특집

난독증 학습장애자를 위한 보조기술

장영건 (청주대학교 정보기술공학부)

I. 서 론

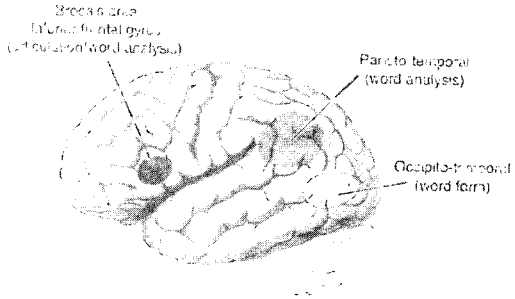
근년에 국내에서도 장애자를 위한 교육적 노력이 증가하고 있고, 특수학급의 수도 매년 증가하여 많은 아동들이 일반 학교에서 특수 교육을 받을 수 있게 되었다. 학습 장애자 또는 학습 부진아는 특수 학급 내에서 큰 비중을 차지하고 있으나 이들에 대한 적절한 판별 기준과 교육적 장치들이 제대로 제공되고 있지 않다[1]. 학교에서 학습에 어려움을 나타내는 학생들의 대부분은 읽기 기능에 문제가 있으며, 거의 모든 학과에서 성취수준이 현저하게 뒤떨어지게 된다. 읽기 기능에 문제가 있는 증상을 난독증이라고 부른다. 난독증이란 단어는 라틴어와 그리스어로부터 파생되었다. 라틴어 기원은 dys(dis = difficult) + legere(to read)이다. 또는 라틴어 dys = 그리스어 lexis(speech)이다. 즉 dyslexia는 '읽기 또는 말하기의 어려움'을 의미한다. 미국 연방 정부의 학습장애아의 정의는 "특정 학습 장애아란 언어 즉 구어 및 문어의 이해와 사용에 포함되는 기본적인 심리 작용에서 한 가지 이상의 장애를 가진 아동을 의미하며 이와 같은 기본적 심리과정상의 장애란 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기, 철자 및 산수계산 등의 능력이 불완전하여 장애를 나타내는 것을 말한다. 특정학습장애에는 지각장애, 뇌손상, 미세뇌기능장애, 난독증 및 발달상의 실어증이 포함된다."로 규정하고 있다[1]. 미국에서는 1980년대 초에 미 의회에서 국립보건 연구소(National institute of health)에 학습장애의 원인과 현상에 대한 연구를 의뢰하였다. NIH에서는 18개 대학과 공동으로 10여년을 연구하여, 1994년에 난독증이 알려진 학습장애의 가장 공통적이고 만연된 증세이며, 미국의 어린이중 5명중에 1명이 이 증상의 영향을 받고 있으며, 학교에서의 낙제의 가장 큰 요인이며, 별도의 교육이 없으면 성인이 되어도 책을 읽을 수 없게 된다는 것을 발표하였다[2]. 발달성 난독증의 원인은 유전적 요소가 크며, 정보를 처리하는 뇌의 위치가 정상인과 다르며, 시각적 결함과 청각적 결함을 동반하는 것으로 알려져 있다. 국내에서는 학습장애 중 어느 정도가 난독증을 갖고 있는지는 분명하지 않다. 국립특수교육원에서는 2001년 5월부터 1년간

전국 180개 지역교육청별로 1개 초등학교를 선정하여 초등학교 만6-11세 아동 14만 4천명을 대상으로 10개 영역별 학습장애 아동수를 조사하여 전체 출현율을 1.17%로 추정하여 발표하였다. 난독증의 출현율은 크게는 30%에서 작게는 1%내외로 추정되며[1-4], 이처럼 출현율의 차이가 크게 벌어지는 이유는 학습장애자와 학습부진아의 차이를 구별하기가 매우 어려우며, 교육 제공자의 입장에서는 특수 교육을 제공할 수 있는 능력에 따라 난독증의 정의 자체가 달라지기 때문이다[1]. 그러나 최근의 해부학적 연구에서 fMRI를 이용한 뇌의 무침습적 검사를 통하여 난독증을 구별하는 명확한 현상을 찾아냄으로써 이 문제에 대한 논란은 크게 줄어들 것으로 보인다. 난독증은 선천적 장애에 따른 발달성 난독증과 후천성 난독증으로 크게 분류된다. 후천성 난독증은 언어정보처리와 직접적인 관련성이 적은 주변성 난독증과 언어정보처리와 직접적으로 관련되어 있는 중심성 난독증으로 나뉜다[5].

발달성 난독증이 국내에서 중요한 의미를 갖는 이유는 출현율로는 기타 다른 장애, 즉 시각장애, 청각장애, 지체장애보다 훨씬 많은 수를 점유하고 있고, 다른 장애와는 달리 조기에 발견하여 적절하고 지속적인 교육을 받으면 정상인과 크게 다르지 않은 상태에까지 도달할 수 있기 때문이다. 최근에는 난독증자를 도울 수 있는 여러 가지 보조기술들이 개발되고 있고, 실제 미국의 테네시의 한 학교에서는 이 기술들을 활용하여 학업능력이 현저히 향상되었다는 보고가 발표된 바 있다[6]. 인터넷이나 방송을 통한 원격 학습이 일반화되고 있는 시점에서 보조기술의 중요성은 더욱 커지고 있다.

II. 뇌의 작용과 난독증의 증상

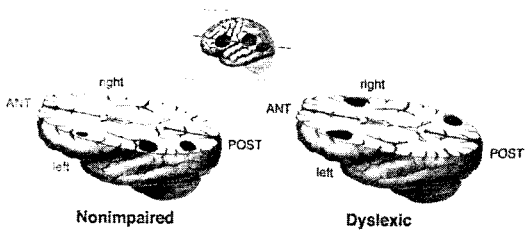
인간의 뇌의 무게는 1300-1500gm 정도이며, 인간의 대뇌피질을 펼치면 신문지 한 장 정도의 전체 표면을 가지고 있다. 뇌에서 읽기 기능과 연관된 영역은 그림 1에 나타내었다. 그림에서 뇌의 좌반구 전두엽에 위치한 부분을 1861년 처음 언어장애와 관련시킨 Paul Broca의 이름을 따서 브로카 영역이라 부른다. 브로카 영역의 손상은 언어구사에 필요한 근육조절부위의 손상으로 말이 느려지고, 발음이 정확하지 않으나, 말의 의미를 이해한다. 이 영역은 언어 습득의 초기에 주로 많이 사용되며, 단어의 분석에 관련된다. 그러나 뇌의 읽기와 관련된 대부분의 영역은 뇌의 좌반구 후두엽에 위치한다. 후두엽의 위쪽에 위치한 영역은 읽기 초심자가 주로 사용하며, 느리고, 분석적이며, 초기에 단어를 분석하여, 분리하고, 문자와 그 발음을 연결시키는 작용을 한다. 후두엽 밑에 있는 영역은 노련한 독자에 의하여 사용되며, 숙련될수록 이 영역을 많이 사용하며, 언어를 분석하는 대신에 전체 언어를 패턴으로 인식하



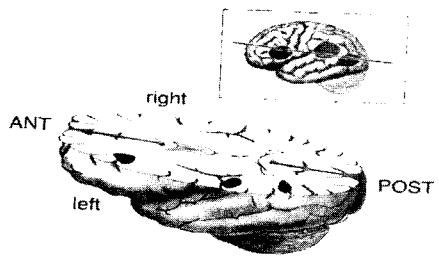
〈그림 1〉 읽기에 사용되는 뇌의 시스템

기 때문에 매우 빠르게 반응한다. 이 영역을 단어 폼 영역이라고도 부른다[7]. fMRI를 사용하여 읽기 작용에 대한 정상인과 난독증자의 뇌의 사용 위치를 파악하는 연구에서 그림2와 같이 읽기에 있어 정상인은 좌반구 후두엽의 두 영역을 주로 사용하는 반면에 난독증자의 경우 좌반구의 브로카 영역과 우반구의 전, 후두엽을 사용하는 것을 알 수 있다. 우반구는 일반적으로 입체 공간적 인식이나 공간지각에 사용되며, 한자와 같은 표의 문자 인식에도 크게 관여하는 것으로 알려져 왔다.

효과적인 교육과 같은 개입을 통하여 난독증이 얼마나 완화될 수 있는지와 뇌의 활동이 변화하는지에 대한 연구가 최근 1년간 예일대학에서 진행되었다[7]. 개입 후 fMRI를 통하여 뇌의 활동 패턴을 관찰한 결과는 그림3에 표시하였다. 이 그림에서는 뇌의 활동이 숙련된 정상적 독자와 유사한 패턴을 보이는 것을 알 수 있다. 이 패턴은 지속적인 개입이 난독증의 완화에 긍정적 영향을 미친다는 것을 뇌 활동 촬영을 통하여 입증하는 중요한 증거이다.



〈그림 2〉 읽기에 보상 시스템을 사용하는 난독증자
(좌 : 정상인 뇌의 활성 영역,
우: 난독증자 뇌의 활성 영역)



〈그림 3〉 효과적 독서 개입이
뇌의 활동 패턴에 끼친 결과

난독증의 증상은 기본적으로 나타나는 증상과 이차적인 증상으로 나눌 수 있다. 난독증은 다양한 증상을 갖기 때문에 아래 서술한 증상들이 난독증을 가진 모든 사람에게서 공통적으로 나타나는 것은 아니다[8].

1. 기본적인 증상

음향(언어 기반)

- 듣는 것을 처리하는 속도가 느리다.
- 리듬을 인식하는데 어려움을 겪는다.
- 소리의 분할과 합성을 처리하고 인식하는데 어려움을 겪는다.

시각

- 고정된 초점을 유지하는 능력이 없다.
- 안정적인 방향 진행을 유지하는 능력이 없다.
- 섬광이나 줄무늬가 가질 수 있는 효과에 민감하다.
- 문자 내에서 유사성과 차이를 인식하는데 경쟁력이 떨어진다. 이 능력은 시각적 기억과 연관이 크다.
- 원거리에서 근거리로 또는 정반대로 초점을 조정하는데 많은 노력을 수반한다.

공간지각

- 좌우의 혼란

- 저하된 거리 판단 능력
- 위/아래 또는 높고 낮음의 개념이 혼란을 일으킬 수 있다.

기억 능력

- 단기적인 시각적 또는 청각적 기억 능력이 떨어지며, 시각적 청각적 자극에 반응하는 운동적 기억 능력이 정상인에 비하여 오랜 시간이 걸린다.

무질서

- 이 현상은 기억 능력과 밀접하게 연관되어 있다. 난독증을 가진 사람은 그들 자신과 장비와 그것들을 작동시키는 방식을 구성하기가 어렵다.

이차적으로는 낮은 집중력, 낮은 복사 능력, 화를 잘 내고, 자신감이 없고, 당황하는 일이 많은 증상이 나타난다.

III. 난독증 연구 현황과 문서 저작 고려 사항

난독증에 관한 초기의 연구들은 주로 의학 분야의 전문가들에 의해 보고되었다. 난독증에 대한 최초의 보고는 1676년 독일의 의사 요한 슈미트 박사가 그의 환자 니콜라스 캠비어에 대한 것이다. 캠비어는 65세의 남자로 이전에는 정상적으로 읽기가 가능했지만 충격을 받은 후에 읽는 능력을 잃은 후천성 난독증의 경우였다. 1877년 Adolf Kussmaul은 시력이 있으며, 지능과 언어구사가 정상적인데도 완전한 문맹이 존재하다는 것을 밝혀냈다. 그는 문맹(word blindness)을 지능과 언어 서술이 온전함에도 문자를 인식하고, 읽을 수 없는 조건으로 한정하였다. 발달성 난독증에 대한 보고는 1896년 W. Pringle Morgan박사가 14세 소년 Percy F.에 대하여 영국 의학 저널에 기고한 것이 최초로 보인다.

Bern대학의 W.Müller 박사의 난독증에 대한 실험 연구는 전체적으로 읽기 장애 아동이 산만한 단계적 경로를 갖고 있음을 밝혀내고 있다. 17명의 읽기 장애 아동과 동수의 읽기 정상 아동을 테스트하였으며, 6개의 정신물리학적 기준을 설정했는데, 이중 5개는 단계적 결함을 설명할 수 있는 시각적인 대비감성, 단계적인 진행방향 확산기능, 시각적 유지, 율동인지의 공간적 한계, 율동인지의 시간적인 한계에 관한 것이었으며, 강화적 경로를 위해서는 강화적 경로의 진행 방향 확산기능이 제시됐다.

연구결과, 강화적 경로와 관련해서는 읽기 장애 아동과 정상아동 간의 어떠한 차이도 나타나지 않았다. 단계적 경로에 대한 5개의 척도에서는 4개의 척도에서 어떠한 차이도 나타나지 않은 반면, 단계적 진행방향의 확산기능에 대해서는 읽기장애 아동들이 정상아동들보다 유의미하게 높은 한계를 보여주고 있음이 나타났다. 이는 난독증 아동들과 관련한 '산만한 단계적 경로 가설'과 일치하고 있으며, 읽기 장애 아동들이 단계적 경로에서 결함을 보이고 있음을 의미한다.

2004년 영국의 장애인 인권위원회에서는 영국의 주요 웹 사이트들을 대상으로 실제 장애를 갖는 사용자와 전문가들을 동원하여 접근성을 시험하였다. 그 결과 색 대비 문제와 문자 크기 문제는 표1, 2와 같이 부분적

〈표 1〉 부분적 시각장애자가 경험하는 주요 문제

장애 문제 유형	발생 횟수
내용과 배경사이의 색대비 부족 및 부적절한 색의 사용	20
접근 S/W와 웹 페이지 사이의 부적합성	19
페이지의 불분명하고 혼란을 일으키는 배치	18
혼란을 일으키는 이동 메커니즘	16
그래픽과 텍스트 크기가 너무 작음	10

〈표 2〉 난독증 사용자가 경험하는 주요 문제

장애 문제 유형	발생 횟수
페이지의 불분명하고 혼란을 일으키는 배치	41
혼란을 일으키는 이동 메커니즘	32
내용과 배경사이의 색대비 부족 및 부적절한 색의 사용	20
그래픽과 텍스트 크기가 너무 작음	14
복잡한 언어와 용어	7

〈표 3〉 읽기에서의 음운적요소와 시각적 요소의 독립성

	1st grade		3th grade		5th grade	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Decomposition	.11	.86	.14	.78	.04	.82
Acronym	.14	.79	.01	.73	.04	.77
Deletion	.38	.74	.26	.71	.16	.75
Spoonerism			.26	.62	.37	.58
[illegible]	[illegible]	.20	[illegible]	.21	[illegible]	.12
[illegible]	[illegible]	.21	[illegible]	.18	[illegible]	.14
[illegible]	[illegible]	.09	[illegible]	-.08	[illegible]	-.05

Factor 1 = visual attentional factor. **Factor 2** = phonological factor

〈표 4〉 읽기와 시각적 요소, 음운적 요소의 상관관계

	1st grade		3th grade		5th grade	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Exception word						
score	.41***	.51***	.32***	.35***	.52***	.19*
speed	-.46***	-.37***	-.43***	-.26**	-.54***	.02
Pseudo-word						
score	.39***	.53***	.32***	.31***	.41***	.28**
speed	-.42***	-.36***	-.43***	-.21***	-.49***	.01
Text reading	.57***	.42***	.49***	.32***	.64***	.15

시각 장애와 난독증을 갖는 그룹에서도 접근 장애의 요인 중에서 각각 장애 요인 1위와 3위에 올라 웹 접근성 문제에 있어서 색의 선택과 배치가 가장 중요한 이슈 중에 하나임을 확인할 수 있다[9].

2004년 6차 영국난독증 협회에서 주관한 국제 컨퍼런스에서 "발달성 난독증에서의 시각적 집중 결함"이란 논문에서 읽기와 시각적 요소 사이의 관계가 규명되었으며, 표 3, 4에 표시하였다. 프랑스의 초등학교 1,3,5학년을 대상으로 417명의 정상적 읽기 능력자와 난독증자를 대상으로 음운적 요소와 시각적 요소가 읽기 능력에 미치는 영향을 고찰한 결과 시각적 주의 능력이 난독증 독자의 읽기에 커다란 영향을 미치는 주요 요소라는 것이 밝혀졌다.

망막의 시신경세포가 정상인보다 작거나 성숙하지 못하여 눈으로 들어오는 정보를 제대로 탐지하지 못하거나, 뇌에 전달하지 못하는 증상을 얼렌증후군이라고 부르며, 난독증을 겪는 사람의 45%가 이 증상을 갖는 것으로 추정된다.

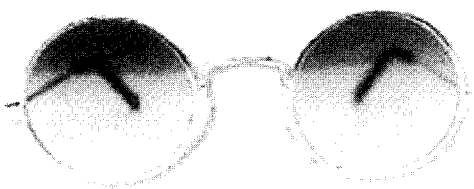
난독증에 대한 국내의 연구는 주로 뇌과학 연구개발사업단과 대학의 심리학과, 특수교육과를 중심으로 이루어지고 있으며, 기초적 임상, 조사 수준의 연구가 대부분이다. 해당 연구들은 이미 선진국에서 이루어진 방식을 국내의 환경에 접목하여 이루어지고 있으며, 한국어의 언어 및 문자 특성을 고려하여 해당 이론 및 임상적 결과가 검증되고 있는 것으로 보인다. 그러나 난독증에 대한 재활이나 치료 및 보정에 관한 보조 기술 측면에서는 전혀 이루어진 것이 없다.

Ⅳ. 보조기술과 문서 저작 고려 사항

난독증자에 대한 교육에 있어 보조기술의 채용이 효과적이란 사실이 보고되고 있으며, 미국, 영국 등지에서 여러 가지 보조 기술을 채용한 제품이 판매되고 있다. 호주에서는

그림 4와 같은 노란색 색안경을 사용하여 색대조, 운동 민감도와 안구제어 능력을 향상시키는 효과를 본 사례가 있으며, 해당 제품은 미국, 영국, 호주에서 판매되고 있다[10]. 미국 테네시의 크녹스 카운티의 학교들은 1993년부터 3학년에서 12학년에 재학 중인 중증 난독증 학생들의 매일 매일의 읽기, 쓰기에 대한 요구를 충족시키기 위하여 첨단기술과 일반기술을 채용한 포괄적인 프로그램을 읽기, 쓰기에 대한 대안으로써 구현해 오고 있다. 읽기에는 교재와 참고 자료에 대한 오디오 테이프, 컴퓨터에서 사용하는 스크린 리더기, 보조 교사와 수정된 읽기 자료가 제공된다. 쓰기에는 필사용 장치, 쓰기 보조교사 등이 제공된다. 이 학교들에서는 모든 난독증 학생들이 이 방식을 사용하여 고등학교를 졸업할 때까지 지정된 읽기와 쓰기 과제들을 수행하고 있다. 난독증자, 부분적 시각장애자들은 화면 확대, 색상보정, 음성 낭독기, 광학적 문자인식 프로그램과 같이 컴퓨터에서 작동하는 보조기술의 사용이 없이는 문자기반의 인쇄물에 접근하는데 어려움을 겪는다. 내용을 디지털화하면 좀 더 교재가 상호반응적이고, 접근적이 될 수 있다[11].

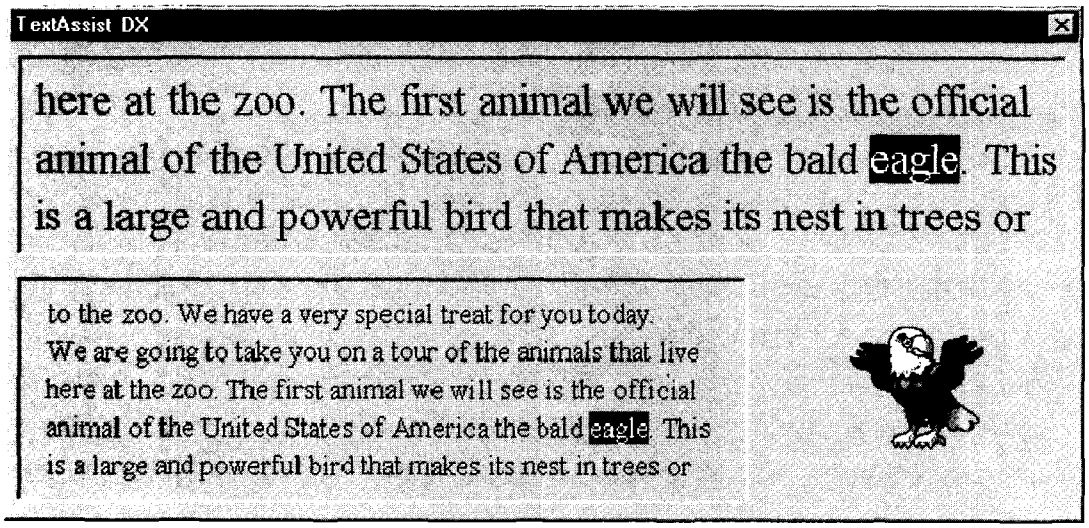
난독증에 적용될 수 있는 보조기술은 스크린 리더나 오디오 카세트와 같이 난독증의 현상을 회피하여 다른 대안을 제시하는 방식이나 색안경이나 콘텍트 렌즈와 같이 해당 현상이 완화되도록 환경을 제어하는 방식을 사용한다. 보조기술을 채용한 제품으로써 음성낭독 기능을 갖는 스크린 리더의 일종인 Mindmaker사의 TextAssist[12], 단어 검사, 발음 교사 기능과 스크린 리더 기능이 복합된 Texthelp사의 Read&Write 7[13]이 있다. TextAssist의 실행 화면을 그림 5에 표시하였다. 문서 파일을 화면 확대 창, 이미지 창, 원래 창의 3개의 창으로 나누어 표시하며, 화면 확대 창에서는 읽혀지는 문서 부분을 확대하여 표시하며, 현재 읽혀지는 단어에 동기화된 강조와 음향 효과가 제공되며, 이미지 창에는 해당 단어의 이미지가 표시된다. 문자의 색은 화대 화면에서 원래 창의 문자와 다른 색으로 표시될 수 있다.



〈그림 4〉 난독증 보정용 노란색 색안경

대안적 방식으로써 오디오 테이프가 제공되듯이 많은 교육적 자료가 웹문서와 같은 전자 문서로 제공되고 있으며, 이러한 경향은 더욱 심화될 것으로 보인다. 이제는 원격교육이란 용어 자체가 진부한 것이 되고 있으며, 일반적인 데스크톱 컴퓨터를 사용하는 것뿐만 아니라 전자책, 개인용 휴대폰, PDA 단말기를 통하여 다양한 교육 내용이 제공되고 있다. 그러나 제공되는 콘텐츠는 난독증을 가진 사람들이 혼란을 일으킬 수 있는 많은 요소를 포함하고 있다. 일반적으로 문서의 저작자가 난독증자를 위하여 저작 시에 고려할 사항은 다음과 같다.

- 주요 위치 사이에 관계를 보여주는 마인드 맵 또는 거미 다이어그램과 같은 다이어그 램이나 시각적 정보를 포함하라.
- San-sarif 폰트를 사용하라.
- 작은 폰트를 사용하지 마라.
- 좌 정렬을 사용하라.



〈그림 5〉 3개의 창으로 구성된 TextAssist의 화면

- 문단 사이에 빈 칸을 사용하라.
- 문장을 짧게 표현하라.
- 라인의 끝에서 문장을 사용하지 마라.
- 강조할 때 이텔릭 체나 밑줄 보다는 굵은 체나 대문자를 사용하라,
- 단어나 문장의 오류를 검사하라.
- 색이 있는 종이 또는 확대된 프린트를 사용할 지를 학생에게 물어보라.
- 약어를 사용할 때는 최초에 설명하라.
- 큰 프린트 버전, 색지 버전, 플로피 디스크 옵션을 제공하라.

웹 콘텐츠 저자가 저작 시에 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- 레이아웃을 간결하게 하라.
- 큰 문자를 사용하고, Sans-serif 폰트를 사용하라.
- 문자와 배경사이에 색상 대비가 큰 색을 사용하라.
- 번쩍거리거나 움직이는 문자를 피하라.
- 번쩍거리는 배경 색을 피하라.
- 레이아웃을 전 웹 사이트에 걸쳐 일관성 있게 유지하라.
- 섹션 제목을 사용하라.
- 페이지를 인쇄에 친화적으로 작성하라.
- 난독증의 종류에 따라 색 간의 구별이 쉬운 색의 조합을 사용하라. 영국의 난독증 연합회에서는 배경색으로서 밝은 노랑 또는 크림색, 영국의 colour group에서는 배경색과 글씨 색의 조합으로써 밝은 청색과 밝은 청록색의 조합을 추천하고, Tintavision에서는 난독증의 일종인 모서리 탐지 불규칙 안구 단속 운동에 대하여 밝은 회색, 밝은 청록색, 밝은 자홍색을 쓸 것을 추천하고 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 난독증자가 학습에서 경험하는 혼란을 줄이기 위하여, 이들에게 일반

적으로 나타나는 증상을 회피 또는 완화 시킬 수 있는 보조기술과 문서 저작 방식에 대하여 조사하였다. 조사 결과 시각적 결함과 단기적 기억 능력의 결함을 완화시키는데 도움을 줄 수 있는 여러 가지 보조기술이 존재하며, 이 기술들은 이미 효용성이 입증되어 쓰이고 있으며, 첨단 기술뿐만 아니라 일반 기술을 채용한 제품들도 유용하다는 것을 알 수 있다. 발달성 난독증은 주로 시각적 결함이나 뇌 처리 방식의 차이 때문에 발생하며, 적용될 수 있는 보조기술의 종류는 시각장애자와 색각이상자에 적용되는 기술과 유사성을 갖는다.

발달성 난독증의 경우 조기 발견, 즉 취학 전에 발견하는 것이 중요하며, 적절한 교육으로 정상인과 유사한 읽기 능력을 가질 수 있다. 그러나 국내 환경에서 양질의 특수 교육을 받을 수 있는 대상은 극히 제한적이며, 적절한 보조 도구와 대안적 교재도 공급되지 않는 실정이다. 국내에서도 미국의 경우와 같이 원격 교육을 통하여 일반 교사나 일반인을 대상으로 난독증 학생들을 가르치는데 필요한 교육 코스를 제공하는 것이 요구되며, 정상인과의 독서 속도의 차이를 극복시키기 위하여 대안적 교재 개발과 다양한 보조 도구의 개발과 보급이 필요한 실정이다.

참고문헌

[1] 이나미, 윤점룡, 학습장애아의 특성 분석과 진단 도구 개발, 한국교육개발원 연구보고서 RR90-12

[2] http://www.dys-add.com/nowknow.html

[3] Collier's Encyclopedia, Macmillan Educational Company, 1991

[4] 루이 라플레르, 루이즈 델랑 2000, 한국아동문학센터 편역, 학습장애 클리닉, 한울림

[5] 이홍재 · 김미라 · 남기춘, "난독증의 이해: 난독증의 분류와 평가", 한국심리학회지: 일반, 제 17권 제 1호, 1998년.

[6] Mike Matvy, "A Silicon Bullet For Dyslexia: A New Solution For An Old Problem", Technology and Persons with Disabilities Conference, pp52-56, 2000

[7] Sally shaywitz. 2004, Overcoming Dyslexia: A New and Complete Science-Based Program, Alfred A.Knopf, New York

[8] Sheila Oglethorpe. 2002, Instrumental Music for Dyslexics: A Teaching Handbook, Whurr Publishers

[9] United Kingdom Disability Right commission, The web Access and Inclusion for Disabled People, 2004. 4

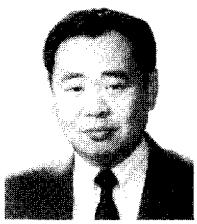
[10] http://www.dyslexic.org.uk/va3.htm

[11] E.A. Draffan, "DYSLEXIA, E-LEARNING AND E-SKILLS", 19th International Conference on Technology and Persons with Disabilities, 2004

[12] http://www.textassist.com/

[13] http://www.texthelp.com/

저자소개



장 영 건

1979년 – 1983년 국방과학연구소 연구원
1983년 – 1994년 대우중공업 중앙연구소 책임연구원
1995년 – 1996년 고등기술연구원 책임연구원
2003년 – 2004년 University of California Davis, Visiting scholar
1996년 – 현재 청주대학교 부교수
주관심 분야 보조기술, HCI, CTI, 음성정보처리를 이용한 웹 프로그래밍, 재활공학, 지능 로봇