 단백질, 수분 함량 또는 박테리아와의 서로 다른 상호 작용을 나타내는 여러 색상 사각형의

패치가 부착되어 있다. 소변에서 건강에 좋지 않거나 비정상적인 소변을 감지하면 패치의 색상이 변한다. 양육자는 스마트폰 앱을 사용하여 패치(patch)의 사진을 찍고 색상 변화가 의미하는 바에 대한 정보를 얻을 수 있다.

웨어러블 모니터들은 SIDS 방지를 위해 만들어졌지만, 실제로는 SIDS를 예방한다는 과학적 증거는 없으며, 양육자의 심리적 안정을 제공할 뿐이다. 또한 오작동으로 인한 알람 등이 문제로 제기되었다(“Snuza Hero”, n. d.; “Owlet Smart Sock”, n. d.).

3.1.2. 웨어러블 체온계

기존의 디지털 체온계가 매시간 열을 측정했다면, 웨어러블 체온계는 24시간 동안 실시간으로 아기의 체온을 모니터링하며 일정 온도 이상일 때는 발열 알람을 스마트폰 또는 태블릿으로 무선으로 전송한다. 데이터를 그래프로 표시하고, 발열에 대한 추세를 모니터링하며, 데이터를 다른 사람들과 공유할 수 있다(Table 3). 일부 제품은 약 복용 시간을 기록할 수 있다(T1, T4).

3.1.3. 위치추적기

우리나라에서는 해마다 2만 명이 넘는 아동들이 실종되고 있다. 이 중 대부분은 발견되어 가정으로 복귀되었지만, 일부는 행방불명 상태이다. 실종아동은 생존과 발달의 위험이 있으며, 그 가족은 정신적·신체적 건강 문제, 생업의 상실, 가족해체 등 다중적인 고통을 겪게 된다(Lee, 2014).

위치추적은 위치 기반 서비스(Location-based Service, LBS)로, 무선 인터넷의 사용으로 사용자의 변경되는 위치의 정보를 제공하는 무선 콘텐츠 서비스이다. 위치추적기는 아이들이 눈에 보이지 않을 때 아이들의 안전을 모니터링하며, 이동 시 업데이트(update)하여 아이의 위치를 정확하게 제공한다. 위치추적 외에도 단방향 및 양방향 통화와, 자녀가 지정된 지역을 떠났을 때 알려주는 안심존(safety zone)을 설정하는 기능이 있다(Table 4).

위치추적기에 대한 대금을 선불로 지불하는 것 외에도 전화망 사용에 대한 매월 서비스 요금을 별도 지급하고 있었다.



Fig. 1. Devices that combine wearable monitors and video; (a) M2, <https://babydelight.com>, (b) M14, <https://owletcare.com> (c) M17, <https://www.lumibypampers.com>

Table 2. Characteristics of wearable monitor for infants and children

No.	Product	Brand	Purpose	Function	Type	Attachment		Operating system	Age	Material	Batteries/ battery life	Price
						Methods	Part					
M1	AKOi heart	Tpnet co, ltd		Breath, roll over & diaper monitor		Clip, velcro	Cloth, diaper	BLE, app for iOS & android	Infants	ABS	RC, Li-ion B, 7 d	\$89.99
M2	Baby delight snuggle nest video baby monitor	Baby delight		Real-time baby movement & positioning monitor			Onesie or pajamas	×	Infants	-	RC, Ni-MH B, 96 hr	\$124.99
M3	Levana oma sense	Levana		Baby breathing & movement monitor			Diaper, pants	×	0~6 m	Medical-grade ABS, TPE ploymers	RP, CR2450 coin-cell B, 30 d	\$79.00
M4	Monbaby baby monitor	Monbaby		Breathing & rollover movement monitor during sleep				BLE, Wi-Fi. Stomach app for iOS & android	0~18 m	ABS plastic	RP, CR2032 coin-cell Li B, 100 hr	\$79.99
M5	Nearbebe care	Nearbebe		Live tracks, alert on no breathing, rollover, skin temperature		Clip		BLE, app for iOS & android	Infants	Plastic: non-toxic ABS	RC, Li-metal B, 20 hr	\$129.00
M6	Sense-U baby monitor	Sense-U		Tracks baby's breathing, rollover movement, ambient temperature with audio alerts on smartphone	Accessories		Diaper, underwear	BLE, app for iOS & android	Infants	Plastic	RP, CR2032 coin B, 1 m	\$99.99
M7	Snuza hero (SE)	Snuza	SIDS Prevention	Movement monitor			Diaper	×	0~12 m	Medical-grade plastic, silicone	RP, CR2 3.0V B, 2,000 hr	\$83.24
M8	BabyO ₂ baby oxygen monitor foot	Wellue		Track O ₂ level & heart rate, blood oxygen saturation			Legs, wrists	BT, app for iOS & Android	0~3 y	Weave fabric	RC, Li-polymer B, 16 hr	\$149.99
M9	Fisher-price sproutling	Fisher-price		Heart rate, movement & sleep monitor			Ankle	BT, Wi-Fi, app	Infants	Band: washable fabric sensor: silicone	RC, Li-ion B, 3 d	\$105.30
M10	LiIP monitor bracelet	Liip		Oxygen, heart rate & temperature monitor		Band	Wrist, ankle	BLE, app for iOS	0~7y	Polyamide	RC, Li-polymer B, 13 hr	€ 299
M11	Neebo sensor bracelet	Neebo		Heart rate, oxygen saturation, temperature & sleep time monitor			Wrist, ankle, forearm	BLE, Wi-Fi, app for iOS	0~5 y	Silicone	RC, Li-ion B, 3 d	\$279
M12	Protect me infant heart	Protectme		Heart rate & oxygen levels monitor			Wrist, ankl	BT, app for iOS & android	Newborn to junior.	Food-grade silicone	RC, Li-ion B	£149.00
M13	Mimo smart baby	Toysrus		Breathing & activity monitor		Body suit	Body	BLE, app for iOS & android	0~12 m	100% organic cotton	RC, Li-ion B, 120 hr	\$349.95
M14	Owlet smart sock duo	Owlet		Hd video, oxygen, & heart rate monitor	Clothes	Sock	Foot	BLE, app for iOS & android, Wi-Fi	0~18 m	Fabric	RC, coin-cell B, 16 hr	\$399.00
M15	Pixie scientific smart diapers	Pixie		Urinary tract infections, kidney dysfunctions & dehydration monitor		Diapers	-	×	All	Non-woven	-	\$59.00 (10 pads)
M16	iSwimband	Aquatic safety concepts, LLC.	etc.	Drowning detection	Accessories	Band	Head, wrist	BLE, Wi-Fi, app for iOS	Children	Silicon band	RC, Li-ion B	\$124.99
M17	Lumi by pampers	AmazonUs/PRFY7		Sleep & diaper monitor		Velcro	Diaper	BLE, app for iOS & android	0~16 m	-	NR, coin-cell, 90 d	\$356.97

×: no app is needed, no need for Bluetooth connection, BT: Bluetooth, BLE: Bluetooth Low Energy, B: Battery, NR: Non-replaceable or Non-rechargeable Battery, RC: Rechargeable Battery, RP: Replacement Battery

Table 3. Characteristics of wearable thermometer for infants and children

No.	Product	Brand	Purpose	Function	Type	Attachment		Operating system	Age	Material	Batteries/ battery life	Price
						Methods	Part					
T1	Bluetooth THERM pacifier	Blue maestro		Real time monitoring, medicine reminder		Pacifier	Oral	BLE, app for iOS & android	~5y	Medical-grade polymer BPA, phthalate free plastic with and silicon teat	RP, Li-metal B, 1 y	\$47.88
T2	J-Style B004 Bluetooth smart digital baby THERM	J-style		Real time monitoring, fever alarm		Band	Wrist	BLE, app for iOS & android	Infant	Device: ABS & PC, band: silicone	RP, CR2032 3V button cell B	₩22,810
T3	IvyHealth baby wireless THERM	Ideus						BLE, app for iOS & android	Infant	Hypoallergenic silicone	RP, CR2025 3V, button B, 60 d	€ 89.95
T4	Infanttech smarttemp	Infanttech		Real time monitoring, fever alarm, medicine reminders				BLE, Wi-Fi, app for iOS & android	Infant	PVC	RP, CR2032 button B, 3 y	\$49.97
T5	KSBT1 baby THERM	Koogeek	Thermometer		Accessories			BT, app for iOS & android	All	ABS, silica gel(adhesive gel patch)	RP, CR2032 button B, 6 m	\$23.98
T6	Moleath smart baby THERM	Moleath						×	All	Food-grade silicone double side tapes	RC, Li-polymer B	\$49.99
T7	Multi remote health smart sensor sticker baby temp THERM	Yirenkang		Real time monitoring, fever alarm				BLE, app for iOS & android	All	RoHs non-lead inspection, medical PU adhesives	RP, CR1632 button B, 120 d	₩16,009
T8	VAVA smart baby THERM	VAVA				Adhesives	Armpit	×	All	Plastic, adopting medical-grade, non-woven adhesives, food-grade silicone patch	RC, Li-polymer B, 24 hr	\$79.99
T9	Xiaomi miaomiaoe digital baby smart THERM	Xiaomi						BT, app	All	Medical-grade large temperature sensing slice, food-grade silicone, 3M adhesives	NP, built-in button B	\$89
T10	Leeko soft ultra-thin smart THERM	Leeko		Real-time, high&low temp alarm fever alarm				BLE, Wi-Fi, app for iOS & android	All	Silicone pad	RC, 24 hr	\$17.98
T11	Fever scout	VivaLnk		Real time monitoring, fever alarm		Patch		BLE, app for iOS & android	All	Adhesives: medical-grade	RC, Li-polymer B, 1 w	\$75.22
T12	TempTraq	TempTraq		Real time monitoring, fever alarm, 48 hr,		Sticker		BLE, Wi-Fi, app for iOS & android	All	Multiweave polyethylene foam	NR, 3V B, 24 hr	\$24.11

THERM: thermometer, ×: no app is needed, no need for Bluetooth connection, BT: Bluetooth, BLE: Bluetooth Low Energy, B: Battery, NR: Non-Replaceable or Non-rechargeable Battery, RC: Rechargeable Battery, RP: Replacement Battery.

3.1.4. 스마트워치

키즈용 스마트워치는 어른들이 사용하는 스마트폰이나 스마트워치와는 형태와 기능에서 차이가 있다. 스마트폰의 기본 기능인 전화 통화와 문자 전송은 가능하지만, 유해 콘텐츠는 이용할 수 없으며, 아이의 안전을 고려해 실시간 위치추적이 가

능하다. 이런 점으로 인하여 유아 및 어린이들에게 스마트폰의 대안으로 부상하고 있다(Hwang & Moon, 2018).

키즈용 스마트워치에는 통화, 메시지 기능뿐 아니라 퀴즈, 게임, 운동량 체크, 영어사전, 알람, 카메라, MP3 등 다양한 기능이 탑재되어 있으며, 통화 및 메시지 기능의 사용으로 매일

Table 4. Characteristics of GPS tracker for children

No	Product	Brand	Purpose	Function	Type	Attachment		Operating system	Age	Material	Batteries/ battery life	Price
						Methods	Part					
G1	Angelsense kids' GPS tracker	AngelSense		GPS tracking, 2-way auto-answer speakerphone, SOS button		Pin, pocket	All	LTE, internet browser, app for iOS & android		-	RC, Li-ion B, 48 hr	\$229+39.99
G2	Bewinner GPS necklace tracker for kids	Bewinner		GPS intercom tracker support, SOS call		Necklace	Neck	GPS, LBS, Wi-Fi, app for iOS & android		-	RC, CR5 B, 5 d	\$60.09+5
G3	Jiobit next	Jiobit	GPS	GPS tracking	Accessories	Clip, loop		5G, BT, Wi-Fi, GPS, app for iOS & android	All	-	RC, Li-polymer B, 20 d	\$129.90+13
G4	Relay kids Smartphone	Relay		GPS tracking, talk button,		Ring, band		LTE, Wi-Fi, app		-	RC, Li-ion B, 2 d	\$49.99+9.99
G5	Samsung smarthings tracker	Samsung		Live GPS tracking			All	LTE, app		Plastic	RC, Li-polymer B, 7 d	\$36+5
G6	Keyco tracker	SoluM		GPS tracking, SOS call		Ring		LTE, app for iOS & android		-	RC, Li-polymer B, 3 d	₩69,000+1,900

BT: Bluetooth, B: battery, NR: non-replaceable or non-rechargeable battery, RC: rechargeable battery, RP: replacement battery, +: monthly subscription

서비스 요금을 별도 지불하고 있었다(Table 5). 일부 스마트워치는 통화 및 메시지 기능 없이 놀이 및 학습용으로만 사용 가능하였으며, 별도의 요금 지급이 없다.

키즈용 스마트워치의 사용 연령은 하향화되는 추세였다. 3세에서 12세용으로, 글씨를 읽지 못하더라도 AI 음성 기능을 탑재하여 음성으로 문자를 보내거나 정보를 탐색할 수 있으며, 스크린 터치와 같이 단순한 사용법으로 쉽게 이용할 수 있다. 사용되는 연령의 범위가 넓으나 단순한 기능의 스마트워치는 저연령이 사용되며, 복잡할수록 사용 연령이 높았다.

3.2. 부착방법

영유아용 웨어러블 디바이스는 기능에 따라 부착 방법 및 부위에 차이가 있었으며, 이들의 차이는 디바이스 기능을 향상시키기 위함이다. 액세서리형이 주를 이루었으며(Table 2~5), 이 디바이스들은 다양한 방법으로 부착되었다. 이에 부착 방법에 따라 상세 분류를 하였다. 액세서리형은 벨크로형(velcro), 클립형(clip), 밴드형(band), 접착 시트형으로 구분되며, 부착 방법은 디바이스의 기능 및 측정 방법과 밀접한 관계가 있었다.

웨어러블 모니터는 액세서리형과 의류형으로 분류되었으며, 액세서리형이 주를 이루었다. 웨어러블 모니터 중 액세서리형은 벨크로(Fig. 2a), 클립(Fig. 2b) 또는 밴드(Fig. 2c)를 사용하여 신체 및 의류에 부착하였으며, 측정하는 항목에 따라 부착 부위에서 차이가 나타났다. 이때 클립형(M1~7)에는 가슴 및 복부의 움직임을 측정하는 동작센서가 사용되었으며, 이너웨어(inner-wear)나 기저귀에 부착하였다. 반면에 밴드형(M8~12)에는 산소, 맥박, 체온 등을 측정하는 센서가 사용되었으며, 손목이나 발목에 착용하였다. AKOi heart(M1, Fig. 2a)는 측정항

목에 따라서 부착 위치가 달랐다. 동작 및 뒤집기 감지 시에는 클립으로 이너웨어 위에, 기저귀 상태 감지 시에는 벨크로로 기저귀 앞부위에 부착하였으며, 동시 측정은 불가능하였다.

의류형은 바디슈트(body-suit, M13, Fig. 2d), 양말(M14), 기저귀(M15) 형태로, 액세서리 형태의 디바이스를 부착하는 용도로 사용되었다. 영아는 체온조절 및 신체 조절기관 미숙으로 인하여 땀 발생이 많으며, 잦은 소변에 의한 오염으로 곰팡이 및 세균의 감염의 용이하기 때문에 영유아의 의류는 반드시 세탁을 해야한다(Roh, 2019). 이로 인하여 의류형은 디바이스를 제거한 후에 세탁이 가능하도록 설계되었다.

밴드형 액세서리와 의류형은 아기의 월령에 따라 사이즈에 차이가 있었다. 다리 밴드(M8)는 2단계, 발목손목 밴드(M10)는 3단계, 바디슈트(M13)는 3단계(0~3개월, 3~6개월, 6~12개월), 양말(M14)은 3단계(0~1개월, 1~4개월, 4~18개월)였다. 의류형은 사이즈에 대한 불만이 있었으며(“Mimo smart baby”, n. d.), 이는 몸에 밀착되어야 정확한 측정이 가능하기에 평상복보다 사이즈가 작게 나온 것으로 판단된다.

또한 웨어러블 모니터 착용 시 부착 위치 및 소재, 의류 디자인의 문제점이 제기되고 있었다. 생후 1~2개월의 영아는 상체 힘을 길러주기 위해 엎어 놓기를 한다. 이런 운동은 아기의 목과 어깨, 가슴 등의 근육을 단련하며, 두상의 형태 만들기와 가스 배출을 용이하게 하여 배앓이 방지에 도움을 준다(JoongAng M&B, 2010). 또한 평균적으로 생후 5개월에 뒤집기를 하는데, 특히 의류형 웨어러블 모니터는 복부 부위에 디바이스 부착으로 인한 불편감이 있다(“Mimo Smart Baby”, n. d.). 이를 없애기 위해서는 영아가 잠들 때만 웨어러블 모니터의 바디슈트를 입고, 깨면 환복해야 한다. 하지만 단추가 많은

Table 5. Characteristics of Smart watch for children

No	Product	Brand	Usage	Function	Type	Attachment		Operating system	Age	Material	Batteries/ battery life	Price
						Methods	Part					
W1	Ralehong smart watch	Ralehong		Dual cameras, video recorder player, MP3 music player, pedometer, 33 clock faces, games				×	3~10 y	-	RC, Li-polymer B	\$42.99
W2	Happinno kids video player & recorder	Besstan		Video player & recorder, music MP3 player, games camera, stopwatch, timer				×	3~10 y	-	RC, Li-polymer B	\$34.99
W3	iTIME kids smart watch	iTIME Kids		Camera, speaker, body temperature sensor, pedometer step counter, stopwatch, music player, calendar, calculator, flashlight, games				×	3~10 y	Band: silicone, bezel: plastic	RC, Li-ion B	\$35.38
W4	Kafaforma kids' game smartwatch	Iniupo		Two way call, games and music player, camera, school mode, SOS call				×	4~12 y	-		\$15.20
W5	Kids smart watch for boys girls	Iniupo		Call, game, music player camera, alarm, clock calculator, SOS call, calendar				×	4~12 y	-	RC, Li-ion B	\$43.99
W6	Kids smartwatch for boys girls	Bauisan		Games, video, dual cameras alarms music player calculator, calendar, school mode		Wrist		×	4~12 y	Silicon, plastic	RC, Li-ion B	\$37.99
W7	LGU+ kakaofriends kids watch2	LG U+	Smart Watch	Two way call, messages, english dictionary, AI, SOS call, GPS, games, camera, alarm	Accessories	Watch		LTE, BT, app for iOS & android	Kids	-	RC	₩275,000 +8,640
W8	Moomin kids phone	KT		GPS, call, messages, SOS call, cameras				LTE, Wi-Fi, BT, app for iOS & android	Kids	-	RC, 460mAh B	₩253000+ 8,000
W9	Prograce kids smart watch	Prograce		Rotatable camera, music pedometer flashlight, sound recording, games, calculator, alarm, timer				BT, Wi-Fi, app	4~12 y	Band: silicone,	RC, CR2 B, 5 d	\$36.97
W10	SKT cookiz watch joon3	Infomark		GPS, two way call messages, quiz, games, momentum				LTE, Wi-Fi, BT, app for iOS & android	Kids	-	RC	₩283,000 +8,800
W11	Themoemoe kids' smartwatch	Themoemoe		Messages, phone, alarm, GPS, camera school mode				Cellular, GPS	4~12 y	-	RC, Li B cell, 3 d	\$26.99
W12	Verizon gizmo watch 2	Verizon		GPS, call, messages, fitness tracker, schedule reminders				4G LTE, app for iOS & android	3~11 y	-	RC, 500mAh B, 4 d	\$99.99
W13	VTech kidizoom smartwatch DX	VTech		Fun activities, games, action challenges and a motion sensor, camera, videos, alarm, timer, stopwatch		Wrist, neck		×	4~9 y	Band: rubber bezel: plastic	RC, Li-ion B, 14 d	\$49.52

×: no app is needed, no need for complicated Bluetooth connection, BT: Bluetooth, BLE: Bluetooth Low Energy, B: battery, NR: non-replaceable or non-rechargeable battery, RC: rechargeable battery, RP: replacement battery, +: monthly subscription,

의류는 환복에 어려움이 있다(“Mimo smart baby”, n. d.). 클립형도 뒤집기 시 복부의 불편감을 없애기 위해서는 기상에 맞추어 제거해주어야 한다(“Snuza Hero”, n. d.). 디바이스의 클립은 오래 사용 시 벌어짐으로 기저귀에 고정이 안 되며, 부러짐이 문제가 되었다(“Sense-U baby”, n. d.). 또한 영아가 디바

이스를 착용하고 수면하면 장시간 동안 디바이스의 착용 부위가 압박되며, 통기성 및 흡수성이 좋지 않은 소재의 사용으로 복부 및 발에 피부 트러블이 발생하였다(“Owlet smart sock”, n. d.; “Snuza Hero”, n. d.). 밴드 형태의 양말의 소재에 대한 상세한 정보 제공이 없었지만, 통기성 및 흡수성이 좋지 않은

소재의 사용과 센서를 지탱하기 위한 형태안정성이 있는 두꺼운 소재의 사용에 기인한 것으로 판단된다.

유아용 웨어러블 디바이스에서 형태를 정확하게 구분하기 어려운 제품들은 다수 있었으며, 특히 웨어러블 체온계의 형태 구분이 힘들었다. 이들(T4~9)은 신체 부착형이지만, 스킨 패치(skin-patch)의 형태가 아니라 액세서리 형태의 디바이스를 접착 시트 및 테이프를 이용하여 부착하였다. 체온은 신체에 밀착 접촉으로 정확한 측정이 가능하기 때문에 접착 시트를 이용하여 디바이스를 겨드랑이 부위에 부착하여 정확성을 높이고 있었다. 이런 디바이스는 부피감으로 인하여 패치형보다는 액세서리형에 가까웠다. 이에 접착 시트를 사용하는 체온계 중 두께가 6 mm 이하의 유연한 디바이스는 패치형에, 두께가 6 mm 초과하는 딱딱한 디바이스는 액세서리형에 포함했다(Table 3). 영유아의 경우, 연령과 발달 수준이나 건강 상태를 고려하여 구강, 직장, 겨드랑이, 고막 등에서 체온을 측정한다. 일부 웨

어러블 체온계는 구강(Fig. 3a)에서 측정하였으나, 겨드랑이(Fig. 4b, 4c, 4d)에서 체온을 측정하는 디바이스들이 주를 이루었다. 밴드형 웨어러블 체온계는 팔뚝에 부착하였으며, 정확한 관독을 위해 센서가 겨드랑이 부위에 위치하도록 하였다. 접착 시트 및 테이프를 이용한 체온계(T4~9, Fig. 4c)와 패치형 체온계(T10~12, Fig. 3d)도 겨드랑이 부위에 부착하였다. 하지만 일부 체온계(T9)는 가슴 중앙 및 사타구니에 부착을 제안하였다(“Xiaomi miaomiaoce”, n. d.).

접착 시트 및 테이프를 사용하는 체온계의 경우, 생후 6개월 이하의 신생아는 피부가 매우 연약하기 때문에 사용을 금지하였다(“Xiaomi miaomiaoce”, n. d.). 또한 사용 시에는 건조한 피부에 사용해야 하며, 땀이 많이 날 때는 접착 시트 및 테이프를 교체해야 한다. 또한 장시간 반복적 사용으로 피부 트러블이 발생할 수 있다.

웨어러블 체온계 중 일회용 제품(T10)만 48시간 사용이 가



Fig. 2. Attachment methods of wearable monitor; (a) accessories, up: clip, down: velcro, M1, www.akois.net, (b) accessories-clip, M3, <https://www.mylevana.com>, (c) accessories-band, M8, <https://getwellue.com>, (d) clothes, M13, <https://www.amazon.com>.

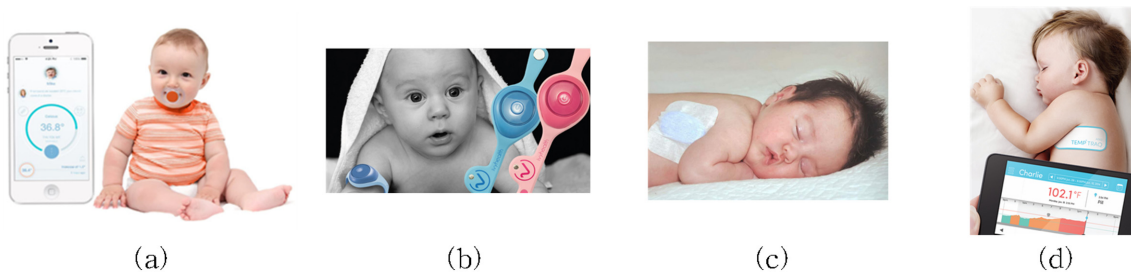


Fig. 3. Attachment methods of wearable thermometer; (a) accessories-pacifier, T1, <https://bluemaestro.com>, (b) Accessories-band, T3, <https://www.ideus.com> (c) accessories-adhesives, T4, <https://infanttech.com>, (d) patch-sticker, T12, <https://www.tempraq.com>



Fig. 4. Attachment methods of GPS tracker for kids; (a) accessories-pin/pocket, G1, <https://www.angelsense.com/> (b) accessories-necklace, G2, <https://www.amazon.com> (c) accessories-clip, G3, <https://www.jiobit.com> (d) accessories-ring/band, G4, <https://relaypro.com>.



Fig. 5. Attachment methods of smart watch for kids; (a) accessories/ band, W1, <https://www.amazon.com>, (b) accessories-band/necklace, W7, <https://shop.uplus.co.kr/>

능하였으며, 나머지 제품들은 반영구 제품이었다.

위치추적기와 스마트워치는 신체의 상태 파악이 아닌 위치 정보 및 통화-엔터테인먼트(entertainment)만 제공하기에 부착 위치에서 자유로웠다. 위치추적기는 핀(pin), 클립, 고리를 이용하여 옷이나 가방 등에 부착하거나, 목에 거는 등 어느 부위에나 착용이 가능하였다(Fig. 4). 스마트워치는 손목시계나 목걸이 형태로 착용하기 때문에, 자기 물건을 간수하기 어려운 유아에게 쉽게 잃어버릴 염려가 없었다(Fig. 5).

3.3. 운영체제

웨어러블 모니터나 체온계와 같은 디바이스들은 블루투스를 이용하여 측정된 데이터를 스마트폰(iOS & Android용 앱)으로 전송하였다. 스마트폰 사용 시 관련 앱을 설치하고 웨어러블 디바이스를 Wi-Fi에 연결하는 작업을 해야 하며, 앱을 지속해서 업데이트(upgrade) 시켜야 한다. 하지만, 일부 디바이스는 스마트폰과 연동 없이 독자적으로 사용하여 사용의 편의성을 높였다(M2, M3, M7, M15, T6, T8, W1~5, W15).

특히, 웨어러블 모니터 및 체온계는 Bluetooth low energy (BLE, BT4.0)의 사용으로 클래식 블루투스(classic Bluetooth, BT)와 유사한 통신 범위를 유지하면서 전력 소비와 비용을 상당히 절감하고 있었다. 1년 연중무휴 사용은 45초 동안 스마트폰 통화와 동일한 에너지를 방출하며, 방사선의 발생 수준이 거의 0에 가까워 영유아가 장시간 부착해도 덜 해로워 웨어러블 디바이스 사용에 대한 우려를 불식시키고 있었다. 또한 통신 거리가 최대 10m이다(“Bluetooth low energy”, 2017; “Lumi by pampers”, n. d.; “Monbaby baby monitor”, n. d.).

그러나 블루투스는 거리에 민감하기 때문에 거리가 멀고 벽과 같은 장애물로 인한 미작동에 대한 불만이 제기되었다(“Owlet smart sock”, n. d.). 또한 스마트폰과 디바이스와의 연동의 어려움 등이 문제로 제기되었다(“Iswimband,” n. d.; “Owlet smart sock”, n. d.).

위치추적기에 내장된 GPS 송신기를 통해 이용자의 위치정보를 스마트폰, 컴퓨터 및 기타 네트워크 등의 다중 플랫폼에서 모니터링이 가능하였다. 이때 4G(LTE) 또는 5G 네트워크, GPS, Wi-Fi, 블루투스와의 다양한 조합을 사용하여 위치를 추적하였다.

스마트워치는 스마트폰 독립형과 연동형으로 분류되었으며, 각각 스마트워치의 장점이 있었다. 독립형 스마트워치(W1~6, W13)는 앱을 다운로드할 필요도 스마트폰에 연결할 필요도 없으며, 모든 기능이 시계에 내장되어 있어 유아 및 양육자가 매우 쉽게 조작할 수 있었다. 일부 스마트워치는 비디오, 음악, 사진 파일은 컴퓨터를 통하여 다운로드 및 업로드해야 하며 이를 위해서는 SD카드(secure digital memory card)가 필요하였다(W1, W2, W4). 또한 Sim 카드 없이 사용이 가능한 디바이스도 있었으며, 이때는 통화와 메시지 전송 이외의 기능만 가능하였다(W6).

연동형 스마트워치는 양육자의 스마트폰과 연동되며, 앱 설치 및 등록을 통하여 자녀의 위치 조회, 안심존 진입/이탈 알림, 자녀와 커뮤니케이션, 스케줄 관리, 미션 등을 할 수 있다(W7~12). 그러나 앱 사용 시 일정 버전 이상의 스마트폰 사용을 요구하기 때문에, 이에 맞는 운영체제의 스마트폰 구비 또는 업그레이드를 해야만 한다.

3.4. 소재

신생아나 영아들이 주로 사용하는 웨어러블 모니터에서는 소재에 대한 정보를 제공하고 있었으나, 일부 디바이스들의 상세한 정보 제공이 부족하였다. 영유아의 피부의 민감성으로 인하여 장시간 직접적인 접촉이 있는 웨어러블 모니터와 체온계에는 의료등급 및 식품 등급의 소재들이 사용되고 있었다(Table 2, 3). 웨어러블 체온계는 정확성을 위하여 신체 접촉식으로 설계되기 때문에 실리콘, 실리콘 양면테이프, BPA free(bisphenol A free) 소재 등이 사용되었다. 하지만 이런 소재들도 통기성 및 흡습성이 부족하다.

위치추적기와 스마트워치의 소재 정보는 일부 디바이스에서만 제공되었다(Table 4, 5). 이는 전 연령 및 애원동물에도 사용이 가능하며, 영아에게는 거의 부착하지 않고, 의복 착용 후 모든 부위에 착장이 가능하기에 소재에 대한 중요성을 인식하지 못한 것으로 판단된다. 그러나 양육자는 자녀의 나이에 상관없이 웨어러블 디바이스에 사용된 소재에 대하여 중요하게 여기고 있어 이에 대한 상세한 정보 제공이 필요하다.

3.5. 배터리

영유아용 웨어러블 디바이스의 배터리를 조사한 결과, 충전형(Rechargeable Battery, RC), 교체형(Replacement Battery, RP), 비충전·비교체형(Non-replaceable and Non-rechargeable battery, NR)으로 분류되었다(Table 2~5). 웨어러블 디바이스의 착용감 향상을 위하여 설계 시 전반적인 크기를 줄이고 전력 예산을 충족하는 것이 중요하며(“Long-lasting”, 2020), 배터리의 경우에는 영아의 수면시간이 길어서 배터리의 사용 시간이 길어야 한다. 또한 영유아의 신체에 부착하기 때문에 착용 시 무게감이 적은 디자인이 요구된다. 이에 리튬 이온 배터리(Li-ion battery)가 주로 사용되었으며(Table 2~5), 이 전지는 주로 전기 자동차에 쓰인다. 리튬이온은 작고 가벼워 다른 알칼리금속

다 많이 사용되며, 이는 단위 무게당 큰 에너지 밀도를 얻는 것이 가능하기 때문이다(Yeo, 2011).

제품군마다 배터리 타입에서 차이가 있었다. 웨어러블 모니터와 웨어러블 체온계에는 충전형, 교체형, 비충전·비교체형 배터리가 모두 사용되었으며(Table 2, 3), 위치추적기와 스마트폰의 모든 디바이스에서는 충전형 배터리가 사용되었다(Table 4, 5). 충전형은 구매 시 제공되는 충전팩을 이용하여 충전이 가능하며, 교체하지 않고 지속해서 사용할 수 있어 편리하며, 디바이스의 부피가 작아서 영유아용으로 적합하다.

교체형에는 코인형 리튬 배터리가 주로 사용되었다. 이 배터리가 오래 지속하고 안정적인 전원을 제공하기 때문에 소형 디바이스에 주로 전원을 공급하는 데 사용되었으며, 충전형 배터리보다 교체형 배터리에 대해 호의적이었다(“Snuza Hero”, n. d.).

비충전·비교체형을 사용하는 디바이스(M17, T9, T12)가 일부 있었으며, 이들 디바이스는 배터리의 전력이 다하면 배터리의 교체 없이 디바이스를 버리고, 사용 여부에 따라 재구매해야 한다. 이 중에서 일회용 제품은 사용 시간에 대한 설명이 되어 있어 이에 대한 소비자의 불만이 없었으나(M17), 이외의 제품들은 비충전·비교체형 배터리에 대해 비호의적인 반응을 보였으며, 제품 소개에는 그에 대한 충분한 설명이 없어 사용 후에 알게 되었다(“Lumi by pampers”, n. d.a).

배터리의 사용 시간을 비교한 결과, 교체형(30일~3년)과 비충전·비교체형 배터리(24시간~90일)의 사용 시간은 충전형(16~168시간)보다 길었다. 또한 제품군에 따라 배터리의 사용 시간에서 차이가 있었으나, 일부 디바이스는 하루 사용 시간을 8시간 기준으로 계산하기도 하고, 디바이스의 기준 사용 시간 없이 배터리 수명을 표기하여 정확한 비교는 힘들었다.

다양한 배터리가 사용되고 있었으나, 모든 영유아용 웨어러블 디바이스의 배터리의 짧은 사용 시간에 대한 불만이 제기되고 있었다(“Monbaby baby monitor”, n. d.; “Lumi by pampers”, n. d.a; “Jiobit”, n.d). 이는 디바이스 광고 시간보다 실제 사용 시간이 짧아 영유아의 안전에 영향을 주기 때문인 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구는 영유아용 웨어러블 디바이스를 기능에 따라 분류하고, 기능별 디바이스의 부착 방법, 운영체계, 소재와 배터리의 특징 및 개선점을 분석하였다.

영유아용 웨어러블 디바이스는 기능에 따라 웨어러블 모니터, 웨어러블 체온계, 위치추적기, 스마트워치로 분류되었다. 웨어러블 모니터는 무호흡을 유발하는 자세와 산소, 맥박, 체온 등의 생체 반응과 환경을 관리 및 체크하고 무선으로 데이터를 전송하였으며, 웨어러블 체온계는 실시간 체온 측정, 고온 경보, 무선으로 데이터를 전송하였다. 위치추적기는 위치추적 및 긴급호출을 하였으며, 스마트워치는 통화, 메시지, 게임, 카메라

또는 GPS 기능을 보유하였다.

디바이스는 기능에 따라 형태 및 부착 부위에 차이가 있으며, 액세서리형이 주를 이루었다. 액세서리형은 벨크로, 클립, 밴드, 접착 시트를 이용하여 디바이스를 신체에 부착하며, 의류형은 바디슈트와 양말 등에 디바이스를 부착하였다. 웨어러블 모니터는 신체 움직임 및 생체 반응 측정을 위하여 클립과 밴드로, 체온계는 밀착 접촉하여 측정하기 위해 밴드와 접착 시트로, 위치추적기와 스마트워치는 위치정보 및 통화·엔터테인먼트(entertainment)만 제공하기에 부착 위치에서 자유로웠다.

웨어러블 모니터나 체온계는 블루투스를 이용하여 측정된 데이터를 전송하였으며, 위치추적기는 4G(LTE) 또는 5G 네트워크, GPS, Wi-Fi, 블루투스와의 다양한 조합을 사용하여 위치를 추적하였다. 스마트워치는 스마트폰 연동 여부에 따라 기능에 차이가 있었다.

영아들이 주로 사용하는 웨어러블 모니터에서는 소재에 대한 정보를 제공하고 있었으나, 이외의 디바이스들은 자세한 소재에 대한 정보 제공이 부족하였다.

웨어러블 모니터와 체온계에는 충전형과 교체형 배터리가, 위치추적기와 스마트워치에는 충전형 배터리가 사용되었다.

웨어러블 모니터는 디바이스 부착으로 인한 영유아의 불편감, 소재의 정보 미제공, 통기성 및 흡습성 낮은 소재 사용과 장시간 착용으로 인한 피부 트러블, 디바이스의 오작동, 스마트폰과 연동 시 디바이스와의 버전 상충 및 사용 시 복잡함, 블루투스 사용 시 미작동, 배터리의 짧은 사용 시간 등이 문제로 제기되었다.

이러한 결과는 영유아의 월령에 따라 웨어러블 디바이스에 요구되는 기능에 차이가 있으며, 영유아의 관리 및 위험으로부터 사고를 예방할 수 있는 서비스임을 확인하였다. 하지만 영유아의 피부는 성인에 비해 약하고 쉽게 자극받기 때문에 웨어러블 디바이스의 장시간 착용으로 인한 피부 트러블과 부착으로 인한 불편감, 디바이스의 하드웨어·소프트웨어 및 배터리의 단점 등은 개선이 요구된다. 일부 디바이스들만 의료용 인증을 받고, BLE의 사용으로 지방사선 방출을 설명하고 있을 뿐 대부분의 디바이스들은 영유아의 안전과 신뢰를 향상할 수 있는 인증이 부족한 상태였다. 영유아는 성인과 달리 신체적, 언어적으로 미숙하기에 소비자는 물론이고 제조사를 위해서도 제품 성능에 대한 정확성과 신뢰성, 내구성 그리고 인체 적합성 등에 대한 표준을 제정하고 이에 대한 인증을 마련해야 할 것이다.

그러나 본 연구는 영유아용 웨어러블 디바이스 48종만을 대상으로 기능과 개선점을 분석했다는 한계가 있다. 따라서 영유아에게 적합한 디바이스 부착 방법 및 위치, 소재와 디자인에 대한 연구가 진행된다면, 웨어러블 분야에서 높은 성장 잠재력 가지는 스마트 의류 시장의 질적 성장에 크게 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문 또는 저서는 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019107136)

References

- ‘AKOi heart’. (n. d.). *Akoi*. Retrieved August 27, 2021, from <https://www.akois.net/004>
- ‘Angelsense kids’ GPS tracker’. (n. d.). *AngelSense*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.angelsense.com/product-tour/>
- ‘Baby delight snuggle nest video baby monitor’. (n. d.). *Baby delight*. Retrieved April 10, 2021, from <https://babydelight.com/product/3-5-video-movement-positioning-monitor/>
- ‘BabyO₂ Baby oxygen monitor foot’. (n. d.). *Wellue*. Retrieved April 10, 2021, from <https://getwellue.com/pages/babyo2-baby-oxygen-monitor>
- ‘Bewinner GPS necklace tracker for kids’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.amazon.com/Bewinner-Positioning-Electronic-Multi-Platform-Monitoring/dp/B07R12S9RW>
- ‘Bluetooth low Energy’. (2017, March 10). *Bluetooth*. Retrieved July 29, 2021, from <https://www.Bluetooth.com/what-is-Bluetooth-technology/how-it-works/low-energy>
- ‘Bluetooth thermometer pacifier’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.amazon.co.uk/Pacif-i-Connected-Thermometer-Pacifier-Infants/dp/B0191YJ798>
- Dong, J. Y., Choi, J. W., Han, J. H., Choi, Y. S., & Jeong, D. Y. (2019, June 19). *지능형 영유아 어린이 케어 서비스 현황과 개발 방향* [Current status and development direction of intelligent infant/child care service]. *Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation*, Retrieved May 1, 2021. <https://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/1901/file5751135874823684062-190103.pdf>
- Hasan, M. N. U. (2020). Wearable technology for baby monitoring - A review. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 6(4), 112-120. doi: 10.15406/jteft.2020.06.00239
- Hwang, S. Y., & Moon, E. Y. (2018, April 26). *키즈 스마트워치의 스마트한 세상* [Smart world of kids smart watch]. *Best baby and kids*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.smlounge.co.kr/best/article/38348>
- Hwang, S. O., & Hwang, Z. (2016). An analysis of research trends on smart devices for young children - Focusing on domestic theses, dissertations and articles. *Early Childhood Education Research & Review*, 20(3), 299-317.
- Hwang, T. K., & Son, W. K. (2014). Uses of smart devices and their relations to immersion tendency, self-control ability, and prosocial behavior in preschoolers. *Journal of Life-span Studies*, 4(1), 69-83.
- ‘Infant’. (n. d.). *National Institute of Korean Language*. Retrieved April 1, 2021, from <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do?pageSize=10&searchKeyword=유아> ‘Infant Care Act’. (2008) Article 2 Section 1.
- ‘Infanttech smarttemp’. (n. d.). *Walmart*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.walmart.com/ip/Infanttech-Smarttemp-Smart-Wearable-Infant-Thermometer/51984790>
- ‘Iswimband’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, from https://www.amazon.com/iSwimband-Personal-Drowning-Detection-Sunfish/dp/B00MTD2L58/ref=cm_cr_arp_d_product_top?ie=UTF8
- ‘IvyHealth baby wireless thermometer’. (n. d.). *Ideus*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.amazon.co.uk/Wearable-Thermometer-Kids-Blue-Bluetooth/dp/B07CK4NSTK>
- ‘Jiobit next’. (n. d.). *Jiobit*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.jiobit.com/product>
- ‘Jiobit’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from https://www.amazon.com/product-reviews/B07CWFBM5S/ref=acr_dp_hist_1?ie=UTF8&filterByStar=one_star&reviewerType=all_reviews#reviews-filter-bar
- JoongAng M&B. (2010). *1~2세 아이에게 꼭 해줘야 할 116가지* [116 things you must do for a 1-year-old child]. Seoul: Author.
- Keum, B., Kim, Y., & Kim, S. J. (2017). A study on trends of wearable device development for infants. *Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association*, 19(4), 29-41.
- Kim, C. L., & Kweon M R. (2020). Fetal and infant care of mothers according to early childhood development. *Journal of Parent Education*, 12(4), 1-29. doi:10.36431/JPE.12.4.1
- Kwon, H. J. (2018). Recognition and needs of parents on the use of IoT health-care devices in daycare centers. *Global Creative Leader - Education & Learning*, 8(4), 117-136. doi:10.34226/gcl.2018.8.4.117
- Kwon, S. (2019, April 1). *소아의 발열* [Fever in children]. *Health Insurance Review & Assessment Service*. Retrieved August 20, 2021, from <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=18725852&memberNo=1891127>
- Lee Y. S., Kim E., Kim, B. S., & Kim, S. Y. (2017). A study on the effective attachment position of wearable devices for infants and toddlers. *Proceedings of Korea Information And Communications Society, Winter Conference, Korea*, pp. 1154-1155.
- Lee, Y. J. (2014, February 10). *실종아동 보호의 문제점 및 개선 과제* [Problems and improvement tasks in the protection of missing children]. *이슈와 논점* [Issues and arguments]. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.nars.go.kr/report/list.do?cmsCode=CM0043>
- ‘Levana oma sense’. (n. d.). *Levana*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.mylevana.com/products/oma-sense>
- ‘LGU+ kakaofriends kids watch2’. (n. d.). *U+Shop*. Retrieved April 10, 2021, from <https://shop.upl.co.kr/pc/mobile/phone/info/ETC/uplul-kakao-friends-kidswatch2/model/WL-W8800L-N>
- ‘Long-lasting wearable device power management design’. (2020, December 24). *Techworld*. Retrieved May 31, 2021, from <https://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=109898>
- ‘Lumi by pampers’. (n. d.a). *Amazon*, Retrieved April 10, 2021, from https://www.amazon.com/dp/B089M7H31X/ref=emc_b_5_i
- ‘Lumi by pampers’. (n. d.b). *Lumi by pampers*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.lumibypampers.com/smart-sleep-system>
- ‘Mimo smart baby’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.amazon.com/Mimo-Breathing-Activity-Monitor-months/dp/B00JU99HYM>
- ‘MonBaby baby monitor’. (n. d.). *Monbaby*. Retrieved April 10, 2021, from <https://monbabysleep.com/products/monbaby-with-body-temperature-breathing-sleep-position-temperature-sleep-monitor>
- Na, Y. M., Jeong, H. T., & Choi, J. H. (2013). *웨어러블 컴퓨터의 현황과 전망* [Current state and prospect of wearable computers]. *Keit PD Issue Report*, 13(6), 59-77.
- ‘Owlet smart sock duo’. (n. d.). *Owlet*. Retrieved April 10, 2021, from <https://owletcare.com/products/owlet-monitor-duo>
- ‘Owlet smart sock’. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from https://www.amazon.com/Owlet-Smart-Monitor-Oxygen-Heart/dp/B08BT6QMN5/ref=sr_1_3?crid=11XR0ZS29TKH3&

- dchild=1&keywords=owlet+smart+sock&qid=1630054921&sprefix=Owlet+%2Caps%2C346&sr=8-3
- 'Ralehong smart watch'. (n. d.). *Amazon*. Retrieved January 10, 2021, from <https://www.amazon.com/Ralehong-Cameras-Recorder-Pedometer-Waterproof/dp/B08MT5CZYW>
- 'Relay kids smartphone'. (n. d.). *Relay*. Retrieved April 10, 2021, from <https://relaypro.com/families/relay-refurbished>
- Roh, E. K. (2019). A study on the washing and satisfaction of newborn clothing - Focused on innerwear. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(2), 237-243. doi:10.5805/SFTI.2019.21.2.237
- 'Sense-U baby monitor'. (n. d.). *Amazon*. Retrieved January 10, 2021, from https://www.amazon.com/product-reviews/B089NQKWP6/ref=acr_dp_hist_1?ie=UTF8&filterByStar=one_star&reviewerType=all_reviews#reviews-filter-bar
- Shim, H. B. (2014). The technical elements of the wearable device. *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference, Fall Conference, Korea*, pp. 259-263.
- Shin, D. Y. (2019). 다양한 기능과 형태로 삶의 질 개선해 나가는 웨어러블 디바이스 [Wearable devices that improve the quality of life with various functions and forms]. *Techworld*, Retrieved August 20, 2021, from <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=93021>
- Shin, E. J., & Kim, H. K. (2018). Analytical study on developing IoT healthcare device for infants and toddlers. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8(2), 41-50. doi: 10.21742/AJMAHS.2018.02.34
- Shin, J. G., & Lee, S. W. (2016). A study of intention to use wrist-worn wearable devices based on innovation resistance model - Focusing on the relationship between innovation characteristics, consumer characteristics, and innovation resistance. *International Journal of Contents*, 16(6), 123-134. doi:10.5392/IJKCA.2016.16.06.123
- 'Snuza Hero'. (n. d.). *Amazon*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.amazon.com/Snuza-Hero-SE-Movement-Monitor/dp/B008OJ7C6Y>
- 'Sudden infant death syndrome'. (2021, July 13). *National Health Information Portal*. Retrieved July 29, 2021, from <https://health.kdca.go.kr/healthinfo/biz/health/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfo/gnrlzHealthInfoView.do>
- Suh, S. E., & Roh, J. S. (2015). A study on smart fashion product development trends. *The Research Journal of the Costume Culture*, 23(6), 1097-1115. doi:10.7741/rjcc.2015.23.6.1097
- 'TempTraq'. (n. d.). *Temptraq*. Retrieved April 10, 2021, from <https://www.temptraq.com/Home>
- 'Toddler and preschooler'. (n. d.). *National Institute of Korean Language*. Retrieved April 1, 2021, from <https://stdict.korean.go.kr/search/searchResult.do?pageSize=10&searchKeyword=영아>
- 'Xiaomi miaomiaoce-smart-thermometer manual'. (n.d). *Manua.Is*. April 10, 2021, from <https://www.manua.ls/xiaomi/miaomiaoce-smart-thermometer/manual>
- Yeo, I. H. (2011, June 23) Chemical walk - lithium ion battery. *Naver*. Retrieved May 28, 2021, from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3572134&cid=58949&categoryId=58983>

(Received 9 September, 2021; 1st Revised 28 September, 2021; 2nd Revised 13 October, Accepted 15 October, 2021)