

키보드 유형에 따른 뇌성마비 학생의 문자입력 속도 및 정확도 비교: 사례연구

정동훈[†]

나사렛대학교 재활공학과

Comparative Study of Text Entry Speed and Accuracy Using the Three Different Keyboard Type in Students with Cerebral Palsy: Case Study

Dong-Hoon Jeong, PT, PhD[†]

Department of Rehabilitation Technology, Korea Nazarene University

Received: December 1, 2014 / Revised: December 11, 2014 / Accepted: December 11, 2014

© 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: People with physical disabilities such as cerebral palsy usually experience obstacles when interacting with computer through conventional keyboard because of their motor disabilities. The purpose of this study is empirically compare of text entry(alphabet and word) speed and accuracy using the three different keyboard type on four students(male 2 and female 2) with cerebral palsy.

METHODS: This research design used a replicated single-case experimental approach to compare the individual performance. An alternating treatments design was used to examine the effectiveness of standard QWERTY keyboard and alternative keyboard(mini and big keyboard) on computer access for students with cerebral palsy. To avoid changes in posture that influence a keyboard character entry training and evaluation was carried out using his sitting in a

wheelchair. Compass software program used in this study as an assessment tool to measure speed and accuracy when performance of text entry(alphabet and word). This was repeated until the stable status of reaction time.

RESULTS: As a result, the alternative keyboard seems to be the most effective device for students with cerebral palsy to perform text entry. But various factors such as peculiarity of motor disabilities, experience and preferences of the user are heavily related.

CONCLUSION: Thus, we must perform the objective and systematic assessment for computer access and if sustained training is accomplished, it could to improve speed and accuracy of text entry(alphabet and word).

Key Words: Text entry, Compass software, Alternative keyboard

[†]Corresponding Author : dhjeong@kornu.ac.kr

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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

컴퓨터는 개인의 다양성을 추구하는 현대사회에서 성별과 연령, 사회적 위치, 그리고 장애여부와 관계없

이 다양한 지식기반을 공유하고 활용할 수 있도록 해주는 매개체이다. 컴퓨터 사용이 다양한 계층으로 확대됨에 따라 컴퓨터와의 소통을 위한 입력방법 또한 매우 다양해져 스캐닝과 음성인식, 특수 조이스틱과 첨단 대체마우스 등이 널리 사용되고 있다. 이처럼 과학기술의 발달에 따라 많은 종류의 입력기기가 개발되어 사용되고 있으나 아직까지도 가장 효율적이고 보편적인 컴퓨터 입력은 키보드와 마우스에 의한 방법으로 현재 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

장애인은 컴퓨터 사용을 통해 다양한 기능적 기술을 습득하고, 일상생활뿐만 아니라 직업적, 사회적 참여와 자립의 기회를 갖게 된다. 그러나 뇌성마비나 척수손상과 같은 신경근육계 질환이나 협응운동의 결손 등 불수의 운동이 있는 사용자는 컴퓨터 사용 시 많은 어려움과 불편함을 호소한다(Mishra, 2013). 특히 뇌성마비 학생에서 볼 수 있는 운동장애는 키보드와 같은 보편적인 입력기기 사용에 영향을 미치고, 문자입력 수행의 어려움을 초래한다(Jeong, 2011; LoPresti 등, 2006).

이러한 문제들을 보완하기 위해 특수교육, 컴퓨터, 재활 분야 전문가들이 다양한 대체입력기기와 소프트웨어 등을 개발해 왔다. 최근에는 지체장애인이 사용할 수 있는 컴퓨터 인터페이스 기기가 상업적으로 판매되고 있어 시중에는 많은 대체키보드가 넘쳐나고 있다. 특수교사나 치료사와 같은 재활전문가에게 당면한 과제는 적합한 대체키보드를 선택하고 장애인의 개별적 욕구에 맞는 훈련을 제공하는 것이다. 장애인에게 제공된 대체입력기기는 적합한 훈련이 병행되어야 원하는 결과를 얻을 수 있기 때문이다. 뇌성마비 학생은 비슷한 것 같지만 각기 다른 운동장애의 특성을 갖고 있으므로 각 개인의 특성과 능력, 제한점을 고려하여 요구에 맞는 입력기기를 제공해야 보다 효율적인 컴퓨터 조작이 가능하다.

최근의 보고에 의하면, 컴퓨터 대체접근 기술을 제공받은 대상자 중 1/3 이상이 기기 사용을 포기하는 것으로 알려져 있다(Simpson 등, 2010). 이는 각 개인의 특성을 고려하지 않은 채 컴퓨터 대체접근기기의 선택이 이루어지고, 사용을 위한 정확하고 체계적인 평가 및 훈련이 이루어지지 않았기 때문이다. 실제로 많은

특수학교와 재활 현장에서 컴퓨터 및 대체입력기기가 있음에도 불구하고 접근성 문제 때문에 그 활용도를 높이지 못하고 있는 현실이다(Rhee와 Kim, 2004).

컴퓨터 대체입력기기의 선택이 장애학생 자신이나 특수교사, 부모에 의해 결정되어 최종 결정까지 많은 시행착오와 경제적, 시간적 손실이 발생하고 있다. 평가가 이루어진다 하더라도 사용자 인터페이스 요소 속성의 정확성 판단, 사용자 인터페이스 요소 간의 상호관계 및 맥락의 평가 등과 같은 작업을 주로 전문가의 주관적 판단에 의존하며 객관적이고 표준화된 평가도구가 사용되지 못하고 있다(Kim과 Jang, 2010). 이는 현재 국내에 체계적이면서도 직관적인 컴퓨터 접근성 평가도구가 없고, 대부분 외국의 평가도구를 국내 실정에 맞게 번역하여 사용하거나 유사분야에서 사용하고 있는 평가도구를 이용하고 있기 때문이다(An, 2008). 이러한 상황에서 컴퓨터 접근성에 영향을 미치는 운동장애가 있는 뇌성마비 학생을 대상으로 대체키보드나 문자입력에 미치는 영향을 실증적으로 비교해 보는 것은 의미 있는 시도라 생각한다. 그리고 비록 외국의 평가도구이지만 컴퓨터 접근성 평가도구로서 가장 널리 알려져 있고, 객관적이며 정량적인 데이터를 제공하는 Compass 프로그램을 사용하여 문자입력 수행력을 비교해봄으로써 컴퓨터 접근성 평가를 위한 도구 개발과 설계에 관한 시사점도 도출할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 전산화 기반의 컴퓨터 접근성 평가도구를 사용하여 대체키보드가 뇌성마비 학생의 문자입력 속도 및 정확도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 연구의 목적을 이해하고 동의한 뇌성마비 학생 4명을 대상으로 하였다. 이들은 각각 특수학교에 재학 중인 중학생 2명과 대학교에 재학 중인 대학생 2명으로, 구체적인 선정기준과 선정된 대상자의 배경 정보는 다음과 같다.

Table 1. General characteristics of study subjects

	sex/age/dominant hand	male / 15 / right hand
	term computer time	5 years
	mobility device	manual wheelchair
A		MAS G1, MACS III ulnar deviation of the wrist observed hardness hardly to say, but the ability to understand and instruction
	movement characteristic	visual fixation(+), visual tracking(+), saccadic eye movement(+) increasing the focus on time drooling keyboarding using five fingers, but mainly use the index finger use the Shift key when using the left hand
	sex/age/dominant hand	male / 16 / left hand
	term computer time	8 years
	mobility device	powered wheelchair
B		MAS G1+, MACS III radial deviation of the wrist observed hardness
	movement characteristic	possible to communicate, ability to understand and instruction visual fixation(+), visual tracking(+), saccadic eye movement(+) use the Shift key when using the left hand
	sex/age/dominant hand	female / 22 / right hand
	term computer time	14 years
	mobility device	powered wheelchair
C		MAS G1, MACS II ulnar deviation of the wrist observed hardness contracture of both hands
	movement characteristic	visual fixation(+), visual tracking(+), saccadic eye movement(+) focusing on the screen do not see up close slight wear to the left cochlear hearing loss in school and in everyday life, but there is no difficulty saying aloud the letters displayed on the screen by pressing the keyboard using both hands, but mainly use hunt and peck method of typing
	sex/age/dominant hand	female / 22 / left hand
	term computer time	14 years
	mobility device	powered wheelchair
D		MAS G1+, MACS II contracture of both hands
	movement characteristic	visual fixation(+), visual tracking(+), saccadic eye movement(+) keyboarding using right hand Stretch the limits of the hand above the keyboard keys arranged in a line to be some difficulty

1) 선정기준

선정기준은 Costigan과 Light(2010), Jeong(2012), Wu 등(2004)의 연구를 참고하여 (1) 뇌성마비로 진단받고 휠체어에서 앉기 자세를 유지할 수 있는 충분한 자세조절 능력이 있는 학생, (2) 현재 컴퓨터와 일반 QWERTY

키보드를 사용하고 있는 학생, (3) 컴퓨터 대체입력기기를 사용하거나 컴퓨터 접근성 훈련을 받은 경험이 없는 학생, (4) 심한 시각 또는 청각장애가 없고, 인지능력이 유사한 수준을 갖으며 지시사항을 이해하고 따를 수 있는 학생, (5) 키보드 사용 속도와 정확도에 영향을

Table 2. Keyboard Type

keyboarding device	qwerty keyboard	big keyboard	mini keyboard
product	SKG-210 PS2, Samsung	big key keyboard LX,	I-rocks KR-6600
keyboard size	448×151×29mm	480×180×30mm	218×103×15mm
key size	15×15mm	25×25mm	10×10mm

미칠 수 있는 운동장애가 있는 학생으로 하였다. 담임 교사와 본인으로부터 기준 (1)~(3)의 적합여부를 확인하였고, 기준 (4)~(5)의 적합여부는 Compass 프로그램을 통해 예비검사를 실시하여 확인하였다. 그리고 기준 (5)는 뇌성마비 아동의 손 기능 분류체계인 Manual Ability Classification System(MACS)으로 평가하였다. MACS는 신뢰도와 타당도가 입증된 평가도구로 국내 뇌성마비 학생에게도 적용할 수 있는 신뢰도 높고 의미 있는 정보를 제공하는 도구이다(Park 등, 2010). 키보드를 통한 문자입력 동안 사물조작 능력이 등급 II(손으로 물체를 다루지만 다루는 능력과 속도가 약간 떨어지는 경우)~III(손으로 물체를 다루기가 어렵고 다루기 위해 준비나 조정이 필요한 경우)인 대상자를 선정하였다. 또한 근 긴장도는 Modified Ashworth Scale 상 등급 G1~G1+인 학생으로 선정하였다.

2) 배경정보

선정된 4명의 대상자는 일반 키보드를 사용하는 뇌성마비 남학생 2명과 여학생 2명이었고 각각의 일반적 특성과 배경정보는 다음과 같다(Table 1).

2. 실험환경 및 연구도구

1) 컴퓨터 워크스테이션

키보드 문자입력에 영향을 미치는 자세 변화를 최소화하기 위해 대상자는 모두 자신이 사용하는 휠체어에 앉아 훈련과 평가를 수행하였다. 또한 가능한 외부 요인을 통제하고 독립변수인 키보드 유형에 따른 문자입력을 평가하기 위해 기초선 측정과 교대중재 시 컴퓨터

워크스테이션과 대상자의 위치관계 변화를 최소화하도록 노력하였다. 이를 위해 휠체어에 앉았을 때 높낮이 조절 테이블의 높이를 주관절 높이로 맞추었고, 키보드 작업 시 대상자의 전완이 바닥과 평행한 상태에서 작업이 이루어지도록 하였다. 모니터는 대상자 전면 중앙에 위치시키고 앉은 자세에서 대상자의 눈높이가 모니터 중앙에 오도록 하였다. 키보드의 위치는 신체 정중선을 기준으로 대상자가 가장 편안하게 사용할 수 있는 테이블 지점에 자유롭게 놓일 수 있게 하였는데, 기초선과 교대중재 모두에서 큰 변화는 없었다. 휠체어는 캐스터의 후면이 테이블 가장자리와 같은 수직선상에 놓이도록 하였다. 그리고 문자입력 시 조명이 작업 수행에 영향을 미치지므로 창문의 블라인드는 가리고, 미국직업안전보건연구소에서 권장하는 500~700 렉스의 조도를 유지하였다(Lee, 2009).

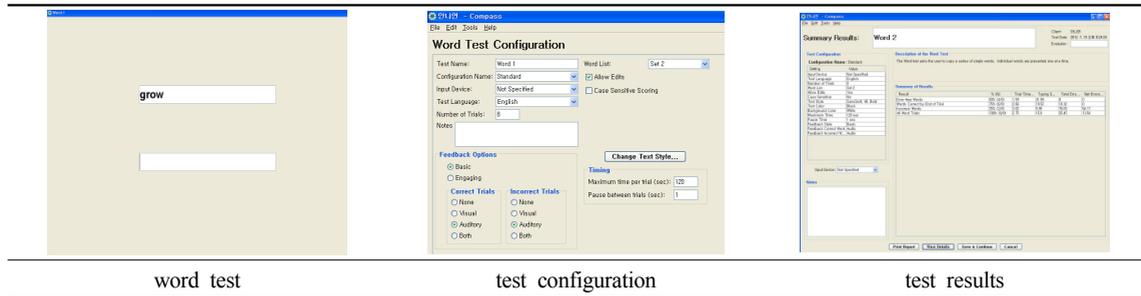
2) 키보드

본 연구는 시중에서 판매하고 많이 사용되고 있는 일반 QWERTY 키보드와 뇌병변 및 지체장애인이 주로 사용하는 대체키보드인 확대키보드와 미니키보드 등 총 3가지의 키보드를 사용하여 문자입력 수행력을 측정하였다(Table 2). 확대키보드와 미니키보드 역시 알파벳의 배열은 일반 QWERTY 키보드와 동일하지만 키보드의 전체적인 외형과 크기는 다르고 개별 키의 크기와 키 사이의 간격 역시 다르게 설계되었다.

3) Compass 프로그램

Koester 등(2007)이 개발한 Compass 프로그램은 현재 인터페이스 상의 어려움을 진단하고 사용 가능한 접근

Table 3. Compass software



word test

test configuration

test results

성 시스템의 예측 수행력을 비교 평가할 수 있다. 또한 훈련 중재의 계획과 시간 경과에 따른 사용자의 수행력 변화를 추적하고, 중재 효과를 측정할 수 있는 장점이 있다. 구체적으로 Compass 프로그램은 문자입력은 물론 마우스 또는 포인터, 그리고 스위치 사용 같은 다양한 종류의 컴퓨터 상호작용 기술을 측정하며, 과제를 수행하는 동안 자동적으로 속도와 정확도를 기록하고 이해하기 쉽게 결과를 제시한다. 그리고 환경설정을 통해 문자와 물체의 크기 및 색상을 필요에 따라 조절할 수 있으므로 각 검사를 사용자의 요구에 맞게 구성할 수 있고, 이를 저장하여 연속되는 회기에서 효과적으로 다시 사용할 수 있다.

Compass 프로그램은 속도 및 정확도 측정의 정밀성 검사는 물론 광범위한 사용성 평가가 수행되어 사용편리성도 입증되었다. 재검사 신뢰도는 모든 항목에서 0.8 이상이었고, 프로그램 구성의 일관성을 측정하는 Cronbach α 값은 0.768로 나타나 전반적인 컴퓨터 사용 기술을 실질적으로 측정할 수 있는 도구라 할 수 있다 (Koester 등, 2007). 그러나 Compass는 국외 프로그램으로, 평가에 제시되는 모든 문자들이 영어로 표기된다. 이에 한글 자판에 익숙하고 운동장애가 있는 대상자의 특성을 고려하여 문장 형태의 문자입력 평가는 정확한 결과 값을 도출하기 어렵다고 생각하여 본 연구에서는 알파벳과 단어 입력만을 평가하였다. 대상자의 운동장애 특성을 고려하여 과제수행 제한시간, 글자의 크기 및 색상 등 환경설정을 조정하여 모든 실험 회기에서 같은 설정으로 사용하였다. 환경설정과 검사화면, 그리고 검사 결과의 예시를 Table 3에 제시하였다.

3. 실험 설계

본 연구에서는 키보드 유형에 따른 문자입력 속도와 정확도를 비교하기 위해 교대중재설계를 사용하였다. 교대중재설계는 한 대상자에게 두 가지 중재를 교대로 실시하여 중재 사이의 효과를 비교하는 연구방법으로 중재 간 순서 및 간섭 효과에 대한 위협을 줄일 수 있어 본 연구에 적합한 실험설계 방법이다. 기초선 단계와 교대중재 단계, 일반화 단계로 구성하였고, 중재 단계에서 두 종류(확대키보드와 미니키보드)의 키보드 사용은 고정된 순서로 인한 영향을 최소화하기 위해 순서를 고정하지 않고, 오전과 오후 각 1회로 나누어 회기 간 교대 방법을 사용하였다.

본 연구는 2014년 3월 4일부터 동년 5월 31일까지 각 대상자별주 3회, 1회당 중재시간은 25~30분 동안 실시하였다. 중재가 끝나면 10분 이상의 휴식과 안정을 취하도록 했으며, 총 매 회기 당 30~40분 동안 실험을 실시하였다. 기초선, 교대중재, 일반화 단계 모두에서 반응시간이 안정적이고 뚜렷한 증감 경향이 나타나지 않을 때까지 반복 측정하였다.

1) 기초선

기초선 단계에서는 대상자가 평소 사용하는 일반 QWERTY 키보드를 사용하여 Compass 프로그램을 통한 검사 과제를 수행하였다. 알파벳과 단어 입력 검사는 10분 정도 진행되었고, 알파벳과 단어 입력에 따른 속도와 정확도가 기초선 데이터로 사용되었다. 대상자의 데이터가 안정한 상태에 이를 때까지 기초선 자료를 수집하였다.

2) 교대중재

교대중재에서는 확대키보드와 미니키보드가 사용되었고, 각각의 키보드를 사용해 ‘한글과 컴퓨터’에서 제작한 ‘타자연습’ 훈련 프로그램을 실시하였다. Compass의 영문버전을 고려하여 글자 설정을 영어와 QWERTY 글자판으로 변경하여 훈련을 실시하였다. 훈련은 약 25~30분 동안 실시하였고, 컴퓨터 접근성 훈련 프로그램 제공 경험이 많은 작업치료사가 중재 훈련을 실시하였다.

중재 과정에서 대상자의 수행 수준에 따라 신체 및 언어적 지시(cue)를 제공하였다. 예를 들어 키보드 훈련 중에 장난을 치거나 훈련과 관련 없는 질문을 하는 문제 행동을 보이는 경우에 주의환기를 통하여 보다 훈련에 집중할 수 있도록 지도하여 효과적인 컴퓨터 인터페이스 훈련을 제공하도록 하였다. 중재가 끝나면 10분 이상의 휴식과 안정을 취한 후 Compass 프로그램을 통한 문자입력 수행 검사를 실시하였다. 대상자의 수행 속도가 안정한 상태에 이를 때까지 중재 자료를 수집하였다.

3) 일반화

기초선과 교대중재 단계에서 가장 효과적인 것으로 판단되는 키보드에 대한 측정을 단독으로 실시하여 변수 사이의 기능적 관계를 살펴보고자 하였다.

4. 측정

키보드 유형에 따른 문자입력을 평가하기 위해 알파벳 및 단어 입력 수행 검사를 실시하였다. 검사를 위한 환경설정은 알파벳과 단어 입력 모두 검사 횟수 10회, 매 1회 검사 당 8회기로 설정하였고, 글자크기는 40포인트, 글자모양은 활자서체(sans serif)로 설정하였다. 그리고 글자색은 검정색으로 하였고 배경은 흰색으로 모두 통일 하였다. 모니터에 나타나는 알파벳 목록은 무작위로 선택하였고, 단어는 Compass 프로그램에 저장되어 있는 단어 목록 3가지 중 ‘Set 2’로 설정하였다. 훈련 단계에서는 청각피드백을 제공하였으나 평가에서는 청각 및 시각피드백을 제거하고 측정하였다. 1회기 당 최대 제한시간은 알파벳 30초, 단어 120초로 설정하였으며, 출현간격은 1초로 하였다.

1) 알파벳

알파벳 입력 평가는 모니터에 무작위로 하나씩 연속하여 나타나는 알파벳을 얼마나 빠르고 정확하게 입력할 수 있는지를 측정하는 것이다. 수행 속도는 모니터에 나타난 동일한 알파벳의 자판을 눌러 입력될 때까지 소요된 시간을 말한다. Compass 프로그램은 자동으로 수행 속도를 측정하여 출력하고, 본 연구에서는 회기별 수행 속도의 평균값을 사용하였다. 제한시간을 30초로 설정하였으므로 30초 내에 모니터에 나타난 알파벳을 입력하지 못하면 다음 알파벳이 나타난다. 수행 정확도는 모니터에 나타난 알파벳과 동일한 알파벳을 찾아 오류 없이 정확하게 입력한 비율을 말한다. 즉 1회 검사(8회기)에서 오타 또는 시간제한으로 미 입력되는 비율과 정확하게 입력된 비율을 자동으로 계산하여 출력한다.

2) 단어

단어 입력 평가는 모니터에 무작위로 하나씩 연속하여 나타나는 단어를 얼마나 빠르고 정확하게 입력할 수 있는지를 측정하는 것이다. 평가가 시작되면 모니터에 무작위로 단어가 나타나고, 사용자가 해당하는 자판을 찾아 단어를 입력한 후 엔터키를 누르면 1초 후 다음 단어가 나타난다. 수행 속도는 모니터에 나타난 단어의 첫 자판을 누르고 엔터키를 누를 때까지 소요된 시간을 말한다. 알파벳 검사와 동일하게 각 회기별 수행 속도의 평균값을 사용하였다. 제한시간을 120초로 설정하였으므로 이 시간 내에 모니터에 나타난 단어를 입력하지 못하면 다음 단어가 나타난다. 수행 정확도 역시 알파벳 검사와 동일하다.

III. 연구결과

1. 키보드 유형에 따른 문자입력 속도의 비교

1) 알파벳 입력

키보드 유형에 따라 각 대상학생의 알파벳 입력 평균 속도와 범위는 Table 4와 같고, 알파벳 입력 평균 속도의

Table 4. Alphabet according to the type of keyboard input average speed and range (seconds)

		Intervention			Generalization
		Baseline qwerty keyboard	Mini keyboard	Big keyboard	
A	Average speed	2.32	2.59	4.61	2.34*
	Range	2.25~2.49	2.42~2.81	4.17~4.80	2.11~2.69
B	Average speed	1.63	1.23	2.19	1.31**
	Range	1.51~1.84	1.00~1.43	1.90~2.44	1.16~1.52
C	Average speed	1.50	2.91	2.29	1.63*
	Range	1.48~1.66	2.71~3.26	2.00~2.45	1.33~2.01
D	Average speed	1.24	1.14	1.58	0.94**
	Range	1.17~1.48	1.00~1.85	1.55~1.83	0.87~1.06

* qwerty keyboard, ** mini keyboard

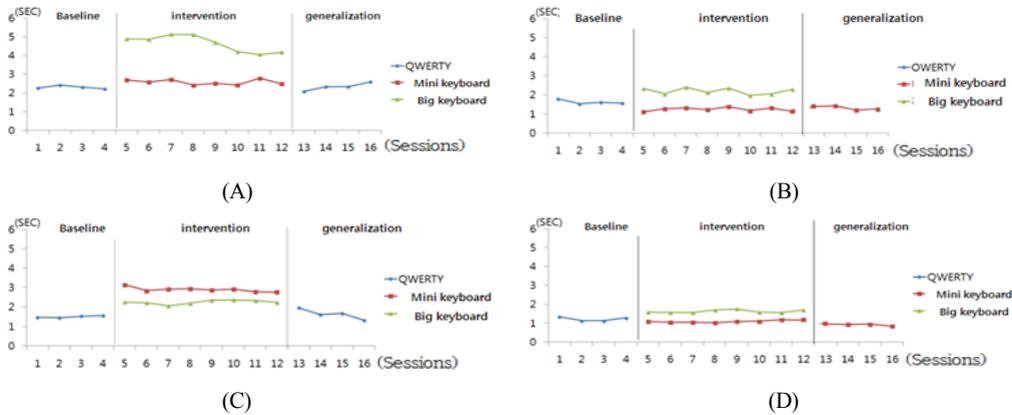


Fig 1. Alphabet according to the type of keyboard input average speed and range (seconds)

변화는 Fig. 1과 같다. 대상자 A의 경우 일반 QWERTY 키보드를 사용한 기초선 단계에서 알파벳 입력에 소요된 시간은 2.32초, 중재 단계에서는 미니키보드 2.59초, 확대키보드 4.61초로 나타났고, 일반화 단계에서는 가장 효과적인 것으로 나타난 일반 QWERTY 키보드가 2.34초로 나타났다. 대상자 B의 경우 일반 QWERTY 키보드 1.63초, 미니키보드 1.23초, 확대키보드 2.19초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 미니키보드가 1.31초로 나타났다. 대상자 C의 경우 일반 QWERTY 키보드가 1.50초, 미니키보드 2.91초, 확대키보드 2.29초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 일반 QWERTY 키보드가 1.63초로 나타났다. 대상자 D의 경우 일반 QWERTY

키보드가 1.24초, 미니키보드 1.14초, 확대키보드 1.58초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적으로 나타난 미니키보드가 0.94초로 나타났다.

2) 단어 입력

키보드 유형에 따라 각 대상학생의 단어 입력 평균 속도와 범위는 Table 5와 같고, 단어 입력 평균 속도의 변화는 Fig. 2와 같다. 대상자 A의 경우 일반 QWERTY 키보드를 사용한 기초선 단계에서 단어 입력에 소요된 시간은 19.23초, 중재 단계에서는 미니키보드 15.34초, 확대키보드 22.80초로 나타났고, 일반화 단계에서는 가장 효과적인 것으로 나타난 미니키보드가 17.42초로 나타났다. 대상자 B의 경우 일반 QWERTY 키보드 4.84

Table 5. Word according to the type of keyboard input average speed and range (seconds)

		Baseline	Intervention		Generalization
		qwerty keyboard	Mini keyboard	Big keyboard	
A	Average speed	19.23	15.34	22.80	17.42*
	Range	18.32~20.00	14.55~16.19	21.22~24.24	17.09~17.93
B	Average speed	4.84	2.58	7.74	3.51*
	vange	4.52~5.01	2.47~2.98	7.03~8.32	3.18~4.23
C	Average speed	5.41	7.27	3.63	4.81**
	Range	5.11~6.08	6.24~7.81	2.29~3.92	4.10~5.44
D	Average speed	3.34	2.11	3.94	2.38*
	Range	2.73~3.76	1.83~2.31	3.47~4.68	2.10~2.64

* mini keyboard, ** big keyboard

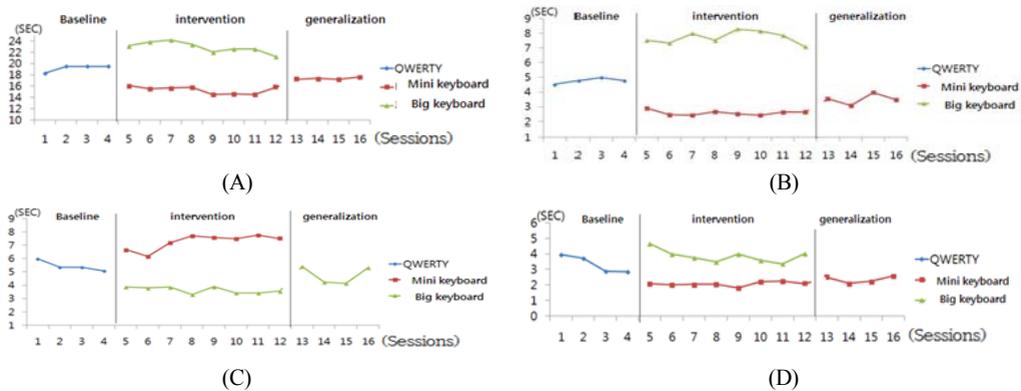


Fig 2. Word according to the type of keyboard input average speed and range (seconds)

초, 미니키보드 2.58초, 확대키보드 7.74초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 미니키보드가 3.51초로 나타났다. 대상자 C의 경우 일반 QWERTY 키보드 5.41초, 미니키보드 7.27초, 확대키보드 3.63초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 확대키보드가 4.81초로 나타났다. 대상자 D의 경우 일반 QWERTY 키보드가 3.34초, 미니키보드 2.11초, 확대키보드 3.94초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적으로 나타난 미니키보드가 2.38초로 나타났다.

2. 키보드 유형에 따른 문자입력 정확도의 비교

1) 알파벳 입력

키보드 유형에 따라 각 대상학생의 알파벳 입력 평균 정확도와 범위는 Table 6과 같고, 알파벳 입력 정확도의 변화는 Fig. 3과 같다. 대상자 A의 경우 일반 QWERTY 키보드를 사용한 기초선 단계에서 알파벳 입력 정확도는 95.80%, 중재 단계에서는 미니키보드 90.91%, 확대키보드 87.02%로 나타났고, 일반화 단계에서는 가장 효과적인 것으로 나타난 일반 QWERTY 키보드가 99.59%로 나타났다. 대상자 B의 경우 일반 QWERTY 키보드 97.32%, 미니키보드 97.39%, 확대키보드 96.88%로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인

Table 6. Alphabet according to the type of keyboard input average accuracy and range (%)

		Baseline	Intervention		Generalization
		qwerty keyboard	Mini keyboard	Big keyboard	
A	Average accuracy	95.80	90.91	87.02	99.59*
	Range	94.69~96.41	90.44~94.58	84.24~90.47	98.53~99.76
B	Average accuracy	97.32	97.39	96.88	99.14**
	Range	96.76~98.29	93.22~99.81	94.84~99.61	96.32~100.11
C	Average accuracy	93.62	86.66	98.59	99.55***
	Range	90.32~98.11	84.64~90.69	92.56~100.34	98.51~99.88
D	Average accuracy	88.54	95.88	86.04	98.21**
	Range	87.67~89.17	91.82~99.81	80.73~90.41	96.91~100.02

* qwerty keyboard, ** mini keyboard, *** big keyboard

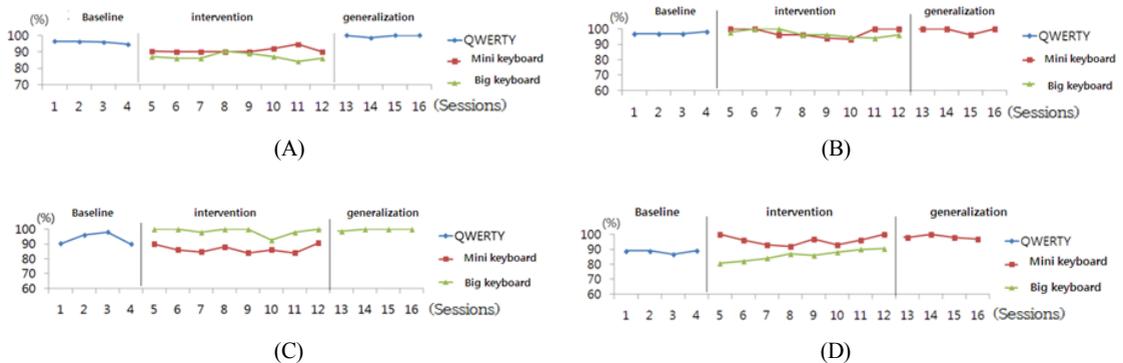


Fig. 3. Alphabet according to the type of keyboard input average accuracy and range (%)

것으로 나타난 미니키보드가 99.14%로 나타났다. 대상자 C의 경우 일반 QWERTY 키보드 93.62%, 미니키보드 86.66%, 확대키보드 98.59%초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 확대키보드가 99.55%로 나타났다. 대상자 D의 경우 일반 QWERTY 키보드가 88.54%, 미니키드 95.88%, 확대키보드 86.04%로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적으로 나타난 미니키보드가 98.21%로 나타났다.

2) 단어 입력

키보드 유형에 따라 각 대상학생의 단어 입력 평균 정확도와 범위는 Table 7과 같고, 단어 입력 평균 정확도

의 변화는 Fig. 4와 같다. 대상자 A의 경우 일반 QWERTY 키보드를 사용한 기초선 단계에서 단어 입력의 정확도는 87.24%, 중재 단계에서는 미니키보드 76.31%, 확대키보드 98.18%로 나타났고, 일반화 단계에서는 가장 효과적인 것으로 나타난 확대키보드가 95.86%로 나타났다. 대상자 B의 경우 일반 QWERTY 키보드 90.61%, 미니키보드 98.30%, 확대키보드 89.84%로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 미니키보드가 97.77%로 나타났다. 대상자 C의 경우 일반 QWERTY 키보드 92.31%, 미니키보드 84.43%, 확대키보드 97.07%초로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적인 것으로 나타난 확대키보드가

Table 7. Word according to the type of keyboard input average accuracy and range (%)

		Baseline	Intervention		Generalization
		qwerty keyboard	Mini keyboard	Big keyboard	
A	Average accuracy	87.24	76.31	98.18	95.86**
	Range	84.61~89.19	72.45~80.86	90.83~99.72	91.62~100.28
B	Average accuracy	90.61	98.30	89.84	97.77*
	Range	89.82~92.09	94.18~99.86	88.41~92.11	94.19~100.05
C	Average accuracy	92.31	84.43	97.07	99.58**
	Range	88.91~96.10	78.87~86.27	92.70~99.91	98.42~100.08
D	Average accuracy	89.81	95.64	88.63	97.81*
	Range	88.90~90.38	93.37~98.10	84.60~90.53	96.42~98.57

* mini keyboard, ** big keyboard

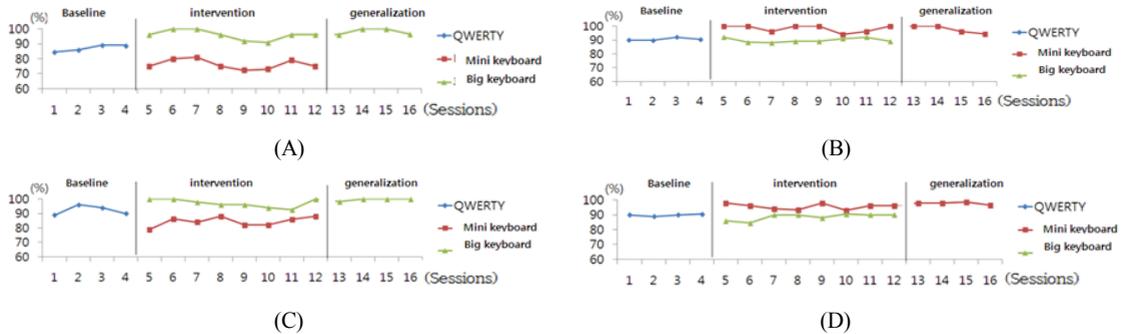


Fig 4. Word according to the type of keyboard input average accuracy and range (%)

99.58%로 나타났다. 대상자 D의 경우 일반 QWERTY 키보드가 89.81%, 미니키드 95.64%, 확대키보드 88.63%로 나타났고, 일반화 단계에서 가장 효과적으로 나타난 미니키보드가 97.81%로 나타났다.

IV. 논의 및 결론

컴퓨터는 다른 사람과의 정보교환에서 장애에 대한 편견 없이 동등한 입장에서 활용될 수 있으며, 장벽 없는 커뮤니티 형성을 가능하게 하는 소통 창구이다. 따라서 장애인의 컴퓨터 사용은 정보교환 및 활용을 위한 도구는 물론 비장애인과 동등한 입장으로 사회에 참여할 수 있는 중요한 매개체 역할을 한다(National

Information Society Agency, 2011). 그러나 뇌성마비와 같은 지체장애인은 운동장애와 신체 기능의 제한으로 컴퓨터와의 상호작용에 어려움을 겪는다. 그러므로 장애인의 컴퓨터 사용과 접근성 증진을 위해 다양한 대체 기술을 접목시키는 것이 중요하다(Mishra, 2013).

본 연구는 뇌성마비 학생 4명을 대상으로 컴퓨터 접근성 평가도구 중 신뢰도와 타당도가 입증된 Compass 프로그램을 사용하여 대체키보드가 문자입력 속도와 정확도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 컴퓨터 자료입력 평가에서 가장 중요한 변수는 시간으로 빠른 속도와 정확성이 요구(Tanimoto 등, 2005) 되므로 본 연구에서도 속도와 정확도를 변수로 살펴보았다. 연구 결과, 대상자 B와 D는 알파벳 및 단어 입력 속도 모두 미니키보드가 가장 빠른 것으로 나타났다.

또한 대상자 B와 D 모두 일반화 단계에서도 미니키보드의 사용 속도가 유지되었음을 확인하였다. 대상자 A와 C의 경우 알파벳 입력 속도는 기존 사용하는 일반 QWERTY 키보드가 가장 빠르게 나타났으나 단어 입력 속도에서는 대상자 A는 미니키보드, 대상자 C는 확대 키보드가 가장 빠른 것으로 나타났다. 알파벳 입력은 스크린에 나타나는 하나의 문자를 보고 직관적으로 자판을 찾아 누르게 된다. 본 연구의 대상자들은 모두 컴퓨터 사용기간이 최소 5년 이상으로 자판의 배열을 쉽게 파악하고 암기하고 있었다. 특히 본 연구에 사용된 확대키보드와 미니키보드 역시 QWERTY 배열이므로 기존 키보드와 큰 어려움 없이 자판을 찾을 수 있었던 것으로 판단된다. 그러나 단어 입력의 경우 연속하여 해당하는 자판을 찾아 완성하는 과제이므로 알파벳 입력보다는 좀 더 과제의 숙련도와 기능성을 요구한다. 그래서 대상자 A와 C의 경우처럼 키보드 유형에 따라 알파벳 입력 속도와 단어 입력 속도에서 차이가 있었던 것으로 생각한다. 구체적으로 대상자 A의 경우 한손 사용자로 양손을 사용하는 대상자들에 비해 손가락이 도달할 수 있는 범위가 한정적이므로 한 손으로 조작이 수월한 미니키보드가 더 빠르게 나타난 것으로 판단되며, 대상자 C의 경우는 양손을 사용하지만 한 곳을 집중하여 주의 깊게 보는 능력이 제한이 있어 상대적으로 큰 확대 키보드가 더 용이했던 것으로 생각된다.

키보드 유형에 따른 알파벳 및 단어 입력 정확도 역시 수행 속도와 비슷한 결과가 나타났다. 대상자 B와 D의 경우, 미니키보드가 가장 정확도가 높게 나타났고, 일반화 단계에서도 정확도가 유지되었음을 알 수 있었다. 대상자 A의 경우 알파벳 입력 속도와 정확도는 일반 QWERTY 키보드가 가장 높게 나타났고, 단어 입력 속도의 경우 미니키보드가 가장 빨랐지만 정확도는 확대 키보드가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 대상자 A의 경우, 일반 QWERTY 키보드보다 기존의 미니키보드 또는 전체 키보드 크기는 작으면서도 불필요한 자판의 수를 줄여 개별 자판의 크기를 확대한 대체키보드를 사용할 경우 더욱 효과적인 문자입력이 가능할 것으로 판단된다. 대상자 C의 경우, 알파벳 및 단어 입력의 속도와 정확도에서 미니키보드가 전반적으로 가장 낮

은 결과를 보였다. 미니키보드는 표준형 키보드에 비해 개별 자판의 크기가 작아 누르고자 하는 자판과 연결해 있는 키를 함께 누르는 경우가 많았고, 특히 단어 입력에서 오타를 수정하면서 시간이 지연되는 경우가 많이 발생하였다. 따라서 상대적으로 자판의 크기가 큰 확대 키보드에서 속도와 정확도가 높게 나타난 것으로 생각된다. 대부분의 대상자가 알파벳 및 단어 입력에서 비슷한 모양의 문자를 잘못 누르는 경우가 많았다. [i] 를 [j] 로 착각하여 누르거나 [u] 를 [o] 로 누르는 결과를 보였고, 또한 키보드 자판 배열을 암기하여 무의식적으로 자판을 누르는 경향이 많아 [a] 를 눌러야 하는 경우 바로 옆에 위치한 [s] 를 누르거나 [r] 을 [t] 로 누르는 경우가 빈번하게 나타났다. 사용자들 모두 빠르게 자판을 누르려는 의욕이 앞서 모니터에 나타난 문자를 키보드에서 보고 정확히 누르기보다 직관적으로 자판을 눌러 정확도가 감소하거나 수정을 위해 입력이 지연되면서 속도에 영향을 미쳤다.

본 연구 대상자들은 모두 일반 키보드에 익숙해져 있는 상태에서 단기간의 대체키보드 훈련을 통해 문자 입력 속도 및 정확도가 일반 키보드와 유사하거나 특정 대체키보드가 더 나은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자체 제작한 대체키보드의 입력 효율성과 학습 용이성을 조사한 Jeong(2011)의 연구결과와 유사한데, 그는 일반 키보드보다 크기는 작지만 불필요한 자판의 숫자를 줄여 개별 자판의 크기를 크게 제작한 대체키보드의 문자입력 속도와 정확도가 사용 훈련 후 크게 향상되었음을 보고한 바 있다. 따라서 선행연구와 본 연구 결과를 종합하면 사용자의 운동 특성과 선호도를 고려하여 객관적인 컴퓨터 접근성 평가와 체계적인 대체키보드 사용 훈련을 지속할 경우 문자입력 속도와 정확도 향상에 긍정적인 영향을 가져올 것이라 기대할 수 있다. 또한 대체키보드를 사용한 문자입력의 효율성을 높이기 위해서는 체계적인 사용 훈련은 물론 뇌성마비 장애인의 효율적인 문자입력을 위한 상지의 운동 특성도 고려할 필요가 있다(Mishra, 2013; Davies 등, 2010). 그러나 본 연구는 단일대상 연구방법에 충실하게 실험설계 및 증재를 진행하였지만 제한된 대상자의 선정과 실험 조건에서 얻은 결과이므로 뇌성마비 학생 전체에

게 일반화시킬 수 없을 것이다. 추후 연구에서 많은 실험집단을 대상으로 연구를 진행한다면 장애유형에 적합한 대체키보드 선택 및 적용 가이드라인을 마련하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

과학기술의 발달과 더불어 많은 대체입력기기가 개발되어 판매되고 있으나 컴퓨터를 사용하는 많은 뇌성마비 장애학생들은 자신의 장애특성과 요구와는 무관하게 일반 키보드를 사용하고 있다. 이는 입력 효율성과 학습 용이성이 더 좋은 대체입력기기가 있더라도 일반 키보드에 익숙하여 그대로 사용하거나 또 다시 새로운 입력기기에 적응해야 하는 번거로움 때문에 사용을 꺼리게 되고, 더욱 중요한 것은 운동장애의 특성과 요구를 평가하여 입력기기를 선택하는 과정이 없으므로 자신에게 맞는 입력기기가 무엇인지 모른다는 점이다. 설령 대체입력기기를 제공받더라도 능숙하게 사용할 수 있는 훈련 기회 또한 많지 않다. 그 결과 많은 예산이 투입되어 개발하고 구매한 대체입력기기가 사용되지 못하고 방치되고 있다. 드보락 키보드는 미국 ANSI(American National Standards Institute)에 등록된 또 다른 키보드 표준으로 수행도 측면에서 일반 QWERTY 키보드보다 우수하지만 전혀 색다른 키 배열로 사용 훈련이 필요하고 사용자들이 거부감(Choi 등, 2000)을 나타내어 지금은 거의 사용되지 못하고 있다. 그러나 Mishra(2013)의 연구에서처럼 화면키보드나 음성인식 같은 대체입력은 일정한 훈련이 이루어진다면 일반 키보드에 비해 훨씬 더 효과적인 컴퓨터 접근성을 제공한다. 따라서 이러한 측면에서 보더라도 객관적이고 직관적인 컴퓨터 접근성 평가와 체계적인 사용훈련의 중요성을 실감하게 된다. 국내에는 아직 컴퓨터와의 실질적 상호작용을 통해 정량화된 데이터를 비교할 수 있고, 이를 통해 객관적이고 직관적인 컴퓨터 접근성을 평가할 수 있는 도구가 없다. 본 연구에서도 국외의 프로그램을 사용하였기에 실질적으로 많이 사용하는 한글 문자입력에 대한 평가를 비교해 볼 수 없었다. 향후 연구에서는 국내 장애인의 컴퓨터 접근성을 평가할 수 있는 평가도구의 설계 및 구현을 통해 다양한 대체입력기기의 효율성을 비교해 보는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

Acknowledgements

이 논문은 2014년도 나사렛대학교 교내 연구비에 의해 수행되었음.

References

- An NY. A study translation and verification on the Korean version of Quebec user evaluation of satisfaction with assistive technology (QUEST 2.0). Korea Nazarene University of Cheonan, Master's Degree.2008.
- Choi C, Park SJ, Kim CJ, et al. Analysis of uncorrected typing rate of keyboard to design ergonomic keyboard based on qwerty keyboard. J ErgonSocKorea.2000;142-5.
- Costigan FA, Light J. Effect of seated position on upper-extremity access to augmentative communication for children with cerebral palsy: preliminary investigation. Am J OccupTher.2010;64(4);596-604.
- Davies TC, Chau T, Fehlings DL, et al. Youth with cerebral palsy with differing upper limb abilities: how do they access computers. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(12);1952-6.
- Jeong DH. A comparison of text entry speed and accuracy using the alternative keyboard based on chonjiin input method in children with cerebral palsy. Journal of Special Education and Rehabilitation Science. 2011;50(2):63-82.
- Jeong DH. Effect of postural support with a custom seating system on upper extremity access to mouse for children with cerebral palsy: A single subject research. Journal of Rehabilitation Research. 2012;16(2):287-309.
- Kim SI, Jang MS. Design of an accessibility evaluation tool for software applications. Journal of Assistive Technology. 2010;4(2):17-34.
- Koester HH, Simpson RC, Spaeth D. Reliability and Validity of Compass Software for Access Assessment. Proceedings of RESNA 2007 Annual Conference.

- 2007.
- Lee JY. The differences of keyboard types on hand fatigability during visual display terminal work. Master's Degree. Dankookuniversity. 2009.
- Lopresti EF, Koester HH, Simpson RC. Measuring keyboard performance for people with disabilities. Proceedings of RESNA 2006 Annual Conference. 2006.
- Mishra N. Comparative study of effectiveness of three different training techniques on computer access skills in person with neuro-muscular impairments. In J OccupTher. 2013;45(1):15-20.
- National Information Society Agency. 2009 information gap with disabilities survey research. 2011.
- Park EY, Lee YJ, Kim WH. Reliability of the manual ability classification system for children with cerebral palsy. PhysTher Kor. 2010;17(1):62-8.
- Rhee KM, Kim IS. A study on improving computer accessibility through alternative access and establishing a model for computer education room for children with physical disabilities. Korean Journal of Physical, Multiple, & Health Disabilities. 2004;43:161-79.
- Simpson RC, Koester HH, Lopresti EF. Research in computer access assessment and intervention. Phys Med RehabilClin N A. 2010;21(1):15-32.
- Tanimoto Y, Rokumyo Y, Furusawa K, et al. Development of a computer input device for patients with tetraplegia. Computer Standards & Interfaces. 2005;28(2):166-75.
- Wu TF, Wang HP, Chung-Chen M, et al. Computer access for person with spinal cord injury. Lecture Note in Computer Science. 2004;3118:865-72.