

## 내수용 감각과 촉각처리 및 심박변이도 간의 관계

김지희\*, 김은영\*\*

\*순천향대학교 작업치료학과 조교수

\*\*순천향대학교 작업치료학과 부교수

### 국문초록

**목적 :** (interoception) ,  
.  
**연구방법 :** / (Adolescent/Adult Sensory Profile; AASP)  
(Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness; MAIA)  
가 .  
(Standard Deviation of Normal to Normal interval; SDNN) . AASP  
MAIA , SDNN SDNN  
.  
**결과 :** AASP MAIA . AASP  
가 MAIA 가 ,  
SDNN SDNN .  
**결론 :** , 가  
.  
**주제어 :** , , ,

### I. 서론

내수용 감각(interoception)은 신체의 생리적 상태 (physiological condition)에 대한 감각(sense)이다. 내수용 감각은 신경계가 신체 내부에서 기원하는 신호를 감지하

고, 해석하고, 통합하는 과정으로(Quigley, Kanoski, Grill, Barrett, & Tsakiris, 2021) 내부 신체 신호와 상태에 대한 지각을 일컫는다(Fazekas et al, 2022). 예로 자신의 심장 박동, 호흡 속도나 깊이, 배노감을 알아차리는 것이 있다. 또한, 내수용 감각은 항상성 조절을 위해 배고픔, 목마름,

교신저자: 김은영(eykim@sch.ac.kr)

접수일: 2024.04.10.

|| \* 본 연구는 순천향대학교 연구지원사업에 의하여 수행되었음

|| 심사일: 2024.04.30.

|| 게재확정일: 2024.06.19.

호흡곤란과 같은 느낌을 통해 적응적 행동을 유발한다. 뿐만 아니라, 내수용 감각은 인지와 정서에도 영향을 미친다 (Critchley & Harrison, 2013; Critchley & Garfinkel, 2015). 특히, 내수용 감각은 동기, 정서, 사회적 인지와 자기 인식의 바탕이 된다(Tsakiris & Critchley, 2016). 이러한 내수용 감각에 대한 중요성이 작업치료 영역에서 강조되면서 2020년에 출판된 작업치료 실행 체계 4판(American Occupational Therapy Association, 2020)에 클라이언트 요소의 신체 기능 중 감각 기능 요소에 내수용 감각이 처음으로 포함되었다.

내수용 감각은 최근에 개정된 감각처리 기능장애의 복합 도식에서도 촉각 영역에 감각 입력으로 추가되었다(Bundy & Lane, 2019). 신체 내부 기관에 있는 수용기로부터 탐지된 감각정보는 뇌줄기(brainstem)에서 신체의 촉각정보와 통합되어 자율신경계에 구심성 입력으로 전달되고 뇌섬엽(insula)으로 투사되어 우리가 신체 상태를 인식하도록 하여 정서를 조절하고 적응적 행동을 할 수 있도록 돕는다. 자폐스펙트럼이 있는 사람의 경우 외부 환경에서 오는 정보에 대해서는 과반응하는 경향이 있는 것과는 대조되게 신체 내부 감각에 대해서는 저반응하는 경향이 있다(Elwin, Ek, Schröder, & Kjellin, 2012; Fiene & Brownlow 2015). 또한, 자폐스펙트럼 집단의 뇌섬엽 활성화는 비장애 집단보다 저하되어 있다(Di Martino et al., 2009). 최근 연구에서 자폐스펙트럼 장애 아동을 대상으로 한 내수용 감각 기반 작업치료 중재가 내수용 감각 인식과 정서 조절에 효과가 있음이 보고되었다(Mahler et al., 2022). 내수용 감각과 촉각은 자율신경계 기능을 위한 정보가 된다. 따라서, 본 연구에서는 내수용 감각과 감각처리 및 자율신경계 간의 관련성을 탐색해 보고자 한다. 이에 첫 번째 연구 목적은 어떤 감각영역이 내수용 감각과 관련되는지 제시하는 것이다. 이를 위해서 청소년/성인 감각프로파일(Adolescent/Adult Sensory Profile; AASP)(Brown & Dunn, 2002; Jung, 2016) 감각 영역과 다차원 내수용 자각 척도(Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness; MAIA)(Mehling et al., 2012; Sim & Wan-Suk, 2021) 요소 간의 관련성을 살펴보고자 한다. 감각통합 모델에 따라 내수용 감각은 촉각 영역과 상대적으로 높은 상관을 나타낼 것으로 예측된다.

자율신경계 균형 정도에 대한 측정치로 심박변이도 지표 중 심박동의 복잡성을 나타내는 것으로 심박표준편차

(Standard Deviation of Normal to Normal interval, SDNN)가 있다. 높은 SDNN은 환경의 변화에 대해서 자율신경계가 잘 기능하는 것을 가리키는 반면, 낮은 SDNN은 환경 변화에 자율신경계가 적절하게 반응하지 못함을 가리킨다(Suh, 2021). 선행연구에서 내수용 감각 인식이 심박변이와의 정적 상관을 보여주었으며(Oliveira & Costa, 2014; Shen, Du, Fan, Dai, & Wei, 2023), 긍정적인 촉각 경험이 심박변이를 증가시키는 경향이 있음을 보고하였다(Kerley, Meredith, & Harnett, 2022). 그러므로 SDNN이 높은 집단은 보다 높은 내수용 감각 및 적응적 촉각 프로파일을 나타낼 것으로 예측된다.

## II. 연구 방법

### 1. 참가자 및 절차

본 연구는 2023년 2학기 S대학교 생명과학실습 수업의 수강인원 41명 중 연구 참여에 동의한 35명을 대상으로 진행되었다. 연구 참여에 동의한 학생들은 연구 목적, 연구 절차와 방법, 연구 합의와 이득, 중도 참여 포기 가능 여부와 설명, 사생활 보호와 비밀보장에 대한 안내를 받았고, 동의서를 서면으로 작성하였다. 본 연구에 참가한 35명의 대학생 중 30명이 분석에 포함되었다. 포함된 참가자의 평균 연령은 19세(표준편차 0.6)이며, 여성 참가자는 20명이었다. 추가적인 5명은 기본 정보 누락(3), 심전도 자료의 노이즈(2)로 인해 분석에서 제외되었다.

참가자는 AASP, MAIA를 작성하고 심전도 측정을 받았다. 연구 시작 시에 참가자 번호가 기입된 AASP 및 MAIA가 참가자들에게 배포되었다. 설문지 상단에 성별과 나이만 표기하도록 하였고, 개인식별정보인 이름과 학번 등은 작성하지 않도록 하였다. 심전도 기록 파일은 설문지의 참가자 번호와 동일한 숫자로 저장하였다. 심전도 측정은 소음이 차단된 독립된 공간에서 심전도 장비 전문 연구자에 의해 시행 및 감독되었다. 설문지는 심전도 측정 종료 후에 수거되었다.

## 2. 측정 도구

### 1) 심전도 및 심박표준편차

심전도(Electrocardiogram, ECG)는 PowerLab data acquisition system(ADInstruments, USA) 장비로 증폭된 전기신호를 200 Hz의 샘플링 속도로 기록되어 LabChart v5.5.6(ADInstruments, USA)에서 디지털화 되었다. 본 연구에서 측정된 심전도는 표준사지유도(bipolar standard) 방식으로 Lead II를 기록하였다. Lead II 측정을 위해 피검자의 오른 손목 전극은 음전하(-), 왼쪽 발목 전극은 양전하(+), 그리고 왼쪽 손목 전극은 기준 전극(reference electrode)을 부착하였다. 모든 전극을 부착 후 편안히 앉은 자세에서 약 1~2분간의 안정기 이후 5분 동안의 안정 상태의 심전도를 기록하였다. 자세를 바꾸거나, 대화, 웃음을 자제하여 심전도에 영향을 주지 않도록 참가자에게 안내하였다. 기록된 5분 중 1분 경과 시점부터 4분 시점까지의 3분의 안정기 자료가 추출되었다(Lee, Choi, Lee, Jeong, & Cho, 2015). 기록된 심전도의 심박 간격(R-R interval)의 표준편차를 계산하여 SDNN를 추출하였다.

### 2) 청소년/성인 감각프로파일(Adolescent/Adult Sensory Profile, AASP)

AASP는 개인의 일상 감각처리 패턴에 대한 자기보고 설문이다(Brown & Dunn 2002). AASP는 60개 문항으로 맛/냄새, 움직임, 시각, 청각 및 촉각 처리, 활동 수준의 여섯 감각 영역으로 구성되고, 낮은 등록, 감각 추구, 감각 민감, 감각 회피의 사분면으로 해석된다. 응답자는 각 항목에서 기술하는 행동의 빈도에 대해서 5점 리커트 척도(1=전혀, 2=가끔, 3=종종, 4=자주, 5=항상)로 평정한다. 한국어판 AASP는 양호한 내적 일관성을 나타낸다(Jung, 2016).

### 3) 다차원 내수용 자각 척도(Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, MAIA)

MAIA는 내수용 인식에 대한 다양한 측면을 측정하는 자기보고 설문이다(Mehling et al., 2012). MAIA는 32개 문항으로 8개 하위 요인, 감각 지각(noticing), 분산되지 않음(not-distraction), 걱정하지 않음(not-worrying), 주의 조절(attention regulation), 정서 자각(emotional awareness),

자기 조절(self-regulation), 몸 듣기(body listening), 신뢰(trusting)로 구성되어 있다. 응답자는 각 항목에 대해서 자신과 얼마나 일치하는지, 6점 리커트 척도(0=전혀 아니다, 5=항상 그렇다)로 평정한다. 결과는 각 하위 요인의 평균으로 산출된다. 한국어판 내수용 자각 척도는 양호한 내적 일관성을 나타낸다(Gim, Sim, & Cho, 2016; Sim, Gim, & Jung, 2020).

## 3. 자료 분석

감각처리와 내수용 감각 간의 관련성을 탐색하기 위해서 AASP의 감각 영역과 MAIA 하위척도 간 피어슨 상관 분석을 실시하였다. 심박변이도에 따른 내수용 감각 및 감각처리를 살펴보기 위하여 심박변이도의 평균을 구한 후에 0.5 표준편차보다 높은 집단과 낮은 집단을 나누어서 집단 간 AASP 촉각 점수와 MAIA 점수를 비교하는 t검정을 시행하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 참가자의 감각처리, 내수용 감각, 심박변이도 결과

Table 1은 연구 참가자의 AASP, MAIA, SDNN의 평균 및 표준편차를 보여준다.

### 2. AASP와 MAIA 간의 관련성

AASP의 감각 영역과 MAIA의 하위척도 간 상관분석을 실시한 결과, 세 감각 영역에서 유의미한 상관을 나타냈고, 그 중 촉각이 MAIA 세 하위척도와 상관 계수를 나타내었다(Table 2). 촉각 영역은 걱정하지 않음 및 주의 조절과 부적 상관을, 정서 자각과 정적 상관을 나타내었다(Figure 1). 시각 영역은 걱정하지 않음과 부적 상관을 나타내었고 청각 영역은 감각 지각 및 정서 자각과 정적 상관을 나타내었다(Table 2).

이러한 결과는 촉각 및 시각 영역 점수가 높을수록 신체 불편감에 대한 걱정을 더 하는 것을 가리킨다. 또한, 촉각 영역 점수가 높은 사람은 신체 감각에 대한 주의 조절을 어려워할 가능성이 크다. 반면, 촉각 및 청각 감각영역 점수가 높을수록 신체 상태와 정서에 대한 연결을 알아차리기 쉽다.

### 3. 심박변이도 상하 집단에 따른 내수용 감각과 촉각 비교

MAIA 전체 점수에 대해서 높은 SDNN 집단(M=3.3, SD=0.5)이 낮은 SDNN 집단(M= 2.9, SD=0.3) 간 차이

경향성이 나타났다( $t=1.92, p=.072$ ). Figure 2는 SDNN 집단 간 MAIA 평균 차이를 나타낸다. 심박변이도가 높은 집단이 낮은 집단에 비해서 내수용 감각에 대한 인식이 높은 경향이 있었다. 반면 촉각 점수에 대한 집단 간 차이는 나타나지 않았다( $t=-.514, p=.61$ ).

**Table 1.** Descriptive statistics of the AASP, MAIA and SDNN ( $N=30$ )

Measurements	Mean	SD	Min	Max
AASP				
Taste/smell	19.43	3.05	12	25
Movement	19.83	3.73	11	27
Visual	21.30	4.68	13	29
Touch	29.20	7.72	13	45
Activity level	25.47	6.38	11	43
Auditory	27.57	6.73	11	38
Low registration	30.53	6.51	17	49
Sensation seeking	37.40	7.21	26	59
Sensory sensitivity	35.50	9.54	17	56
Sensation avoiding	39.37	10.56	20	64
MAIA				
Noticing	3.37	0.83	1.25	5.00
Not -distracting	1.77	0.68	0.67	3.33
Not -worrying	2.78	0.94	0.67	5.00
Attention regulation	3.10	0.77	1.14	4.43
Emotional awareness	3.63	0.43	3.00	4.40
Self regulation	2.88	0.95	0.25	4.25
Body listening	2.36	1.02	0.00	4.00
Trusting	3.52	0.84	1.67	4.67
SDNN(ms)	57.80	23.08	30.83	114.68

AASP: Adolescent/Adult Sensory Profile, MAIA: Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, SDNN: Standard Deviation of Normal to Normal interval

**Table 2.** Correlation between the AASP and MAIA ( $N=30$ )

AASP	MAIA							
	Noticing	Not -distracting	Not -worrying	Attention regulation	Emotional awareness	Self regulation	Body listening	Trusting
Taste/smell	0.146	0.012	0.091	0.053	0.060	-0.113	-0.033	0.205
Movement	0.321	-0.191	-0.037	0.128	0.294	0.284	0.028	0.264
Visual	0.239	-0.214	-0.400*	-0.115	0.186	0.006	0.281	0.196
Touch	0.303	-0.219	-0.550**	-0.488**	0.407*	0.009	0.160	-0.223
Activity level	0.326	-0.093	-0.217	-0.255	0.178	-0.072	-0.055	-0.023
Auditory	0.429*	-0.08	-0.296	-0.110	0.382*	-0.026	0.173	-0.046

\*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$ , AASP: Adolescent/Adult Sensory Profile, MAIA: Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness

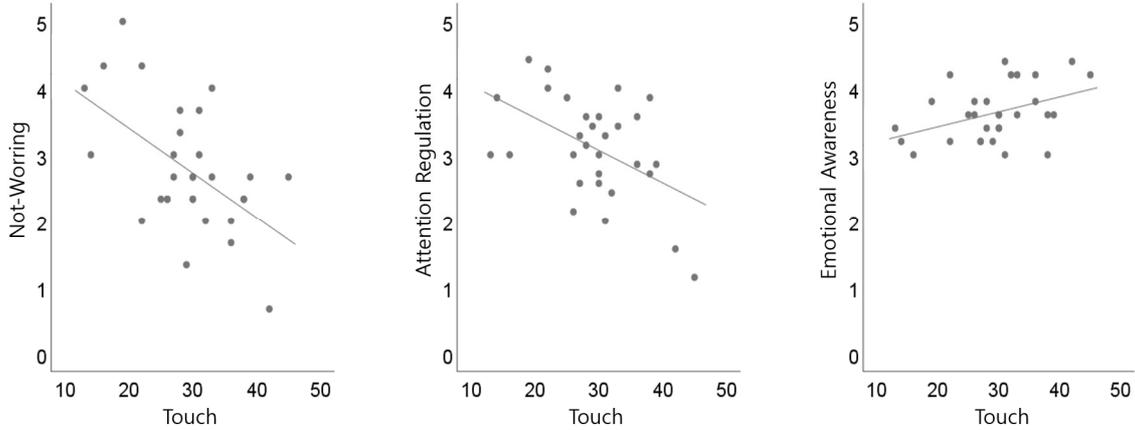


Figure 1. Relationship of touch with not-worrying, attentional regulation, and emotional awareness

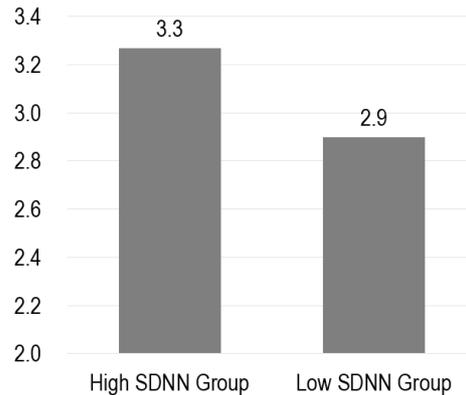


Figure 2. The comparison in scores on the MAIA between the high and low SDNN groups

MAIA: Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness, SDNN: Standard Deviation of Normal to Normal interval

#### IV. 고찰

본 연구는 내수용 감각과 감각처리 능력, 심박변이도 간의 관계를 살펴보기 위해 AASP로 측정된 감각처리가 MAIA의 어떤 내수용 자각과 관련이 있는지 확인하고, SDNN이 높고 낮은 집단에 따른 내수용 감각과 촉각 처리 간의 차이를 비교 분석하였다.

연구 결과, MAIA는 AASP 촉각 처리에서 다른 감각영역 보다 상관성을 두드러지게 나타내었는데, AASP 촉각 영역 점수가 클수록 걱정하지 않음과 주의 조절과 유의하게 부적 상관을 보였다. 반면, 촉각 영역 점수가 높을수록 정서 자각과 정적 상관성이 나타났다. 이러한 내수용 감각과 촉각 간의 관련성은 인체가 외부 자극에 대해 반응하고 내부 상태를 인식하는데 어떻게 협력하는지에 대한 이해를 위해 의미 있는 정보가 될 수 있다. AASP로 측정된 촉각은 주로 외부에

서 오는 감각정보에 대한 처리를 다루는 반면(Shiotsu et al., 2021), MAIA로 측정된 내수용 감각은 몸 내부의 생리적 상태 및 감정과 관련된 신호 처리와 관련된다 (Baranauskas, Grabauskaitė, & Griškova-Bulanova, 2017). 신체 내부와 외부로부터 들어오는 자극 및 감각들은 다양한 감각 정보와 함께 신경계의 처리과정을 거쳐 반응 또는 행동으로 나타나게 된다. 따라서, 이러한 두 체계가 서로 관련되어서 상호 작용하면서, 감각 정보의 종합적 이해와 감정 조절에 영향을 미칠 수 있다(Khalsa et al., 2018).

우리의 연구에서 촉각과 부적 상관을 나타낸 MAIA의 걱정하지 않음과 주의 조절은 신체 감각에 대한 정서, 주의 반응 및 조절에 대한 요인이다. 걱정하지 않음의 대표적인 항목으로는 ‘나는 몸에서 불편감을 느끼면, 뭔가 잘못되는 것이 아닌가 걱정하기 시작한다(역문항)’, 주의 조절의 대표적인 항목으로는 ‘나는 내 주변에서 일어나는 일 때문에 산만

해지지 않으면서 호흡에 주의를 기울일 수 있다'가 있다. 본 연구의 결과는 촉각처리 관련 행동을 많이 보일수록 신체 불편감에 대한 걱정을 하고 신체 감각에 대한 주의 조절 능력이 감소되어 있다는 것을 의미한다. 많은 연구에서 주의 능력은 정서적 안정과 관련이 있음이 보고되었다(Hu et al., 2017). 즉, 주의 조절 능력이 높을수록 정서적으로 안정될 가능성이 크다. 정서적 안정은 촉각에 대한 예민도와 연관이 있다고 알려져 있다(Ayres, 1972; Engel-Yeger & Dunn, 2011). 촉각 처리가 어려운 사람들은 외부 자극에 부적절하게 반응하는 경향이 있어 동일한 자극에 대해 더 큰 스트레스나 불안을 경험할 수 있다(Balasco, Provenzano, & Bozzi, 2020). 또한, 촉각 처리에 이상이 있는 경우 감정 조절에 문제가 발생할 수 있다(Moore et al., 2008). 따라서, AASP 촉각 처리 점수가 높은 경우 정서불안이나 긴장이 증가할 수 있다. AASP 촉각 점수와 부적 상관을 나타낸 MAIA 주의 조절 항목은 신체감각에 주의를 통제하고 유지할 수 있는 능력을 반영한다. 이는 신체감각에 주의를 돕으로써 심리적 고통을 관리할 수 있는 능력에 초점을 두며, 신체감각을 포함한 내적 경험을 다루는 방식을 반영한 척도로 설명된다. 요약하면, 외부에 대한 촉각처리 관련 행동이 많이 나타날수록 내적 상태에 대한 주의 조절이 어려워질 가능성이 크다.

다음으로, MAIA의 정서 자각은 촉각과 정적 상관을 보였으며, 촉각처리 관련 행동의 빈도가 높을수록 자신의 신체 감각과 정서적 상태를 연결하는 경향성이 높다고 할 수 있다. MAIA의 정서 자각 관련한 대표적인 항목은 '화가 날 때, 내 몸에서 어떤 변화가 일어나는지 알아차린다'이다. 촉각 영역에서 감각자극에 대한 역치가 낮은 경우 내수용 감각 자극에 대한 역치도 낮아서 쉽게 신체 감각과 정서적 상태를 연결 지을 수 있는 가능성이 있다.

심박변이도는 자율신경계의 상태와 관련되며, 교감 신경과 부교감 신경의 지속적인 상호작용에 의해 결정된다(Taelman, Vandepuit, Spaepen, & Huffel, 2009). 교감 신경계는 외부의 도전에 대해 자신을 보호하거나 방어하기 위한 활동을 일으키며, 부교감 신경계는 기본적으로 신체의 에너지를 회복하고 보존하며, 내장 기관을 쉬게 한다(Porges, 1992). 내수용 자각(interoceptive awareness)은 심박수, 호흡, 포만감 및 정서 관련 자율신경계 감각에 있어 의식적 자각과 관련된다(Craig, 2002). 본 연구에서 SDNN이 높은 그룹이 낮은 그룹보다 전체 MAIA 척도의 평

균 더 높은 경향성을 보여주었다. 이는 SDNN이 큰 집단은 내수용 자각이 높다는 것을 시사하며 선행연구와 일치하는 결과이다. 심박변이도가 높다는 것은 신경계가 균형을 잘 이루고 있다는 것을 의미한다(Khan, Lip, & Shantsila, 2019). 교감신경의 활성화는 심박수를 증가시키는 반면 부교감 신경 활성화는 심박수를 감소시키는데, 두 신경이 원활하게 작동하면 심박변이도가 증가된다. 높은 심박변이도는 심장이 다양한 상황에 대해 민첩하게 대응하고 있다는 것을 의미한다.

본 연구에서 심박변이도와 촉각 처리와의 관련성은 통계적으로 유의하지 않았는데 다음과 같은 한계를 생각해 볼 수 있다. 첫째로, 참가자 수의 부족, 두 번째는 AASP 촉각 항목의 민감성의 한계, 세 번째는 심박변이도의 관찰 상황에서 개인의 주관적인 감정상태 차이로 인한 무위결과 가능성이 있다. 한편, 심박변이도 외에 자율신경계에 의해 조절되는 내수용 자각에 대한 생체 지표로 혈압, 맥박, 호흡수 등이 있다. 최근 기술의 발전으로 웨어러블 디바이스(wearable device)를 통해 이러한 생체 지표는 일상생활에서도 측정이 가능한데, 향후 이러한 생체지표들과 ASSP, MAIA를 함께 살펴본다면 감각통합 관련 신경기능 저하의 조기 발견, 감각처리 개입 및 스트레스 조절 관리에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 감각처리, 내수용 감각, 심박변이도 간의 관계를 규명하고자 하였다. 감각통합 제시 모델과 일관되게 촉각 처리와 내수용 감각 간에 상대적으로 강한 상관성이 있음을 확인하였다. 구체적으로 촉각 처리 관련 행동이 늘어날수록 걱정하지 않음과 주의 조절 능력이 감소하고 정서자각은 증가함을 알 수 있었다. 또한, 심박변이도는 내수용 자각과 관련이 있음을 보여주었는데, 심박변이도가 높은 집단은 내수용성 자각이 높은 경향성이 있었다. 이는 자율신경계가 잘 기능하는 사람은 자신의 내적 상태에 대한 인식이 좋음을 의미한다. 본 연구가 감각통합과 관련하여 내수용 감각과 자율신경계에 대한 이해를 확장하는 향후 연구의 기초가 되기를 기대한다.

## 참고 문헌

- American Occupational Therapy Association. (2020). Occupational therapy practice framework: Domain and process (4th ed). *American Journal of Occupational Therapy*, 74(S2), doi:10.5014/ajot.020.74S2001
- Ayres, A. J. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Balasco, L., Provenzano, G., & Bozzi, Y. (2020). Sensory abnormalities in autism spectrum disorders: A focus on the tactile domain, from genetic mouse models to the clinic. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 1016. doi:10.3389/fpsy.2019.01016
- Baranauskas, M., Grabauskaitė, A., & Griškova-Bulanova, I. (2017). Brain responses and self-reported indices of interoception: Heartbeat evoked potentials are inversely associated with worrying about body sensations. *Physiology & Behavior*, 180, 1-7. doi:10.1016/j.physbeh.2017.07.032
- Brown, C., & Dunn, W. (2002). *Adolescent-adult sensory profile: User's manual*. San Antonio: Therapy Skill Builders, Psychological Corp.
- Bundy A. C., & Lane S. J. (2019). *Sensory integration: Theory and practice* (3rd ed). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Craig A. D. (2002). How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 655-666. doi:10.1038/nrn894
- Critchley, H. D., & Garfinkel, S. N. (2015). Interactions between visceral afferent signaling and stimulus processing. *Frontiers in Neuroscience*, 9, 286. doi:10.3389/fnins.2015.00286
- Critchley, H. D., & Harrison, N. A. (2013). Visceral influences on brain and behavior. *Neuron*, 77(4), 624-638. doi:10.1016/j.neuron.2013.02.008
- Di Martino, A., Shehzad, Z., Kelly, C., Roy, A. K., Gee, D. G., & Milham, M. P. (2009). Relationship between cingulo-insular functional connectivity and autistic traits in neurotypical adults. *American Journal of Psychiatry*, 166(8), 891-899. doi:10.1176/appi.ajp.2009.08121894
- Elwin, M., Ek, L., Schröder, A., & Kjellin, L. (2012). Autobiographical accounts of sensing in Asperger syndrome and high-functioning autism. *Archives of Psychiatric Nursing*, 26(5), 420-429. doi:10.1016/j.apnu.2011.10.003
- Engel-Yeger, B., & Dunn, W. (2011). The Relationship between sensory processing difficulties and anxiety level of healthy adults. *British Journal of Occupational Therapy*, 74(5), 210-216. doi:10.4276/030802211X13046730116407
- Fazekas, C., Avian, A., Noehrer, R., Matzer, F., Vajda, C., Hannich, H., & Neubauer, A. (2022). Interoceptive awareness and self-regulation contribute to psychosomatic competence as measured by a new inventory. *Wiener klinische Wochenschrift*, 134(15-16), 581-592. doi:10.1007/s00508-020-01670-5
- Fiene, L., & Brownlow, C. (2015). Investigating interoception and body awareness in adults with and without autism spectrum disorder. *Autism Research*, 8(6), 709-716. doi:10.1002/aur.1486
- Gim, W., Sim, K., & Cho, O. (2016). Korean multidimensional assessment of interoceptive awareness (K-MAIA): Development and validation. *Korean Journal of Stress Research*, 24(3), 177-192. doi:10.17547/kjsr.2016.24.3.177
- Hu, B., Rao, J., Li, X., Cao, T., Li, J., Majoe, D., & Gutknecht, J. (2017). Emotion regulating attentional control abnormalities in major depressive disorder: An event-related potential study. *Scientific Reports*, 7(1), 13530. doi:10.1038/s41598-017-13626-3
- Jung, H. (2016). *Technical adequacy of Korean adolescent/adult sensory profile (K-AASP)*. (Doctoral dissertation). Inje University, Gimhae-si.

- Kerley, L., Meredith, P., & Harnett, P. (2022). Investigating autonomic biomarkers of sensory processing patterns in young adults. *British Journal of Occupational Therapy, 85*(11), 900–909. doi:10.1177/03080226221089845
- Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., ... Interoception Summit 2016 Participants. (2018). Interoception and mental health: A roadmap. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 3*(6), 501–513. doi:10.1016/j.bpsc.2017.12.004
- Khan, A. A., Lip, G. Y. H., & Shantsila, A. (2019). Heart rate variability in atrial fibrillation: The balance between sympathetic and parasympathetic nervous system. *European Journal of Clinical Investigation, 49*(11), e13174. doi:10.1111/eci.13174
- Lee, C., Choi, W. S., Lee, B. C., Jeong, K. S., & Cho, Y. J. (2015). Clinical use of heart rate variability by comparison of measurement for 3 and 5 minutes. *Korean Journal of Family Practice, 5*(3), 523–528.
- Mahler, K., Hample, K., Jones, C., Sensenig, J., Thomasco, P., & Hilton, C. (2022). Impact of an interoception-based program on emotion regulation in autistic children. *Occupational Therapy International, 2022*(1), 9328967. doi:10.1155/2022/9328967
- Mehling, W. E., Price, C., Daubenmier, J. J., Acree, M., Bartmess, E., & Stewart, A. (2012). The multidimensional assessment of interoceptive awareness(MAIA). *PLoS One, 7*(11), e48230. doi:10.1371/journal.pone.0048230
- Moore, C. F., Gajewski, L. L., Laughlin, N. K., Luck, M. L., Larson, J. A., & Schneider, M. L. (2008). Developmental lead exposure induces tactile defensiveness in Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Environmental Health Perspectives, 116*(10), 1322–1326.
- Oliveira, T. F., & Costa, R. M. (2014). Interoceptive awareness and resting heart rate variability in women. In *the 2nd annual meeting of the European-association-for-psychosomatic-medicine(EAPM)*, Sibiu, Romania.
- Porges, S. W. (1992). Vagal tone: A physiologic marker of stress vulnerability. *Pediatrics, 90*(3), 498–504. doi:10.1542/peds.90.3.498
- Quigley, K. S., Kanoski, S., Grill, W. M., Barrett, L. F., & Tsakiris, M. (2021). Functions of interoception: From energy regulation to experience of the self. *Trends in Neurosciences, 44*(1), 29–38. doi:10.1016/j.tins.2020.09.008
- Shen, H., Du, X., Fan, Y., Dai, J., & Wei, G. X. (2023). Interoceptive sensibility mediates anxiety changes induced by mindfulness-based Tai Chi Chuan movement intervention. *Mindfulness, 14*(7), 1662–1673. doi:10.1007/s12671-023-02162-z
- Shiotsu, D., Jung, M., Habata, K., Kamiya, T., Omori, I. M., Okazawa, H., & Kosaka, H. (2021). Elucidation of the relationship between sensory processing and white matter using diffusion tensor imaging tractography in young adults. *Scientific Reports, 11*(1), 12088. doi:10.1038/s41598-021-91569-6
- Sim, K., & Gim, W. (2021). Mindfulness and pain: Focusing on body awareness and pain catastrophizing as process variables. *Korean Journal of Meditation, 11*(2), 21–37.
- Sim, K., Gim, W., & Jung, A. (2020). Follow-up study of the validation of Korean multidimensional assessment of interoceptive awareness(K-MAIA): Focused on eating behavior and somatic symptoms. *Korean Journal of Meditation, 10*(1), 1–22.
- Suh, M. H. (2021). Differences in heart rate variability depending on sex, level of stress, anxiety, and depression among college students: On the basis of neurovisceral integration model. *Journal of Korean Biological Nursing Science, 23*(1), 22–30.
- Taelman, J., Vandeput, S., Spaepen, A., & Van Huffel, S. (2009). *Influence of mental stress on heart rate*

*and heart rate variability.* In *4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering*, Antwerp, Belgium.

Tsakiris, M., & Critchley, H. (2016). Interoception

beyond homeostasis: Affect, cognition and mental health. *Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological sciences*, 371(1708), 20160002. doi:10.1098/rstb.2016.0002

## Abstract

# Relationship Between Interoceptive Awareness, Tactile Processing, and Heart Rate Variability

Kim, Ji-Hee, Ph.D., P.T., Kim, Eun Young, Ph.D., O.T.

Department of Occupational Therapy, Soonchunhyang University

**Objective :** The aim of this study was to investigate the relationship between interoceptive awareness, sensory processing, and heart rate variability which reflects the function of the autonomic nervous system.

**Methods :** Young adults completed the Adolescent/Adult Sensory Profile (AASP) and the Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA) for sensory processing and interoceptive awareness, respectively. Heart rate was recorded using electrocardiograms during the resting period, and the standard deviation of normal-to-normal interval (SDNN) was extracted. The correlation between sensory sections of the AASP and subscales of the MAIA was analyzed, and the differences in touch and interoceptive awareness between groups with high and low SDNN were compared.

**Results :** The touch of the AASP showed a relatively strong correlation with the subscales of the MAIA. Higher touch scores were associated with lower scores of not-worrying and attention regulation, but higher emotional awareness. The high SDNN group showed a tendency of higher interoceptive awareness compared to the low SDNN group.

**Conclusion :** This study demonstrated the tactile processing has the relationship with interoceptive awareness and individuals with higher heart rate variability tend to have greater interoceptive awareness. This study provides information on interoceptive awareness, which is emphasized in recent occupational therapy and sensory integration practices, and deepens the understanding of neurophysiological mechanism of sensory integration.

**Key words :** Autonomic nervous system, Heart rate variability, Interoception, Tactile sensory processing