

# A Study on Body Deformation and Measurement for the Development of a Customized Seating System of Para Ice Hockey

Wanho Jang<sup>1</sup>, Jongbae Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Occupational Therapy, The Graduate School, Yonsei University, Wonju, Korea

<sup>2</sup>Department of Occupational Therapy, College of Health Science, Yonsei University, Wonju, Korea

---

## Abstract

**Background** Para ice hockey is an adaptive sport designed to enable people with disabilities to participate in ice hockey. A customized seating system can improve the para ice hockey players' performance and prevent injuries.

**Methods** The subjects were 9 national para ice hockey players from the PyeongChang 2018 Paralympic Winter Games. Each subject's body was scanned using a 3D scanner and a simulator. The scanned data was measured using 3D modeling software. The measurement area of the body was the biacromial breadth, hip breadth, buttock-abdomen depth, shoulder height, iliac spine height and thigh clearance in the sitting position. The seating system was designed based on the collected data.

**Results** First, the measurement data of national ice hockey athletes can be used as basic data. Second, the body deformations of the shoulder, pelvis, and femur were severe.

**Conclusions** This study is meaningful as a case study of national ice hockey players with disabilities for the development of a customized seating system. Further research is needed on the performance and preventive effect of the customized seating system.

**Keywords** Para Ice Hockey, Customized Seating System, People with Disabilities, Deformation, Measurement

---

\*Corresponding author: Jongbae Kim (jongbae@yonsei.ac.kr)

This research project was supported by the Sports Promotion Fund of Seoul Olympic Sports Promotion Foundation form Ministry of Culture, Sports and Tourism.

*Citation:* Jang, W., & Kim, J. (2018). A Study on Body Deformation and Measurement for the Development of a Customized Seating System of Para Ice Hockey. *Archives of Design Research*, 31(3), 109-119.

<http://dx.doi.org/10.15187/adr.2018.08.31.3.109>

**Received** : Jan. 09, 2018 ; **Reviewed** : May. 23, 2018 ; **Accepted** : May. 23, 2018

**pISSN** 1226-8046 **eISSN** 2288-2987

**Copyright** : This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

---

## 1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 2018년 평창동계올림픽에 이어 패럴림픽을 개최하게 되었다. 평창동계패럴림픽은 총 6종목으로, 장애인아이스하키, 장애인알파인스키, 장애인스노보드, 장애인크로스컨트리스키, 장애인바이애슬론, 휠체어 컬링으로 구성된다. 각 스포츠 종목은 장애인이 원활하게 참여할 수 있도록 별도의 스포츠장비를 필요로 한다. 구도훈, 은선덕, 현보람, 그리고 권효순 (Koo, Eun, Hyun, & Kewon, 2014) 등은 장애인선수들은 근력을 제한적으로 사용할 수밖에 없기 때문에 비장애인보다 스포츠장비에 대한 의존도가 매우 높다고 보고하였다. 토렌스와 블랙 (Torrens & Black, 2011)은 장애인의 스포츠장비는 장애유형별 특성을 바탕으로 설계 및 제작되어야 한다고 하였다. 해외에서는 장애인선수의 경기력을 향상시키기 위한 체계적인 연구들이 이루어지고 있다 (Willick & Lexel, 2014). 하지만 국내에서는 장애인선수를 위한 연구가 부족하고, 대부분의 장애인선수들은 스포츠장비를 수입해서 사용하고 있는 실정이다 (National Rehabilitation Center, 2013). 최승권, 한동기, 그리고 김권일 (Choi, Han, & Kim, 2004)은 국내 장애인선수들이 스포츠장비를 제대로 갖추지 못해 외국 장애인선수들에 비해 경기력이 저하된다고 보고하였다. 따라서 국내 장애인선수에게 적합한 맞춤형 스포츠장비 개발이 필요하다.

장애인선수는 자신이 겪고 있는 장애 자체도 부상의 위험요소가 되기 때문에 (Silva, Bilzon, Duarte, Gorla, & Vital, 2013), 스포츠장비는 경기력 향상과 더불어 부상을 예방하기 위한 목적도 있다 (Marshall et al., 2004). 특히, 춥고 습한 환경에서 진행되는 동계패럴림픽은 부상위험성이 높기 때문에 스포츠장비의 역할이 중요하다 (Fagher et al., 2016). 실제 파거와 렉셀 (Fagher & Lexell, 2014)은 하계패럴림픽(12.9%)에 비해 동계패럴림픽(17.8%) 때 근골격계 부상이 더 많이 발생한다고 보고하였다. 2010년 밴쿠버동계패럴림픽에서는 장애인아이스하키가 모든 종목 중 부상 발생빈도가 가장 높았으며(33.9%), 118명의 선수 중 40명이 근골격계 손상으로 치료를 받아야 했다 (Webborn, Willick, & Emery, 2012). 부상은 훈련과 경기에 부정적인 영향을 미치며, 심한 경우 선수생명을 단축시키기도 한다 (Ljungqvist et al., 2009).

장애인스포츠용 착석시스템은 부상을 예방하고 경기력을 향상시키기 위한 중요한 장비이다 (Koo et al., 2014). 착석시스템은 자세조절 및 운동성과 밀접한 관련이 있는데 (Jung, 2007), 장애인아이스하키는 버킷이라는 착석시스템에 앉아야만 경기 참여가 가능해서 착석시스템의 역할이 매우 크다. 체형에 맞지 않는 착석시스템을 사용한 경우, 특정 부위에 압력이 증가하여 근골격계 손상을 초래할 수 있다 (Drury & Coury, 1982). 장애인을 대상으로 착석시스템을 디자인할 때, 개인별 통계적 변수가 커서 인체측정 평균데이터를 사용하기 어려운 제한점이 있다. 따라서 착석시스템은 인체공학적 접근을 기반으로 개인별 체형에 맞게 제작되어야 하며, 이를 위하여 개인별 특성을 파악해야 한다.

본 연구에서는 장애인아이스하키 국가대표 선수 9명의 맞춤형 착석시스템 제작을 위해 개인별 인체측정 및 신체적 변형을 조사하고자 한다.

---

## 2. 이론적 배경

### 2. 1. 장애인아이스하키

장애인아이스하키는 절단, 척추손상과 같은 원인으로 하지장애가 있는 사람들이 아이스하키를 참여할 수 있게 고안된 스포츠이다 (Mason, 2013). 1960년대 스웨덴에서 시작되었고 1980년대 노르웨이, 영국 등 점차 세계적으로 확산되었다. 1994년 노르웨이 릴레함메르에서 처음 패럴림픽 종목으로 채택되었다 (Beckman, Kudlacek, & Vanlandewijck, 2007). 장애인아이스하키의 경기 방식은 국제아이스하키연맹(International Ice

Hockey Federation)의 규정을 따르며, 아이스하키와 매우 흡사하다. 차이점은 상대적으로 짧은 경기시간과 특별한 스포츠장비가 필요하다는 점이다. 아이스하키는 20분씩 3회인 반면에 장애인아이스하키는 15분씩 3회로 구성된다. 이 종목은 스포츠장비에 많은 영향을 받는다 (Molik et al., 2012). 스포츠장비는 선수가 앉아서 경기에 참여할 수 있도록 디자인된 착석시스템과 앉은 자세를 유지하고, 주행 및 퍽을 제어하기 위한 두 개의 스틱이 있다 (Sandbakk, Hansen, Ettema, & Ronnestad, 2014). 착석시스템에 앉아있는 동안 몸이 이탈하지 않도록 스트랩을 이용해서 허벅지 및 골반을 고정한다 (Hawkeswood, Finlayson, O'Connor, & Anton, 2011). 장애인아이스하키선수는 자신의 체간을 앞으로 숙이고 두 스틱을 얼음 표면에 마찰력을 발생시켜 추진한다. 보통 6~22m 거리를 주행하고, 3~4분 동안 반복적으로 수행하며 그 후에 선수 교체가 이루어진다 (Baumgart & Sandbakk, 2016). 따라서 빠른 속도로 가속하고, 퍽을 원활하게 제어하기 위해서는 상지를 잘 활용해야 한다. 이를 위해서는 착석시스템을 통해 체간과 골반의 안정성을 높이는 것이 중요하다 (Beckman et al., 2007).

## 2. 2. 장애인아이스하키선수를 위한 맞춤형 착석시스템

장애인아이스하키는 역동적이고 방향전환이 빠른 종목이기 때문에 장애인선수가 경기 내내 자세를 지지해주는 착석시스템의 역할이 매우 중요하다. 착석시스템은 장애인의 비정상적인 근긴장 및 원시반사 발생을 감소시키며 (Nawaobi, 1987), 편안함을 제공해주고 (Apatsidis, Solomonidis, & Michael, 2002), 나아가 경기력 향상에 도움을 준다 (Prystupa, Prystupa, & Bolach, 2006). 구도훈 등 (Koo et al., 2014)은 맞춤형 착석시스템이 기성제품에 비해 이동변위를 감소시켜 효율적인 턴 동작을 가능하게 하며, 경기력을 높일 수 있다고 보고하였다.

장애인아이스하키의 착석시스템은 긍정적인 이점도 있지만, 사용자의 체형에 맞지 않는 착석시스템은 부상의 위험성을 높일 수 있다. 습한 환경에서 장기간 앉아 경기를 하기 때문에 압력이 제대로 분배되지 못하면 피부손상이 발생할 수 있다. 특히 장애인선수는 손상되기 쉬운 해부학적 특성을 가지고 있어 주의해야 한다. 절단 및 척추손상장애인들은 척추측만증, 척추후만증 등과 같은 근골격계 변형이 동반되는 경우가 많다. 근골격계 변형은 착석면의 압력을 분산하기 어려워 욱창과 같은 피부손상을 유발할 수 있다 (Drummond, Breed, & Narechania, 1985). 따라서 장애인의 해부학적 변형을 수용하기 위한 맞춤형 착석시스템이 필요하며, 이러한 장비는 압력 분포를 개선하고 전단력을 감소시켜 피부손상을 최소화시킬 수 있다 (Darrah et al., 2016).

맞춤형 착석시스템은 개인의 체형에 맞게 디자인해서 신체지지 면적을 넓히는 것이 중요하다. 쿠퍼와 루이지 (Cooper & Luigi, 2014)는 착석면의 표면적을 증가시킬 때 피부손상의 위험성을 감소시킨다고 보고하였다. 따라서 착석시스템은 사용자의 신체 표면과 최대한 접촉하도록 윤곽(contoured)을 형성해야 한다. 이러한 면을 제작하기 위해 전통적으로 수공예 공정을 사용했다. 이 공정은 노동집약적이며, 숙련된 전문가가 필요하고, 똑같은 결과물을 재현하기가 쉽지 않다 (da Silva, Beretta, Prestes, & Junior, 2011).

하지만 최근에는 맞춤형 착석시스템을 제작하기 위해 진공압밀공정기술을 활용하여 인체를 형상화하는 방법이 사용된다 (Watson & Woods, 2005). 이 공정은 사용자를 취형기에 앉힌 후, 진공펌프로 공기를 빼내어 인체의 형상을 뜨는 방법이다. 비침습적인 과정이기 때문에 장애인에게도 사용이 가능하다 (Tasker, Shapcott, & Holland, 2011). 그 후 딱딱하게 굳어진 인체형상을 3D스캐너로 스캔하여 데이터를 저장하며, 이 데이터를 기반으로 착석시스템을 제작한다 (Jang, Kim, & Kim, 2016). 저장된 데이터는 동일한 제품을 재현할 수 있고, 데이터 전송도 가능하다. 르메르, 업튼, 파이얼룽가, 마르텔, 그리고 부셰 (Lemaire, Upton, Paialunga, Martel, & Boucher)는 이러한 방식으로 제작된 착석시스템이 전통적인 방식보다 심미성, 견고성, 적절성의 이점이 있다고 보고하였다. 또한 리, 장 그리고 왕 (Li, Zhang, & Wang, 2014)도 기성 제품에 비해 맞춤형 착석시스템은 더 안락함을 제공한다고 보고하였다. 따라서 장애인선수의 신체를 형상화하여 맞춤형 착석시스템을 제작한다면 경기력을 향상시키고, 부상을 예방할 수 있는 수단이 될 수 있는 동시에 심미성과 안락감을 제공해줄 수 있다 (Farley, Mitchell, & Griffiths, 2004).

### 3. 연구문제 및 실험방법

#### 3. 1. 연구문제

본 연구는 장애인아이스하키선수를 위한 개인별 맞춤형 착석시스템을 개발하기 위한 기초연구로, 실제 국가대표 선수를 대상으로 신체 측정 및 변형을 조사하고, 맞춤 제작에 관한 사례연구를 실시하였다.

본 연구에서 설정한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 개인별 장애인 유형, 앉은어깨높이, 앉은위엉덩뼈가시높이, 앉은넙다리높이를 조사한다.

둘째, 개인별 어깨너비, 앉은엉덩이너비, 앉은엉덩이배두께를 조사하여 신체변형을 분석한다.

#### 3. 2. 실험방법

장애인아이스하키선수의 인체측정 및 변형을 조사하고, 착석시스템 디자인 개발을 위해 다음과 같은 방법으로 수행하였다.

2018년 평창패럴림픽 국가대표 선수 중 맞춤형 착석시스템을 필요로 하고, 본 연구과정에 참여를 희망한 절단 장애인 5명, 척수손상장애인 4명, 총 9명의 피험자를 선정하였다. 실험장소는 대한장애인이천훈련원에서 진행됐으며, 각 선수는 실제 경기에서 착용하는 경기복을 입고 실험에 참가하였다. 2017년 6월 19일부터 21일까지 훈련이 없는 쉬는 시간에 3D Systems사의 Sense 3D스캐너를 사용하여 피험자의 앉은 자세를 윗면과 아랫면을 나눠서 스캔하였다. 먼저 윗면을 스캔하고, 취형기를 이용하여 앉은자세의 아랫면을 취형한 후, 취형된 신체 형상을 스캔하였다. 취형기는 고무 재질의 주머니에 플라스틱 비즈가 들어가 있으며, 진공펌프에 의해 공기가 모두 빠질 경우 딱딱하게 굳어 형상을 유지하게 된다. 스캔데이터는 3D Systems사의 Geomagic Freeform 소프트웨어를 사용하여 인체측정을 수행하고, 맞춤형 착석시스템을 모델링하였다. 제품의 크기는 세계장애인아이스하키협회(<https://www.paralympic.org>)의 규정을 준수하여 길이는 1.2m 이내, 폭은 겨드랑이 밖으로 돌출되지 않을 정도로 제작하였다.

인체측정은 사이즈코리아(<http://sizekorea.kr>)와 정진완, 조창욱, 한희창 그리고 오광진 (Jung, Jo, Han, & Oh, 2009)의 연구에서 사용된 항목 중 앉은어깨높이, 앉은위엉덩뼈가시높이, 앉은넙다리높이, 어깨너비, 앉은엉덩이너비, 앉은엉덩이배두께의 총 6항목을 측정하였다(Table 1).

Table 1 Definitions of Body Part Dimensions

용어	측정방법
앉은어깨높이	앉은면에서 어깨점까지의 수직거리
앉은위엉덩뼈가시높이	앉은면에서 위앞엉덩뼈가시점까지의 수직거리
앉은넙다리높이	앉은면에서 앉은넙다리위점까지의 수직거리
어깨너비	양쪽 어깨점 사이의 수평거리
앉은엉덩이너비	엉덩이 혹은 양쪽 넙다리 사이의 최대 수평거리
앉은엉덩이배두께	엉덩이 뒷부분을 수직판 표면에 접촉시킨 상태에서 수직판에서 앉은배돌출점까지의 수평거리

어깨너비, 앉은엉덩이너비, 앉은엉덩이배두께는 개인의 체형을 파악하기 위해서 조사되었다. 특히 앉은엉덩이너비와 앉은엉덩이배두께는 착석시스템의 너비와 폭을 결정짓는 중요한 요소이다. 앉은어깨높이, 앉은위엉덩뼈가시높이, 앉은넙다리높이는 개인별 체형에 변형상태를 확인하고자 하였다.

## 4. 연구결과

### 4. 1. 개인별 기본정보, 신체측정 및 변형

연구에 참여한 피험자들은 총 9명으로 장애유형은 절단장애인 5명(A, B, C, D, E), 척수손상장애인 4명(F, G, H, I)으로 조사되었다. 성별은 모두 남자이며, 평균나이는 41.6세로 절단장애인이 41.4세였으며, 척수손상장애인은 42세였다. 더만 등 (Derman et al., 2016)은 2014년 소치페럴림픽 장애인아이스하키선수 평균 나이의 67% 이상이 35세 미만인 것으로 보고되었는데, 이 연구에 참여한 피험자는 상대적으로 나이가 많은 것으로 조사되었다. 개인별 치수에 맞는 착석시스템을 제작하기 위해 어깨너비, 앉은엉덩이너비, 앉은엉덩이배두께를 측정하였다(Table 2).

Table 2 Basic information and body Measurement

피험자	성별	장애유형	어깨너비 (mm)	앉은엉덩이너비 (mm)	앉은엉덩이배두께 (mm)
A(48세)	남	절단	425	364	315
B(48세)	남	절단	482	415	329
C(47세)	남	절단	502	412	327
D(42세)	남	절단	427	390	288
E(22세)	남	절단	433	412	308
F(45세)	남	척수손상	476	420	317
G(44세)	남	척수손상	497	492	334
H(34세)	남	척수손상	493	463	314
I(45세)	남	척수손상	462	381	280

피험자의 신체변형을 분석하기 위해 어깨, 엉덩이, 넓다리를 조사한 결과는 다음과 같다(Table 3). 플러스(+)는 우측이 높고, 마이너스(-)는 좌측이 높으며, 높이 5mm 미만은 비교적 좌우균형을 이루고 있다고 판단하였다 (Lee & Oh, 2017).

앉은어깨높이는 9명 피험자 중, 7명(A, B, D, F, G, H, I)이 우측이 높았으며, 2명(C, E)은 좌측이 높았다. 앉은어깨높이의 좌우균형을 이루고 있는 피험자는 없었다. 앉은위엉덩뼈가시높이는 9명 피험자 중, 4명(A, C, F, I)이 우측 골반이 높았으며, 2명(E, G)은 좌측 골반이 높았다. 2명(B, H)은 비교적 좌우균형을 이루고 있었다. 앉은넓다리높이는 9명 피험자 중, 6명(A, B, C, D, H, I)은 우측 대퇴가 높았으며, 3명(E, F, G)은 좌측 대퇴가 높았다. 앉은넓다리높이가 좌우균형을 이루고 있는 피험자는 없었다. 전체적으로 좌우불균형이 심했으며, 장애유형과 변형 간에 관련성은 없었다. 이러한 변형의 다양성은 정동훈 (Jung, 2007)이 장애인을 위한 착석시스템 개발 시 인체측정 평균데이터를 사용할 수 없다는 연구와 일치하며, 따라서 개인별 변형과 장애특성을 고려한 착석시스템이 개발되어야 한다. 특히, 장애인아이스하키의 착석시스템은 앉은 자세의 안정성이 매우 중요하기 때문에 대퇴부와 골반을 고려한 맞춤형 디자인으로 제작되어야 한다.

Table 3 Body Deformation

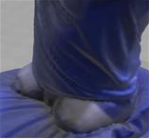
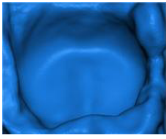
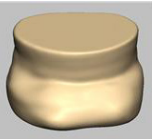


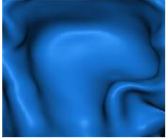
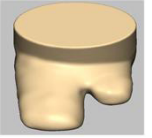
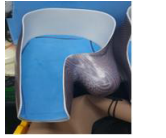

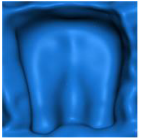
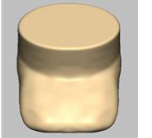


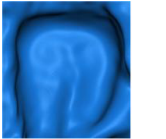
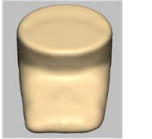
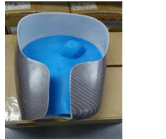
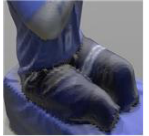
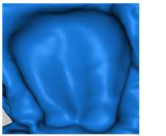
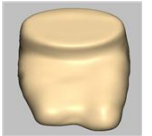

장애유형	피험자	앉은어깨높이 (mm)		앉은위엉덩뼈가시높이 (mm)		앉은넓다리 높이 (mm)		신체변형
		좌측	우측	좌측	우측	좌측	우측	
절단	A(48세)	600	614	162	170	125	139	- 우측 어깨 높음 - 우측 골반 높음 - 우측 대퇴부 두꺼움
		+14		+8		+14		
절단	B(48세)	550	546	163	164	101	135	- 우측 어깨 높음 - 우측 대퇴부 두꺼움
		+26		+1		+34		
절단	C(47세)	590	584	153	164	143	161	- 좌측 어깨 높음 - 우측 골반 높음 - 우측 대퇴부 두꺼움
		-6		+11		+18		

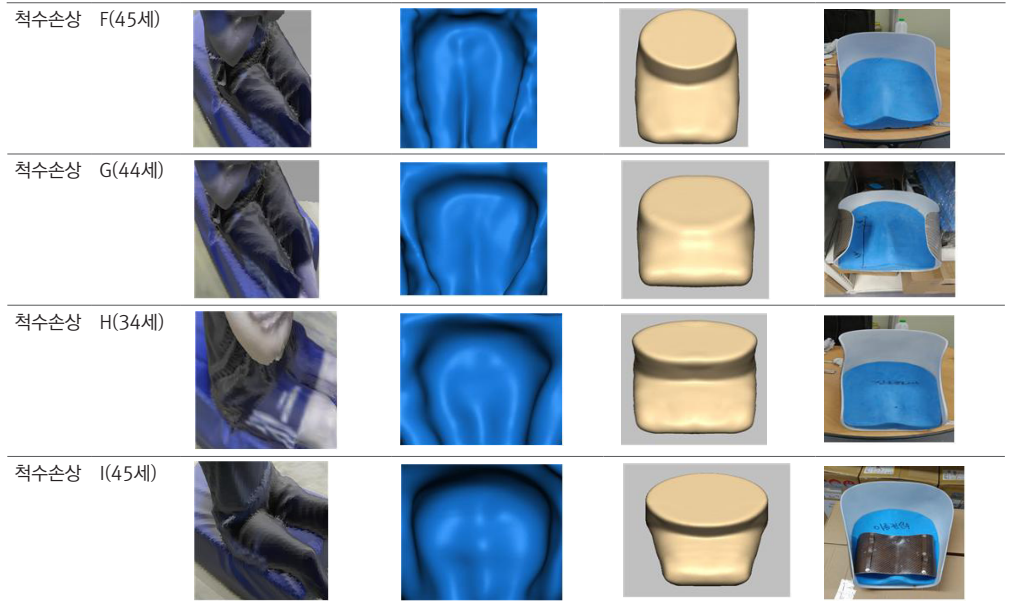
절단	D(42세)	546 +19	565	156 +28	164	143 +11	161	- 우측 어깨 높음 - 우측 골반 높음 - 우측 대퇴부 두꺼움
절단	E(22세)	617 -17	600	171 -17	154	159 -18	141	- 좌측 어깨 높음 - 좌측 골반 높음 - 좌측 대퇴부 두꺼움
척수손상	F(45세)	535 +5	540	150 +14	164	154 -10	144	- 우측 어깨 높음 - 우측 골반 높음 - 좌측 대퇴부 두꺼움
척수손상	G(44세)	564 +45	609	199 -20	179	183 -10	173	- 우측 어깨 높음 - 좌측 골반 높음 - 좌측 대퇴부 두꺼움
척수손상	H(34세)	572 +7	579	159 0	159	118 +5	123	- 우측 어깨 높음
척수손상	I(45세)	596 +18	614	174 +16	190	143 +21	164	- 우측 어깨 높음 - 우측 골반 높음 - 우측 대퇴부 두꺼움

#### 4. 2. 맞춤형 착석시스템 제작

스캔데이터를 바탕으로 3D Systems사의 Geomagic Freeform 소프트웨어를 사용하여 장애인아이스하키 착석 시스템을 디자인하였다. 이 디자인을 기반으로 A사에서 NC가공기계로 발포폴리프로필렌(EPP) 폼을 절삭하여 착석시스템 제작을 위한 틀을 만들었다. N사에서는 이 틀을 기반으로 버킷은 폴리프로필렌(PP), 시트는 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)을 사용해서 착석시스템을 제작하였다. A사는 장애인을 위한 착석시스템을, N사는 장애인스포츠장비를 전문적으로 제조하는 업체이다. 폴리프로필렌은 열성형이 용이한 소재로 보조기 제작에 많이 사용되며, 저밀도폴리에틸렌은 폴리프로필렌에 비해 탄성이 높으며, 알파인스키 착석시스템을 제조할 때 사용되었다 (Koo et al., 2014). 스캔 및 모델링 데이터, 최종 제작된 맞춤형 착석시스템은 다음과 같다(Table 5).

Table 4 Scanned data, modeling data and Products

장애유형	피험자	스캔데이터 (뒷면)	스캔데이터 (아랫면)	모델링데이터	착석시스템
절단	A(48세)				
절단	B(48세)				
절단	C(47세)				
절단	D(42세)				
절단	E(22세)				



## 5. 결론 및 제언

본 연구는 맞춤형 장애인아이스하키 착용시스템 제작을 위한 사례연구로, 국가대표 장애인 선수를 대상으로 개인별 신체측정 및 변형을 조사하고, 3D모델링 기반으로 제품을 제작하였다.

본 연구의 결과를 다음과 같이 요약하였다.

첫째, 국내 장애인아이스하키선수의 인체치수를 조사하였다. 정진완 등 (Jung et al., 2009)은 장애인선수를 대상으로 수행한 인체측정이 거의 이루어지지 않아 장애인선수의 신체적 특성에 대한 정보가 부재하며, 이것은 스포츠연구 및 참여를 막는 장벽이라고 보고하였다. 따라서 본 연구결과물이 향후 장애인스포츠 연구의 기초자료로 활용될 것이라고 사료된다.

둘째, 장애인아이스하키선수의 앉은자세에서 측정된 어깨, 골반, 대퇴는 모두 신체적 변형이 심하여 좌우균형을 이루는 경우가 거의 없었다. 절단 및 척수손상장애인선수들은 척추 및 골반의 변형을 동반하는 경우가 많은 것으로 사료된다.

셋째, 장애인아이스하키선수의 앉은 자세 안정성은 매우 중요하며, 이를 향상시키기 위해서는 착용시스템이 맞춤형으로 제작되어야 한다. 특히, 대퇴부와 골반의 형태는 개인마다 매우 다르기 때문에 신체를 스캔하여 제작하는 방식이 적절하다고 사료된다.

국내 장애인스포츠선수에 대한 연구가 부족한 실정이다. 비장애인에 비해 장애인의 측정데이터가 부족하여 본 연구는 장애인스포츠연구의 기초자료로 사용될 것이다. 또한 장애인아이스하키선수는 장애특성 상 변형의 위험성을 가지고 있으며, 어깨, 골반, 대퇴 모두 신체적 불균형이 심한 것으로 나타났다. 본 연구에서 수집된 데이터를 기반으로 개인별 맞춤형 착용시스템을 디자인하였으며, 사전연구를 통해 경기력 향상과 부상예방에 도움을 줄 것으로 사료된다.

본 연구는 맞춤형 착석시스템 개발을 위해 실제 국가대표 장애인아이스하키선수 대상으로 사례연구를 실시한 점에서 의미가 있다. 하지만 대상자의 수가 적었기 때문에 연구결과를 일반화하기에는 한계점이 존재한다. 후속연구로는 맞춤형 착석시스템을 사용했을 때, 경기력에 대한 효과와 압력분배 및 부상에 대한 예방적인 효과가 있었는지에 관한 연구가 필요하다. 또한 착석시스템이 요구되는 다른 스포츠종목에 대한 연구도 진행되어야 하며, 본 기초연구가 방향성을 제시해줄 수 있을 것으로 사료된다.

## References

1. Apatsidis, D. P., Solomonidis, S. E., & Michael, S. M. (2002). Pressure distribution at the seating interface of custom-molded wheelchair seats: Effect of various materials. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(8), 1151-1156.
2. Baumgart, J. K., & Sandbakk, Ø. (2016). Laboratory Determinants of Repeated-Sprint and Sport-Specific-Technique Ability in World-Class Ice Sledge Hockey Players. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2), 182-190.
3. Beckman, E., Kudláček, M., & Vanlandewijck, Y. (2007). Development of a skills observation protocol for sledge ice hockey-pilot study. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 37, 45-50.
4. Choi, S. G., Han, D. K., & Kim, K. I. (2004). An Research on Recognition of Current State of Elite Sports for the Athletes with Disabilities in Korea. *Journal of Special Physical Education, Yongin Universit.* 2, 29-46.
5. Cooper, R. A., & De Luigi, A. J. (2014). Adaptive sports technology and biomechanics: wheelchairs. *PM&R*, 6(8), S31-S39.
6. Darrah, S. D., Dicianno, B. E., Berthold, J., McCoy, A., Haas, M., & Cooper, R. A. (2016). Measuring static seated pressure distributions and risk for skin pressure ulceration in ice sledge hockey players. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(3), 241-246.
7. da Silva, F. P., Beretta, E. M., Prestes, R. C., & Junior, W. K. (2011). Design and milling manufacture of polyurethane custom contoured cushions for wheelchair users. *The Australasian medical journal*, 4(9), 500.
8. Derman, W., Schweltnus, M. P., Jordaan, E., Runciman, P., Van de Vliet, P., Blauwet, C., ... & Stomphorst, J. (2016). High incidence of injury at the Sochi 2014 Winter Paralympic Games: a prospective cohort study of 6564 athlete days. *Br J Sports Med*, bjsports-2016.
9. Drummond, D., Breed, A. L., & Narechania, R. (1985). Relationship of spine deformity and pelvic obliquity on sitting pressure distributions and decubitus ulceration. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 5(4), 396-402.
10. Drury, C. G., & Coury, B. G. (1982). A methodology for chair evaluation. *Applied Ergonomics*, 13(3), 195-202.
11. Fagher, K., Forsberg, A., Jacobsson, J., Timpka, T., Dahlström, Ö., & Lexell, J. (2016). Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities. *European journal of sport science*, 16(8), 1240-1249.
12. Fagher, K., & Lexell, J. (2014). Sports-related injuries in athletes with disabilities. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(5).
13. Farley, R., Mitchell, F., & Griffiths, M. (2004). Custom skiing and trekking adaptations for a trans-tibial and trans-radial quadrilateral amputee. *Prosthetics and orthotics international*, 28(1), 60-63.
14. Hawkeswood, J., Finlayson, H., O'Connor, R., & Anton, H. (2011). A pilot survey on injury and safety concerns in international sledge hockey. *International journal of sports physical therapy*, 6(3), 173.
15. Jang, W., Kim J., & Kim J. (2013). Design research for customized bucket of ice sledge hockey using cad/cam technology. In *Korea Science & Art Forum*, 26, 381-390.
16. Jeong, D. H. (2008). Analysis on the satisfaction of custom fitted seating system of students with cerebral palsy and parents using the modified QUEST. *Korean Journal of Physical and Multiple Disabilities*, 51(3), 19-34.
17. Jung, D. (2007). Postural deformities of wheelchair users with disabled students: Influence of anthropometric data compared with wheelchair size. *Korean Journal of Physical and Multiple Disabilities*, 50(3), 1-21.



18. Jung, J., Jo, C., Han, H., & Oh, K. (2009). Anthropometric and sports wheelchair Position Measurement of Athletes with Physical Disabilities for Developing Korean Sports Wheelchair. *Journal of Adapted Physical Activity*, 17(2), 205–221.
19. Jung, K. H., Lee, B. H., & You, H. C. (2011). Development and Application of an Anthropometric Design Method Considering Physical Human Variabilities. *IE interfaces*, 24(4), 420–427.
20. Koo, D., Eun, S., Hyun, B., & Kweon, H. (2014). Disabled Alpine Ski Athletes Kinematic Characteristic Changes by Computer Aided Design Based Mono Ski Bucket: A Case Study. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 24(4), 425–433.
21. Lee, H., & Oh, H. (2017). A Case Study on Foot Types and Body Deformation for Custom Footwear Design –Focused on Elderly Women–. *Archives of design research*, 30(3), 73–82.
22. Lee, M., Han, M. K., & Ryu, J. S. (2012). Review on inclusion of young children with severe disabilities and implications for effective inclusion in early childhood education. *Korean Journal of Childcare and Education*, 8(2), 5–26.
23. Lemaire, E. D., Upton, D., Paialunga, J., Martel, G., & Boucher, J. (1996). Clinical analysis of a CAD/CAM system for custom seating: A comparison with hand-sculpting methods. *Journal of rehabilitation research and development*, 33(3), 311.
24. Lewandowski, M., ... & Herink, R. (2012). Game performance in ice sledge hockey: An exploratory examination into type of disability and anthropometric parameters. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(1), 65–69.
25. Li, S., Zhang, Z., & Wang, J. (2014). Development and evaluation of a new contoured cushion system with an optimized normalization algorithm. *Bio-medical materials and engineering*, 24(6), 3427–3438.
26. Ljungqvist, A., Jenoure, P., Engebretsen, L., Alonso, J. M., Bahr, R., Clough, A., ... & Meeuwisse, W. (2009). The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on periodic health evaluation of elite athletes March 2009. *British journal of sports medicine*, 43(9), 631–643.
27. Marshall, S. W., Loomis, D. P., Waller, A. E., Chalmers, D. J., Bird, Y. N., Quarrie, K. L., & Feehan, M. (2004). Evaluation of protective equipment for prevention of injuries in rugby union. *International journal of epidemiology*, 34(1), 113–118.
28. Mason, F. (2013). Athletic, but ambivalent, and in brief: Canadian newspaper coverage of sledge hockey prior to Vancouver 2010. *Sport in Society*, 16(3), 310–326.
29. National Rehabilitation Center. (2013). *Development of customized ski bucket to increase performance of ski athlete with disability*. Seoul: National Research Institute.
30. Nwaobi, O. M. (1987). Seating orientations and upper extremity function in children with cerebral palsy. *Physical therapy*, 67(8), 1209–1212.
31. Prystupa, E., Prystupa, T., & Bolach, E. (2006). Developmental trends in sports for the disabled: The case of summer Paralympics. *Human Movement*, 7(1), 77–83.
32. Sandbakk, Ø., Hansen, M., Ettema, G., & Rønnestad, B. (2014). The effects of heavy upper-body strength training on ice sledge hockey sprint abilities in world class players. *Human movement science*, 38, 251–261.
33. Silva, M. M. E., Bilzon, J., Duarte, E., Gorla, J., & Vital, R. (2013). Sport injuries in elite paralympic swimmers with visual impairment. *Journal of athletic training*, 48(4), 493–498.
34. Tasker, L. H., Shapcott, N. G., & Holland, P. M. (2011). The use and validation of a laser scanner for computer aided design and manufacturing of wheelchair seating. *Journal of medical engineering & technology*, 35(6–7), 377–385.
35. Torrens, G., & Black, K. (2011). *Equipment design in inclusive physical activity and disability sport*. In: Roibas, A. C., Stamatakis, E., & Black, K. (Eds.), *Design for Sport* (pp. 153–178). Farnham: Gower.
36. Watson, N., & Woods, B. (2005). The origins and early developments of special/adaptive wheelchair seating. *Social history of medicine*, 18(3), 459–474.
37. Webborn, N., Willick, S., & Emery, C. A. (2012). The injury experience at the 2010 winter paralympic games. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(1), 3–9.
38. Willick, S. E., & Lexell, J. (2014). Paralympic sports medicine and sports science—introduction. *PM&R*, 6(8), S1–S3.

# 장애인이아이스하키 맞춤형 착석시스템 개발을 위한 신체변형 및 측정에 관한 연구

장완호<sup>1</sup>, 김종배<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 대학원 작업치료학과, 원주, 대한민국

<sup>2</sup>연세대학교 보건과학대학 작업치료학과, 원주, 대한민국

---

## 초록

**연구배경** 장애인이아이스하키는 장애인이 아이스하키에 참여할 수 있도록 고안된 장애인스포츠이다. 맞춤형 착석시스템은 장애인이아이스하키선수의 경기력을 향상시키고 부상을 예방할 수 있다.

**연구방법** 연구대상자는 2018 평창 동계패럴림픽 국가대표선수 9명이다. 대상자의 신체는 3D스캐너와 취형기를 사용하여 스캔되었다. 스캔된 데이터는 3D모델링 소프트웨어를 사용하여 측정되었다. 신체의 측정 부위는 앉은어깨높이, 앉은위엉덩뼈가시높이, 앉은넓다리높이, 어깨너비, 앉은엉덩이너비, 앉은엉덩이배두께였다. 착석시스템은 수집된 데이터를 기반으로 디자인되었다.

**연구결과** 첫째, 국가대표 장애인이아이스하키의 선수의 측정데이터는 기초자료로 활용될 수 있다. 둘째, 어깨, 골반, 대퇴의 신체 변형이 심한 것으로 나타났다.

**결론** 본 연구는 맞춤형 착석시스템 개발을 위해 실제 국가대표 장애인이아이스하키선수를 대상으로 사례 연구를 실시한 점에서 의미가 있다. 향후 맞춤형 착석시스템에 의한 경기력 및 예방 효과에 관한 추가연구가 필요하다.

**주제어** 장애인이아이스하키, 맞춤형 착석시스템, 장애인, 변형, 측정

---

\*교신저자 : 김종배 (jongbae@yonsei.ac.kr)

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.