Evaluation of Integral Seat Desk used in Universities based on KS/ISO standard and Questionnaire Survey

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to evaluate integral seat desk used in universities through comparison of real dimension values of the desk to a KS/ISO standard and questionnaire survey.

Background: School furniture that helps students sit comfortably for longer periods of time and allows for better concentration on learning is important. However, seat and desk have been generally designed based on the industry practice rather than user's anthropometry, and seats and desks used in universities of Korea have not been ergonomically evaluated.

Method: Real 13 dimensions of the desk used in K university were measured using tape measure and inclinometer, and the dimension values were compared to the KS standard of desk and chair for lecture room(KS G 4210) and ergonomic design principles found in relevant references. Subjective appropriacies and preference for the desk were investigated based on questionnaire survey, in which 121(male: 91, female: 30) college aged students participated.

Results: Several dimensions for the desk and chair investigated except desk depth and width, leg room width, seat width have not met the KS standard, but all dimensions satisfied ergonomic design principles available in references. The questionnaire survey revealed that while appropriacies for desk surface size, seat pan depth, seat pan cushion and backrest curvature were under middle point of 3.0, those for the other dimensions showed higher scores exceeding 3.0.

Application: This would be used as a valuable guideline when designing or choosing new integral seat desk with high satisfaction of students.

Keywords

Desk, Seat, Chair, Integral seat desk

1. Introduction

초중고등학교 및 대학을 다니는 학생들은 학교에서 보내는 시간의 대부분을 앉은 자세로 지낸다(Troussier et al., 1999). 학생들은 그들의 인체 치수에 맞지 않는 의자, 책상 등의 가구를 사용하는 경우가 많으며(Castellucci et al., 2010; Saarni et al., 2007; Savanur et al., 2007), 이러한 부적절한

가구의 사용은 부정적 영향을 학생에게 미치고 좋지 못한 자세를 취하게 한다(Geldhof et al., 2007; Koskelo et al., 2007). 좋지 못한 자세는 요통과 같은 근골격계질환을 유발하기 때문에 학교에서 사용되는 가구의 인간공학적 설계가 중요한 요소가 된다(Corlett, 2006; Milanese and Grimmer, 2004; Murphy et al., 2007; Trevelyan and Legg, 2011).

인간공학적으로 잘 설계된 책상과 의자는 적절한 자세를 취하게 하여 앉은 자세에서 작업 효율을 높이거나 집중력을 높이고 피로 및 불편은 감소시킨다(Agha, 2010; Fernandez and Poonawala, 1998). 이러한 관점에서 장시간 동안 안락하게 앉아 있을 수 있게 하고 공부에 집중할 수 있도록 하는 학교 가구의 인간공학적 설계가 중요하며, 책상과 의자 같은 학교 가구의 인간공학적 설계에는 인체 측정치가 중요한 요소가 된다(Dianat et al., 2013).

초중고등학교에서는 조절 가능하며 책상과 의자가 분리되어 있는 책상이, 대학에서는 조절식이 아닌 의자 및 책상이 일체형인 책상이 많이 사용되고 있다. 오래 전에 Jeong과 Park(1990)이 6-17세 사이의 1,248명의 학생을 대상으로 측정한 10 개의 인체 측정치를 바탕으로, 남녀 간에 다른 치수의 책걸상을 제공하여야 함을 보였다. Kim과 Park(2009)은 초중고등학교 학생을 대상으로 책상 및 의자에 대한 불편도를 조사한 적이 있다. 그러나 우리 나라 대학에서 사용되고 있는 일체형 책상의 인간공학적 평가에 대한 연구는 찾아보기 힘든 실정이다.

본 연구에서는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) (KATS, 2005) 및 인간공학적 설계 기준과의 비교와 설문조사를 통하여 많은 대학에서 사용되고 있는 일체형 책상을 평가하고자 한다. 본 연구에서는 대학의 일체형 책상 평가를 위하여 K 대학에서 사용되고 있는 책상을 그 대상으로 선정하였다. K 대학에서는 과거 Figure 1 a)와 같은 일체형 책상(500mm(너비) x 760mm(길이) x 720mm(높이))을 사용하다 10여년 전부터 학습환경 개선 활동의 일환으로 Figure 1 b)와 같은 조금 더 커진 고가형의 책상(600mm x 800mm x 720mm)를 사용하고 있다. 본 연구의 대상은 현재 사용하고 있는 Figure 1 b)의 일체형 책상이다.



(a) Past (b) current

Figure 1. Past and existing seat-integrated desk in K university

2. Methods

2.1 Seat and desk evaluation

일반적으로 의자 및 책상 평가 방법은 의자 혹은 책상의 관련 인체측정치 및 인간공학적 설계 원칙과의 비교, 사용자가 의자 혹은 책상을 조절하여 보는 과정을 통한 방법 및 사용자가 주관적으로 평가하는 방법 등 세 가지가 있다(Drury and Coury, 1982). 본 연구에서는 이 중 첫 번째 방법을 사용하였다. 이를 위하여 의자 설계에 요구되는 3가지 관련 인체 측정치 즉, 키(stature), 앉은오금높이(popliteal height), 앉은오금수평길이(buttock-popliteal length)가 사용되었으며(Table 1)(Dianat et al., 2013), 인체측정치는 기술표준원의 6차 Size Korea 사업의 결과를 이용하였다(Size Korea, 2014). 인체측정치는 본 연구에서 다루고자 하는 일체형 책상을 사용하는 대상이 대학생이기 때문에 20-24세 남녀 자료를 사용하였다. 의자 및 책상 치수는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)을 참조하여 책상 3개, 의자 7개, 책상 및 의자 1개 등 11개의 치수를 측정하였다(Dianat et al., 2013; KATS, 2011). 책상 및 의자 치수의 정의는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)을 참조하였다(Figure 2). 이러한 측정 자료를 바탕으로 본 연구의 대상인 일체형 책상의 실제 측정 치수와 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)) 및 책상과 의자의 설계 원칙(design principle) (Niebel and Freivalds, 1993; Pheasant, S., 1995; Sanders and McCormick, 1987)과의 비교를 통하여 평가를 수행하였다. 필요할 경우는 학생용 책상 및 의자 규격(KS G 2010)도 원용하였다(KATS, 2011).

Table 1. Anthropometric, desk and seat dimensions

Anthropometric dimensions	Desk	Seat	Desk & seat
Stature Popliteal height Buttock-popliteal length	Height(h1, h2) Minimum depth(t1) Width(b1) Leg room width(b2) Desk angle(θ)	Seat height(h3) Effective seat depth(t2) Minimum seat width(b2) Height for lowest backrest(h4) Height for highest backrest(h5) Minimum backrest width(b4) Seat angle(δ)	Thigh clearance(h5)

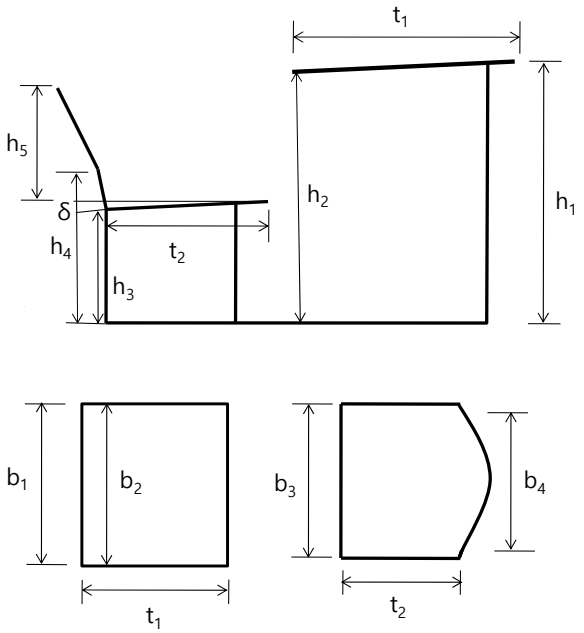


Figure 2. Dimensions of desk and seat

2.2 Questionnaire survey

설문조사는 19~28세(평균: 22.4세) 남녀 대학생 121명(남: 91명, 여: 30명)을 대상으로 실시하였다. 설문은 피실험자 성별, 연령에 대한 인구통계학적 문항 2개, 책상에 대한 3 문항, 의자에 대한 8 문항, 일체형 책상 사용 시 가장 불편한 점을 묻는 1문항, 일체형 책상 선호도에 대한 1문항 등 15문항으로 구성되었다. 의자와 책상에 대한 설문은 특정 설계 치수의 적절성을 묻는 문항(예: 현재 사용 중인 의자 좌판의 높이는 적절한가?)으로 구성되었고, 그에 대한 응답은 5점 Likert 척도(1: 매우 부적절, 2: 부적절, 3: 보통, 4: 적절, 5: 매우 적절)로 하도록 하였다. 일체형 책상 및 의자와 책상이 분리되어 있는 일반적 책상에 대한 선호도는 0~10점 척도로 조사하였다. 설문조사에 참여하는 대학생들이 책상과 의자에 대한 용어를 잘 모르기 때문에 실험자가 설문을 한 문항씩 설명한 후 피실험자가 답하게 하였다. 설문에 충분히 생각하고 답할 수 있도록 문항 간 설명 및 응답에 충분한 시간을 주었다.

3. Results

3.1 Dimensions of integral seat desk

본 연구의 대상인 일체형 책상의 13개 치수에 대한 측정값은 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)) 및 인간공학적 설계 원칙에 준한 치수와 함께 Table 2에 제시되어 있다. Table 2의 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)은 규격에 제시되어 있는 A1, A2, B1, B2형 A2형(규격에서 u(책상의 앉는

자리 쪽 끝과 의자의 등받이점 간의 수평거리) 370mm는 연구 대상 책상의 치수와 일치)을 사용하였다. 책상과 의자에 대한 인간공학적 설계 원칙은 3개의 참고문헌(Niebel and Freivalds, 1993; Pheasant, 1995; Sanders and McCormick, 1987)을 종합한 것이다.

Table 2. Dimensions of integral chair desk

	Dimension	Value (mm or °)	KS G 4210 (mm or °)	Design principle[1]	Others
Desk	Height(h1, h2)	730, 720	700(h1)	700-750[2]	
	Minimum depth(t1)	400	>350	-	
	Width(b1)	600	>560	-	
	Leg room width(b2)	450	>400		
	Desk angle(θ)	2 °	0° or 5°		
Seat	Seat height(h3)	420	400	430-460	Design for small persons
	Effective seat depth(t2)	420	360	380-430	Design for small persons
	Minimum seat width(b3)	400	>360	>400	Design for large persons
	Height for lowest backrest(h4)	600	630	>500-600	
	Height for highest backrest(h5)	670	830	600-900	
	Minimum backrest width(b4)	380		305	
	Seat angle(δ)	7°	0-4°	0-7 °	
Desk & seat	Thigh clearance(h5)	230	-	200	Design for large persons

1: based on Niebel and Freivalds(1993), Pheasant(1995), Sanders and McCormick(1987);

2: dimension for female

3.1.1 Desk

책상 높이(720mm, 730mm)는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) (700mm)에 비하여서는 조금 높으나 여성을 기준으로 한 설계 원칙 관점(Sanders and McCormick, 1987)(700-750mm)에서는 문제가 없는 것으로 나타났다. 책상 면 깊이는 400mm로 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)을 만족하고, 너비도 600mm로 규격 치수(560mm or more)를 만족하는 것으로 조사되었다. 반면, 학생용 책상 및 의자 규격(KS G 2010)과 비교하면 책상면 깊이 및 너비는 규격(각각 450, 500mm 및 650, 700mm)에 비하여 크게 작은 것으로 나타났다. 책상면 기울기는 2°로 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 설계 규격(0° 또는 7°)에 미치지 못하고 있다.

3.1.2 Seat

의자 높이는 420mm로 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 400mm를 초과하나, 여성을 기준으로 한 설계 원칙(Sanders and McCormick, 1987) 치수(430-460mm)보다는 낮은 것으로 조사되었다. 의자 깊이는 420mm로 설계 원칙(Sanders and McCormick, 1987)은 만족하나 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)보다는 60mm나 큰 것으로 조사되었다. 본 연구에서 다루는 일체형 책상의 책상 면 앞쪽 중앙 부분이 최대 50mm 정도의 홈이 있고 의자를 움직일 수 없어(Figure 1 참조), 책상을 사용할 때 실질적 의자 깊이는 책상 면 홈의 깊이만큼 더하여져 470mm가 된다고 할 수 있다. 의자 너비는 400mm로 설계 원칙(Sanders and McCormick, 1987)을 만족하며, 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210))보다 40mm 크고 큰 사람을 기준으로 설계하여야 하는 치수이기 때문에 규격을 만족한다고 할 수 있다. 등받이 너비는 380mm로 큰 사람 기준으로 설계되는 치수이고 인간공학적 설계 기준(305mm)을 초과하고 있어 설계 기준을 만족하고 있다.

3.2 Questionnaire survey

3.2.1 Desk and seat

의자 및 책상에 대한 설문조사 결과는 Table 3에 정리되어 있다. 본 연구의 대상인 일체형 책상의 책상 높이, 대퇴여유(thigh clearance), 의자 높이, 너비, 좌판 기울기(seat pan inclination), 등받이 너비 및 높이에 대한 응답은 보통(3.0) 수준을 조금 초과하는 것으로 조사되었다. 반면, 책상 면 크기(surface size), 좌판 깊이(seat pan depth), 등받이 기울기(backrest inclination), 등받이 굴곡 모양(curvature shape)는 보통과 부적절(2.0) 사이에 있는 것으로 나타났다. 의자 좌판 쿠션은 적절성이 1.97로 가장 낮았으며 부적절 수준에도 미치지 못하였다.
일체형 책상에서 가장 불편한 점을 묻는 문항에서는 의자와 책상이 일체형을 89명이 답하여 가장 많았고, 좌판 쿠션이 56명으로 두 번째로 높았고, 책상 크기 및 의자와 책상이 조절식이 아닌 고정형 43명, 수납 공간 없음 38명 등의 순서로 조사되었다.

Table 3. Results of questionnaire survey

	Dimension	Value		Dimension	Value
Desk	Height	3.07	Seat	Seat pan Height	3.32
	Surface Size	2.48		Seat pan Width	3.19
				Seat pan Depth	2.85
Desk & seat	Thigh clearance	3.14		Seat pan inclination	3.21
				Seat pan cushion	1.97
				Backrest width	3.21
				Backrest height	3.10

				Backrest curvature shape	2.60

3.2.2 Preference for integral seat desk

일체형 책상과 의자와 책상이 분리되어 있어 사용자가 임의로 의자 위치를 변경할 수 있는 일반적 의자 및 책상에 대한 선호도 조사 결과는 Figure 3에 나와 있다. 두 가지 책상 선호도에 대한 쌍체비교(pair-wise t-test) 결과 일반적 의자 및 책상이 일체형 책상에 비하여 통계적으로 유의하게 선호되는 것으로 분석되었다($p<0.01$).

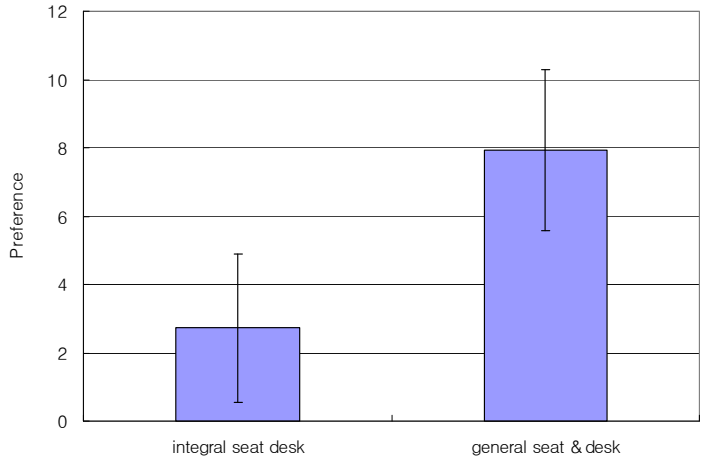


Figure 3. Preference for integral seat desk and general seat & desk

4. Discussion and conclusion

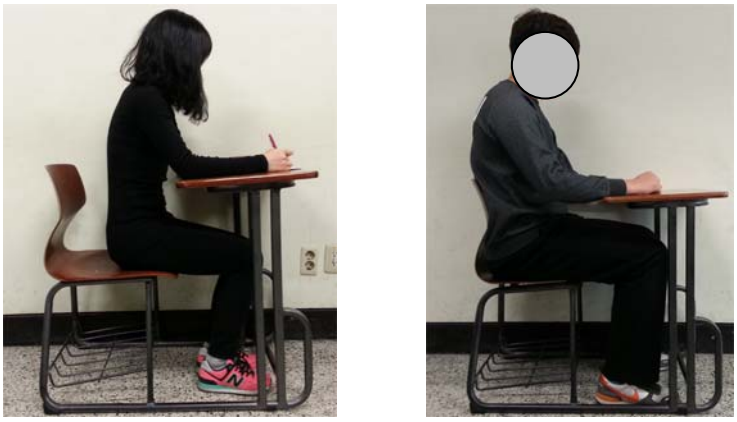
본 연구에서는 우리 나라 대학에서 사용되고 있는 일체형 책상을 평가하기 위하여 K 대학에서 사용되고 있는 일체형 책상을 연구 대상으로 선정하고, 그 치수를 측정하고 이를 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 및 인간공학적 설계 원칙과 비교하였다. 또한, 사용자를 대상으로 한 설문조사를 통하여 일체형 책상의 설계 치수에 대한 주관적 적절도 및 선호도를 조사하였다. 책상 높이는 규격보다는 조금 높았으나 인간공학적 설계 원칙은 만족하고, 책상 면 깊이 및 너비, 다리 공간 너비는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210)을 만족하는 것으로 조사되었다. 반면, 책상면 기울기는 규격을 벗어나고 있다. 의자 높이 및 깊이, 등받이 낮은 곳 높이(height for lowest backrest), 등받이 최고 높이(height for highest backrest), 좌판 기울기(seat angle)는 연결 책상 규격은 벗어나나 인간공학적 설계 원칙을 충족하고, 대퇴여유는 인간공학적 설계원칙을 만족하는 것으로 조사되었다. 등받이 너비만 규격과 인간공학적 설계원칙을 모두 만족하였다.

본 연구에 다루고 있는 책상 높이는 720mm로 키 165cm를 기준으로 한 학생용 책상 및 의자 규격(KS G 2010) 및 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 700mm보다 조금 높았다. 강의실용 연결 책상 규격의 책상 높이가 700mm이고 2010년에 수행된 Size Korea 사업 중 20-24세 여성의 키가 평균

160.4cm, 75분위수가 163.9cm임을 고려할 때(강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 기준 집단 165cm에 근접), 키 기준으로 여학생 중 최소 하위 75%는 책상이 조금 높게 느껴질 가능성이 있다. 키를 남녀 전체로 볼 때 평균 167.7cm, 25분위수 161.5cm(50분위수: 168.1cm)로 나타나 전체 사용자의 최소 약 25%에게는 책상이 높아 불편을 끼칠 수 있을 것으로 판단된다.

일체형 책상의 의자 높이는 420mm로 인간공학적 설계 원칙(Sanders and McCormick, 1987)보다 최소 10mm 이상 낮다. 그러나 인간공학적 설계 원칙의 기준이 되는 인체측정치인 앉은오금높이(popliteal height) 미국인 5분위수가 남녀 각각 39cm, 36cm이고, 우리나라는 20-24세 남 38.7cm, 여 34.9cm로 여성이 미국인에 비하여 약 1cm 작기 때문에 설계 원칙 관점에서도 크게 문제가 없다고 할 수 있다.

책상 면 앞쪽의 홈으로 인한 실질적 의자 깊이 470mm는 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 360mm를 크게 초과하고, 인간공학적 설계 기준 430mm 보다도 크다. 의자 깊이는 작은 사람을 기준으로 설계하여야 하기 때문에 미국인 기준 앉은엉덩이오금수평길이(buttock-popliteal length) 여성 5분위수 435mm를 초과할 경우 등받이를 효과적으로 사용할 수 없는 것으로 알려져 있다(Pheasant, 1995). 따라서 이러한 의자의 큰 깊이로 인하여 책상을 사용할 때 사용자에게 불편을 초래할 수 있다. 우리 나라 20-24세 여성 앉은엉덩이오금수평길이가 418mm이므로 현재 일체형 책상의 의자 깊이는 과도한 것으로 생각된다. 이로 인하여 다음 Figure 3에서와 같이 키 25분위수 156.7cm에 가까운 158cm인 여학생이 일체형 책상을 사용할 때 등받이에 기대지 못하고 의자 앞부분에 걸터앉는 불안정한 자세가 발생한다(Figure 4 (a)). 반면, 키가 183cm인 남학생은 의자와 책상 간의 공간(의자 깊이 + 다리 공간(leg clearance))이 적절하거나 부족하여 보인다(Figure 4 (b)). 이는 남성 키 183cm는 약 95분위수(181.5cm)에 가까우며, 95분위수에 해당하는 앉은엉덩이오금수평길이 525.5mm는 실질적 의자 깊이 470mm를 크게 초과하기 때문이다. 남녀 전체 앉은엉덩이오금수평길이 50분위수가 475.5mm이므로 전체 사용자의 약 절반은 등받이를 효과적으로 사용하지 못하는 불편을 느낄 수 있다.



(a) short user (b) tall user

Figure 4. Sitting postures of short and tall users

설문조사에서 피실험자들이 느끼는 의자 및 책상 설계 치수의 주관적 적절성은 일체형 책상의 실제

치수값의 강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210), 학생용 책상 및 의자 규격(KS G 2010) 혹은 인간공학적 설계 원칙 만족 여부와 연관되어 있는 것으로 나타났다. 즉, 책상 면 크기와 좌판 깊이의 적절성이 2.48, 2.85로 낮은 것은 책상 너비 및 깊이와 좌판 깊이가 학생용 책상 및 의자 규격(KS G 2010)에 미치지 못하고 있기 때문으로 추정된다. 피실험자들의 주관적 적절성이 보통 주준(3.0)을 넘는 책상 높이, 대퇴여유, 좌판 높이, 좌판 너비, 좌판 기울기, 등받이 너비와 높이(height for highest backrest 기준)는 대체로 규격 혹은 인간공학적 설계 원칙을 만족하고 있다(Table 2, 3 참조). 좌판 쿠션의 적절성이 가장 낮게(1.97) 나타난 것은 좌판은 적절한 두께의 쿠션이 있는 권장되나(Kee et al., 2011), 본 연구의 일체형 책상의 좌판은 쿠션이 전혀 없기 때문으로 판단된다. 등받이 곡선 모양은 의자 깊이가 깊어 많은 학생들이 사용하기 어렵기 때문에 그 적절성이 낮은(2.60) 것으로 추정된다.

강의실용 연결 책상 및 의자의 치수(KS G 4210) 및 인간공학적 원칙을 만족하지 못하고 주관적 적절성도 낮게 평가된 책상면 크기, 의자 깊이 등은 규격과 설계 원칙에 맞게 개선되어야 한다. 또한, 일체형 책상에 비하여 의자와 책상이 분리되어 있는 일반적 책상에 대한 선호도가 매우 높게 나타났다. 따라서 일체형 책상에 비하여 일반적 책상이 청소 혹은 다른 장소로의 운반 시 의자와 책상을 별도로 이동하여야 하는 관리적 문제, 시험을 볼 때 옆 학생과의 거리 확보가 어려운 점 등의 불편한 점이 있으나, 향후 책상 및 의자를 설계하거나 구입할 때 이를 고려할 필요가 있다. 설문조사 자유 문항에서 일체형 책상의 가장 불편한 점으로 의자와 책상이 일체형 및 고정형으로 되어 있음을 들고 있어, 의자와 책상의 높낮이 조절 및 의자의 앞뒤 거리 조절이 가능한 조절식 책상이 권장된다. 그러나 의자 및 책상 사용자가 고정되어 있는 초중고등학교와 달리 대학에서는 매 시간 사용자가 다를 수 있기 때문에, 의자와 책상을 조절식으로 설계하는 것은 비현실적일 수 있다. 이러한 관점에서 학생의 만족도와 수업 집중도를 높이기 위해서는 의자와 책상이 분리되어 있는 책상을 도입하거나, 일체형이더라도 의자와 책상 간 수평거리를 조절할 수 있는 방향으로 개선되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 일체형 책상 치수의 적절성을 설문조사를 통하여 주관적 적절성 혹은 선호도만을 조사하였으나, EMG와 같은 객관적 척도를 사용한 추후 연구가 요망된다.

References

Agha, S.R., School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip, *Ergonomics*, 53, 344-354, 2010.

Castellucci, H.I., Arezes, P.M., Viviani, C.A., Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools, *Applied Ergonomics*, 41, 563-568, 2010.

Corlett, E.N., Background to sitting at work: research-based requirements for the design of work seats, *Ergonomics*, 49, 1538-1546, 2006.

Dianat, I., Karimi, M.A., Hashemi, A.A. and Bahrampour, S., Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data, *Applied Ergonomics*, 44, 101-108, 2013.

Drury, C.G., Coury, B.G., A methodology for chair evaluation, *Applied Ergonomics*, 13 (3), 195-202, 1982.

Fernandez, J.E. and Poonawala, M.F., How long should it take to evaluate seats subjectively? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22, 483-487, 1998.

Geldhof, E., De Clercq, D., De Bourdeaudhuij, I., Cardon, G., Classroom postures of 8e12 year old children, *Ergonomics*, 50, 1571-1581, 2007.

Jeong, B.Y. and Park, K.S., Sex differences in anthropometry for school design, *Ergonomics*, 33(12), 1511-1521, 1990.

KATS(Korean Agency for technology and Standard), *Sizes and dimensions of fixed desk and chair for lecture rooms(KS G 4210)*, 2005.

KATS(Korean Agency for technology and Standard), *Furniture-Chairs and tables for educational institutions-Functional sizes(KS G 2010)*, 2011.

Kee, D., Lee, K.T., Park, J.H. and Choi, K.I., *Ergonomics for industrial safety and health managers*, 3rd ed., Hankyungsa, 2011.

Kim, E.H. and Park, J.H., A survey on the students' discomfort to school desks and chairs, *Proceedings of Fall Conference of Korea Society of Emotion and Sensibility*, 2009.

Koskelo, R., Vuorikari, K., Hänninen, O., Sitting and standing postures are corrected by adjustable furniture with lowered muscle tension in high-school students, *Ergonomics*, 50, 1643-1656, 2007.

Milanese, S., Grimmer, K., School furniture and the user population: an anthropometric perspective, *Ergonomics*, 47, 416-426, 2004.

Murphy, S., Buckle, P., Stubbs, D., A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors, *Applied Ergonomics*, 38, 797-804, 2007.

Niebel, B. and Freivalds, A., *Methods standards & Work design*, 10th ed., McGraw-Hill Inc., 1993.

Pheasant, S., *Bodyspace: Anthropometry, Environments and the design of work*, Taylor & Francis, 1995.

Trevelyan, F.C., Legg, S.J., Risk factors associated with back pain in New Zealand school children, *Ergonomics*, 54, 257-262, 2011.

Troussier, B., Tesniere, C., Fauconnier, J., Grisons, J., Juvin, R., Phelip, X., Comparative study of two different kinds of school furniture among children, *Ergonomics*, 42, 516-526, 1999.

Saarni, L., Nygård, C.H., Kaukiainen, A., Rimpelä, A., Are the desks and chairs at school appropriate? *Ergonomics*, 50, 1561-1570, 2007.

Savanur, C.S., Altekar, C.R., De, A., Lack of conformity between Indian classroom furniture and student dimensions: proposed future seat/table dimensions, *Ergonomics*, 50, 1612-1625, 2007.

Sanders, M.S. and McCormick, E.J., *Human factors in engineering and design*, 6th Ed., McGraw-Hill Inc., 1987.

Size Korea Home Page, http://sizekorea.kats.go.kr/(retrieved January 10, 2014).