

# A Study of Whiter Matter Fiber Tractography in Young Internet Addiction Disorder using a Brain Diffusion Tensor Magnetic Resonance Imaging

Eun - Hoe Goo

Department of Radiological Science, Cheongju University

Received: December 30, 2015. Revised: December 01, 2016. Accepted: December 01, 2016.

## ABSTRACT

The goal of this study is to investigate corpus callosum and both internal capsule changes with the internet addiction disorder compared to control group using MR diffusion tensor imaging. A total of 22 teenager volunteers who had 10 high-risk group with internet addiction and 12 normal control group were conducted for this study. Imaging was conducted on a 3 T using a EPI sequence. Image evaluation was analysed of the FA, ADC( $10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s), length(mm). We did select ROI for image tracking on corpus callosum of 5 and including 2(internal capsule). The data from these ROIs were compared statistically among the groups using independent t-test, correlation coefficient. There were significant inter-group differences( $p < 0.05$ ) among FA, ADC( $10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s) and length(mm). And also significantly negative correlations were found between FA values of corpus callosum and IAD scale( $p = 0.000$ ). DTI was shown significant changes of FA and ADC, LNF values in IAD compared to control group. Therefore, our results may provided clinical information for brain white matter functions.

Key words : internet addiction disorder, diffusion tensor imaging, fractional anisotropy.

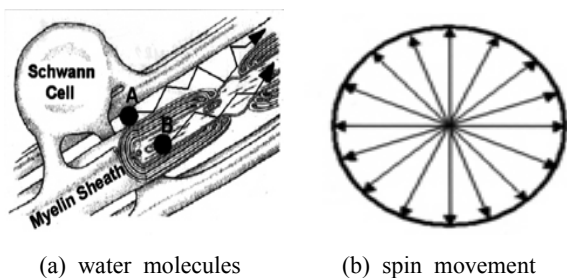
## I. INTRODUCTION

최근에 10대를 비롯한 성인에 이르기까지 스마트폰 및 인터넷을 이용한 온라인 게임을 일상생활에서 쉽게 접하고 있다.<sup>[1]</sup> 특히 청소년들의 게임은 높은 중독성을 보이면서 여러 가지 후유증을 유발하게 된다. 또한 이러한 인터넷 게임의 중독은 사회적인 무리를 유발할 것이라는 시각이 많이 지배적이다.<sup>[2,3]</sup> Park등 보고에 의하면 메타분석결과 폭력적인 인터넷 게임이 청소년을 비롯한 대학생과 성인에 이르기까지 대중들에 대한 위협이 있다는 것으로 나타났다.<sup>[3]</sup> Fischer등은 수만 명 이상의 대상자를 분석을 통하여 위험 감수행동(risk-taking behavior)을 미화하는 여러 방송매체에 노출되는 경우 위험을 추구하는 성향이 실제로 증가한다는 연구발표를 하였다.<sup>[4]</sup> 청소년들의 인터넷 게임 중독은 사실 일반적인 질환으로 나누어 있지 않기 때문에 게임중독

에 관한 질환을 살펴볼 필요가 있다. Yen등은 인터넷 중독 청소년들에게 ADHD(attention-deficit hyperactivity disorder)와 우울증, 사회에 대한 공포증세가 있다고 보고된 바가 있다.<sup>[5]</sup> 인터넷 게임 중독은 뇌의 시각적(visual), 청각적(auditory), 감정적(emotional), 운동영역(motor area)에 반응을 하게 되어 백질(white matter)의 뇌 신경 손상을 초래하게 된다. 인간의 뇌에서 백질의 구조물을 갖고 있는 뇌량(corpus callosum)은 대뇌반구를 연결하고 피질과 피질하 신경원의 전달을 제공하는 역할을 하게 된다.<sup>[6]</sup> 뇌량은 구부(rostrum), 슬부(genu), 체부(body), 팽대부(splenium)로 구성되며 성장기를 통하여 앞쪽의 슬부에서부터 시작하여 뒤쪽의 팽대부까지 성장하게 된다. 뇌량은 약 12억개의 축색돌기(axon)로 구성되어 재태연령 18주에 형성되지만 약 40% 정도만이 이 시기에 수초화(myelinated) 되어있다.<sup>[7]</sup> 뇌량의 체부와 팽대부의 손상은 운동장애의 정도와 관련이 높아 경직성 양지마비 환자의 손상정도를 보여주는 지표로

이용되고 있다는 보고도 있다.<sup>[8]</sup> 뇌량의 위축 기전은 축삭 혹은 신경원의 직접적인 손상, 탈 수초화 등 축삭의 수에 영향을 받게 된다. 이러한 신경다발에 대한 뇌량의 손상정도를 평가하는 방법으로 횡단면 영상에서 백질의 손상정도를 측정하는 것은 매우 어렵기 때문에 자기공명영상기기를 이용한 확산텐서영상(diffusion tensor imaging)에서 비등방성(fractional anisotropy) 확산을 측정함으로써 손상정도를 정량적으로 알 수가 있다. 확산텐서영상의 계산 방법은 Fig. 1(a)과 같이 축삭의 열에 따라 일정한 방향을 가지고 있으며 축삭 세포 내에서 움직이는 물 분자 또한 정해진 방향성을 가지고 흐르게 된다. 일정한 하나의 공간 안에서 어느 방향으로나 같은 확률분포를 가지고 움직이는 자유로운 브라운 운동의 경우 Fig. 1(b)과 (c)와 같이 그 확률분포는 모든 방향으로 같은 값을 가지며 이를 등방성 확산(isotropic diffusion) 운동이라 한다. 백질섬유로와 같이 일정한 하나의 방향으로 물 분자들이 흐르는 경우를 비등방성 확산(anisotropic diffusion)이라 하며 이때 주 확산방향을 eigenvector(E), 그 수치를 eigen-value( $\lambda$ )로 표시한다. 가장 큰 eigen-vector를 E1( $\lambda_1, 1$ )을 가지고, 두 번째로 큰 것을 E2( $\lambda_2, 1$  보다 작은 값), 가장 작은 것을 E3( $\lambda_3, 0$ )로 표시한다. 이러한 변수들은 X, Y, Z 세 방향 외에 xy, yz, xz 방향의 추가 확산 경사자장을 인가하여 계산을 통해 얻을 수 있으며 등방성 겉보기 확산계수(isotropic-apparent diffusion coefficient)를 구한 후 분할 비등방도를(fractional anisotropy) 구할 수 있다.<sup>[9]</sup>

따라서 본 실험은 IAD scale(young internet assessment scale)<sup>[11]</sup> 설문지를 통하여 청소년 인터넷 중독그룹과 정상그룹을 분류 후 DTI 영상을 적용한 FA, ADC ( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm)값 변화를 통하여 두 그룹에 대한 신경섬유의 정상 및 손상정도를 정량적 분석하고 IAD scale과의 상관관계를 알아보고자 하였다.



(c) anisotropic diffusion

Fig. 1. White matter fiber-tract (a) and the concepts of diffusion ellipsoids (b), anisotropic diffusion (C).<sup>[10]</sup>

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 대상

2015년 08월부터 2015년 11월까지 남자 총 22명으로 정상인 12명(평균연령  $14.59 \pm 0.67$  years)과 청소년 인터넷 중독자 10명(평균연령  $15 \pm 2.2$  years)을 대상으로 하였다. 인터넷 중독자 대상은 인터넷 중독 클리닉 센터에 방문한 환자를 선정하였으며 선정 후 검사를 하였다. 주 증상으로는 학업성취도가 떨어져 있었으며 하루에 6시간 이상 인터넷을 하였고 주의력 결핍 및 우울증이 있는 정신적 질환을 가지고 있었다. 정상과 인터넷 중독 장애의 차이는 인터넷 중독 자가 진단법으로 세계에서 가장 많이 쓰이는 Kimberly Young가 제안한 IAT(Young's Internet Addiction Test)인터넷 자가 진단법을 통하여 80-100 point를 획득한 경우에 인터넷 중독 장애로 구분하였다. 검사에 참여한 피검자는 MRI 검사를 무상으로 제공 받을 수 있는 금전적 이득과 판독결과를 구두로 들을 수가 있었다. 실험진행 전 모든 피검자는 안전성 설명을 들은 후 참가동의서를 작성하였으며 이후 검사를 실시하였다. 본 실험에 사용된 장비는 3.0 T 자기공명영상기기(Philips, Medical System, Netherlands)를 사용하였으며, 데이터 획득을 위한 자기공명영상 수신코일로는 8채널 머리다중 코일을 사용하였다. 모든 영상은 축삭면(axial plane)으로 설정하여 데이터를 획득하였으며, 적용된 매개변수(parameter)는 Table 1과 같이 3차 의료원에서 일반적으로 적용되는 조건으로 하였다.

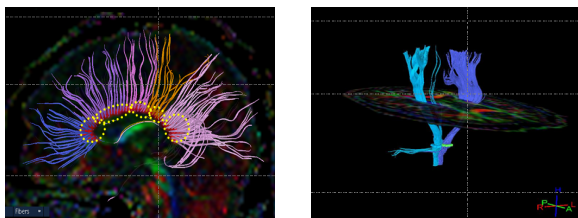
Table 1. Scan parameters for quantitative evaluation with EPI pulse sequences

PS <sup>a)</sup>	TR	TE	FA	NEX	FOV
EPI <sup>b)</sup>	8130	68	90°	2	220
-	Voxel size (mm <sup>3</sup> )	b-value (s/mm <sup>2</sup> )	Sense factor	Directions	Scan time
-	1.7 x 1.7 x 2	1000	2	32	05:16

<sup>a)</sup>PS: pulse sequence, <sup>b)</sup>EPI: echo planner image, TR (ms): repetition time, TE (ms): echo time, FA: flip angle, NEX: number of exciting, FOV (mm): field of view.

## 2. 분석방법

본 실험 대상자인 정상인과 인터넷 중독자에 대하여 두개저부(skull base)에서 두정부(skull vertex)까지 포함하여 EPI(echo planner imaging) data를 얻은 후 post-processing 하기 위하여 View Forum(Philips Medical System)으로 전송하였다. 백질 섬유로에 대한 손상정도를 측정하기 위하여 뇌량<sup>12)</sup>의 슬부(genu), 전체부(anterior-midbody), 후체부(posterior-midbody), 이행부(isthmus), 팽대부(splenium)와 좌·우 섬유내막 2 부위(rt. and lt. internal capsule)에 대하여 Fig. 2와 같이 일정한 관심영역(region of interest, ROI)을 설정한 후 백질로(white matter tractography)를 평가하였다. 평가척도로는 비등방도(fractional anisotropy, FA), 현성확산계수(apparent diffusion coefficient, 섬유로의 길이(length)를 평가하기 위하여 뇌의 일정부분에 관심영역을 선정 후 백질 섬유로를 시각화할 수 있는 View Forum 프로그램을 이용하여 측정하였다.



(a) corpus callosum (b) internal capsule

Fig. 2. Divided seven of a region of interest. corpus callosum(a: 5 yellow dot lines) and internal capsule(b: rt. fiber tract, lt. fiber tract).

## 3. 통계분석

본 실험 대상자에 대하여 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm) 값의 통계적 유의성 평가는 Independent *t*-test로 하였으며, 정상인과 인터넷 중독자에 대한 IAD test 방법이 서로 상관관계가 있는지 확인하기 위하여 Pearson correlation coefficient 검증을 하였다. 모든 실험 데이터는 *p* 값이 0.05 이하일 때 통계적 유의성을 두었다. 본 실험에 대한 데이터 분석을 위해 사용된 프로그램은 SPSS software(SPSS 15.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA)로 통계학적 분석을 실행하였다.

## III. RESULT

총 22명의 실험군의 분석결과 정상인과 인터넷 중독자간은 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm) 값에 대하여 유의성 있는 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 평균 비등방성 값은 슬부 가  $0.867 \pm 0.03$ (NCG),  $0.554 \pm 0.05$ (IAD)로 IAD가 낮게 나타나 신경손상을 확인 할 수가 있었다( $p = 0.0005$ ). 그 외에 전체부, 후체부, 이행부, 팽대부 순으로 IAD가 감소되어 뇌량의 신경손상 정도는 뒤쪽으로 갈수록 심하게 나타났다. 좌·우 섬유내막에 대한 평균 비등방도 값 또한 Table 2와 같이 IAD 청소년이 (rt. :  $0.54 \pm 0.19$ , lt. :  $0.57 \pm 0.15$ ), (rt. :  $0.52 \pm 0.15$ , lt. :  $0.54 \pm 0.15$ ) 낮게 나타났다.

Table 2. Mean FA values for NCG and IAD in the CC and right, left internal capsule (n=22).

	NCG	IAD	<i>t</i>	<i>p</i> - values
Genu	$0.867 \pm 0.03$	$0.554 \pm 0.05$	-3.257	0.0005
Ant. Mid	$0.866 \pm 0.05$	$0.544 \pm 0.03$	-3.558	0.0002
Pos. Mid	$0.864 \pm 0.05$	$0.535 \pm 0.02$	-4.568	0.0002
Isthmus	$0.859 \pm 0.04$	$0.512 \pm 0.02$	-3.456	0.0004
Splenium	$0.895 \pm 0.04$	$0.451 \pm 0.03$	-3.168	0.0006
Rt. IC	$0.54 \pm 0.19$	$0.52 \pm 0.15$	-3.779	0.0005
Lt. IC	$0.57 \pm 0.15$	$0.54 \pm 0.15$	-4.534	0.0003

Note-Numbers are mean  $\pm$  standard deviation. FA: fractional anisotropy, CC: corpus callosum, NCG: normal control group, IC : internal capsule, IAD: internet addiction disorder, Significant *p* values ( $p < 0.05$ ) are shown in bold.

평균 ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm)에 대하여 Table 3과 4는 측정한 값이다. 좌·우 섬유내막을 포함하여 전반적으로 IAD가 NCG에 비해 감소된 값을 얻었다. ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) 값의 분포는 슬부에서 팽대부로 갈수록 확산정도가 높게 나타났으며 뇌량에 비해 섬유내막이 확산정도는 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). NCG의 섬유로의 Length(mm)는 슬부에서 팽대부 쪽으로 갈수록 높게 나타났지만 IAD는 감소되어 나타났다. 이 또한 백질 섬유로의 손상을 의미하는 결과이다.

인터넷 자가진단과 비등방성 값과의 상관관계는 Fig. 3과 같이 강(Strong)하게 음의 선형관계를 보여주었다. 자기진단설문지에서 80점 이하의 값은 Genu mean FA 값이  $r = -0.861$ ,  $p = 0.000$  사이에 있었고, 그 이상의 값에서는 Genu mean FA 값은  $R = -0.972$ ,  $p = 0.000$  사이에 나타났다. 80점 이하의 일 경우 Splenium mean FA 값은  $r = -0.832$ ,  $p = -0.001$ 로 음의 상관관계를 나타냈고, 이상의 경우는  $r = -0.975$ ,  $p = 0.000$  사이의 선형적 음의 상관관계를 보여주었다.

Table 3. Mean ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) values for NCG and IAD in the CC and both internal capsules (n=22).

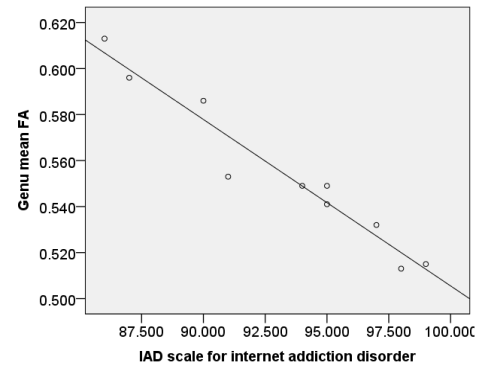
	NCG	IAD	t	p- values
Genu	0.88 ±0.25	0.89 ±0.18	-4.852	0.0005
Ant. Mid	0.89 ±0.28	0.87 ±0.23	-1.452	0.005
Pos. Mid	0.81 ±0.22	0.85 ±0.38	-4.877	0.0004
Isthmus	0.93 ±0.44	0.83 ±0.35	-4.853	0.0006
Splenium	0.94 ±0.36	0.83 ±0.35	7.345	0.008
Rt. IC	0.77 ±0.25	0.76 ±0.14	6.467	0.0054
Lt. IC	0.76 ±0.10	0.74 ±0.11	-4.582	0.0006

Note-Numbers are mean ± standard deviation.  
 ADC: apparent diffusion coefficient,  
 CC: corpus callosum,  
 NCG: normal control group,  
 IC : internal capsule,  
 IAD: internet addiction disorder,  
 Significant p values( $p < 0.05$ ) are shown in bold.

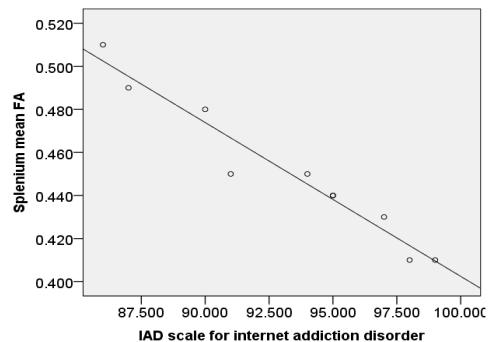
Table 4. Mean LNF(mm) values for NCG and IAD in the CC and both internal capsules (n=22).

	NCG	IAD	t	p- values
Genu	67.09 ±26.52	66.23 ±28.18	-4.654	0.0008
Ant. Mid	68.33 ±28.31	65.27 ±28.17	-3.455	0.0007
Pos. Mid	68.52 ±37.54	64.78 ±30.83	-4.510	0.0006
Isthmus	70.25 ±30.62	64.03 ±32.32	-4.779	0.0004
Splenium	74.61 ±44.72	62.28 ±44.95	5.119	0.005
Rt. IC	119.65 ±25.32	116.01 ±26.23	-4.445	0.0006
Lt. IC	109.87 ±04.46	104.72 ±20.84	-3.569	0.0008

Note-Numbers are mean ± standard deviation.  
 LNF: length of neural fiber, CC: corpus callosum, NCG: normal control group, IC : internal capsule, IAD: internet addiction disorder, Significant p values ( $p < 0.05$ ) are shown in bold.



(a) Genu mean FA and IAD scale



(b) Splenium mean FA and IAD scale

Fig. 3. The correlation between corpus callosum and IAD scale (a, b).

#### IV. DISCUSSION

확산텐서영상은 물 분자의 확산의 정도와 방향성을 정량적 지표로 하는데 자기공명영상 기법으로 백질 섬유유로를 연구하는데 많이 사용된다. 오래전 연구에서도 백질의 탈 수초화와 축삭손상은 비등방성을 감소하며 이는 FA값을 감소하는 것으로 증명하였고<sup>[13]</sup> 그 외에 뇌 회백질에서도 청소년 인터넷 중독 환자는 좌측설회, 앞 시상, 대상회 피질 등 구역에 뚜렷한 위축현상이 발생한다는 점을 발견하였다.<sup>[14]</sup> 본 연구의 목적에서도 DTI 기법을 적용하여 뇌량과 섬유유로에 대한 백질 신경섬유로의 손상을 평가하는데 유용한지를 알아보는데 있다. 본 실험에 적용된 정상인과 인터넷 중독 장애에서 Fig. 4와 같이 뇌량의 백질 섬유유로를 지도화 했을 때 육안으로 정상인에 비해 인터넷 중독자가 신경섬유로가 감소된 것을 알 수가 있었다. (a) 영상에 비해 (b) 영상(arrow head)을 보면 전반적으로 신경섬유가 적게 나타난 것을 알 수가 있다.

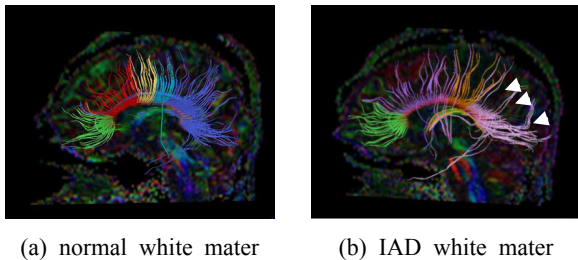


Fig. 4. White matter tractography of corpus callosum in normal (a) and internet addiction disorder (b).

섬유유로의 경우 또한 Fig. 5와 같이 정상인(a)과 인터넷 중독자(b)간에 좌 우 FA(lt: 0.537, rt: 0.566, lt : 0.521, rt : 0.513) 값의 차이가 근소하게 나타났다.

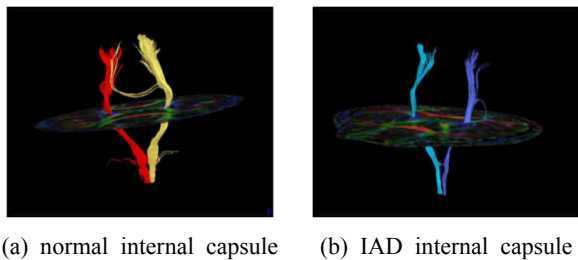


Fig. 5. White matter tractography of internal capsule in normal (a) and internet addiction disorder (b).

뇌량과 섬유유로에서 Fig. 4와 5와 같이 FA값의 감소는 인터넷 중독 환자의 신경 메커니즘 중의 하나로 뇌 집행 및 통제 기능이 손상을 받았다는 연구결론을 토출한 것이라고 생각한다. 본 연구에서 IAT는 미국 피츠버그 대학의 kimberly Young 박사가 고안한 인터넷 중독 자가 진단법으로 정량적인 측정을 했을 때 신경 섬유로의 손상이 나타나 자가 진단법과 일치하는 결과를 얻었지만 최근에 이러한 자가 진단법에 다른 주장을 하기도 하였다. Jhnha등에 의하면 IAT 임상실험결과 중증그룹(10.7±4.6시간/일)이 경증그룹(6.3±2.9시간/일)보다 인터넷 중독 증상의 지속 기간이 길고 인터넷도 더 오래 사용했다는 결과이었다.<sup>[15]</sup> 그러나 현재 우리나라 정부부처와 연구기관 등에서 인터넷 중독 장애에 대한 치료에 대한 기준으로서 주로 사용기 때문에 본 실험의 결과는 의미가 있다고 생각한다. 본 실험에서 제한점이 있다면 첫째, 적은수의 대조군과 장애의 정도를 mild, moderate-severe 구분하지 않고 분석한 점. 둘째, 대상에서 남녀 비율, 연령에 대하여 분석하지 못한 점. 본 저자는 향후 위의 제한점에 관하여 백질섬유로와 민감한 관계가 있기 때문에 후속연구를 할 계획이며, 본 실험 결과가 임상적으로 최적 정보를 제공할 것이라고 생각한다.

#### V. CONCLUSION

결론적으로, 정상인과 인터넷 장애를 가진 대상은 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm) 값의 차이를 보였으며, 이러한 결과는 FA 값의 감소로 신경손상과 일치하였다. 또한 IAT 자가진단 테스트는 백질섬유 손상정도가 일치하는 강한 음의 선형적 상관관계를 가졌다. 따라서 본 연구는 청소년 인터넷 중독 환자에 대한 실제 임상진단과 치료를 위한 이론적 근거를 정량적으로 제공해 주었다고 생각한다.

#### Reference

- [1] F. Lin, Y. Zhou, Y. Du, L. Qin, Z. Zhao, J. Xu, H. Lei, "Abnormal White Matter Integrity in Adolescents with Internet Addiction Disorder: A Tract-Based Spatial Statistics Study," PloS one, Vol. 7, No. 1, 2012.
- [2] L. Kutner, C. K. Olson, "Grand Theft Childhood: The Surprising Truth About Violent Video Games and

- What Parents Can Do,” New York: Simon & Schuster, 2008.
- [3] J. H. Park, Y. S. Lee, B. N. Kim, J. H. Cheong and D. H. Han, “The Factors for the Aggression in Patients with On-Line Game Addiction : Behavioral Inhibition/Activation System and Comorbid Disease,” *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, Vol. 52, No. 2, pp. 84-90, 2013.
- [4] P. Fischer, T. Greitemeyer, A. Kastenmüller, C. Vo grincic, A. Sauer, “The effects of risk-glorifying media exposure on risk-positive cognitions,” emotions, and behaviors: a meta-analytic review, *Psychol Bull*, Vol. 137, No. 3, pp. 367-390, 2011.
- [5] J. Y. Yen, C. H. Ko, C. F. Yen, H. Y. Wu, M. J. Yang, “The comorbid psychiatric symptoms of Internet addiction: attention deficit and hyperactivity disorder(ADHD), depression, social phobia, and hostility,” *Journal of Adolescent Health*, Vol. 41, No. 1, pp. 93-98, 2007.
- [6] S. T. Yu and C. W. Lee, “The significance of corpus callosal size in the estimation of neurologically abnormal infants,” *Korean Journal of Pediatrics*, Vol. 51, No. 11, pp. 1205-1210, 2008.
- [7] P. Y. Rakic, P. I. Akovlev, “Development of the corpus callosum and cavumsepti in man,” *The Journal of Comparative Neurology*, Vol. 132, No. 1, pp. 45-72, 1968.
- [8] E. R. Melhem, S. Mori, G. Mukundan, M. A. Kraut, M. G. Pomper, Peter C. M. van Zill, “Diffusion tensor MR imaging of the brain and white matter tractography,” *American Journal of Roentgenology*, Vol. 178, No. 1, pp. 3-16, 2002.
- [9] C. Pierpaoli, P. J. Basser, “Toward a quantitative assessment of diffusion anisotropy,” *Magnetic Resonance in Medicine*, Vol. 36, No. 6, pp. 893-906, 1996.
- [10] S. K. Lee, “Clinical application of DTI,” *Korean Society of Resonance in Medicine*, The 8th Symposium abstract, pp. 114-119, 2003.
- [11] J. H. Ha, S. Y. Kim, S. C. Bae, S. Bae, H. Kim, M. Sim, I. K. Lyoo, S. C. Cho, “Depression and Internet addiction in adolescents,” *Psychopathology*, Vol. 40, No. 6, pp. 424-430, 2007.
- [12] I. C. Im, E. H. Goo, J. S. Lee, “Evaluation of the Neural Fiber Tractography Associated with Aging in the Normal Corpus Callosum Using the Diffusion Tensor Imaging (DTI),” *The Korean Society of Radiology*, Vol. 5, No. 4, pp. 189-194, 2011.
- [13] E. Scheurer, K. O. Lovblad, R. Kreis, S. E. Maier, C. Boesch, R. Dirnhofer, K. Yen, “Forensic application of postmortem diffusion-weighted and diffusion tensor MR imaging of the human brain in situ,” *American Journal of Neuroradiology*, Vol. 32, No. 8, pp. 1518-24, 2011.
- [14] K. Yuan, W. Qin, G. Wang, F. Zeng, L. Zhao, X. Yang, P. Liu, J. Liu, J. Sun, K. M. von Deneen, Q. Gong, Y. Liu, J. Tian, “Microstructure abnormalities in adolescents with internet addiction disorder,” *PLoS One*, Vol. 6, No. 6, 2011.
- [15] S. J. Kim, D. H. Park, S. H. Ryu, J. Yu, J. H. Ha, “Usefulness of Young's Internet addiction test for clinical populations,” *Nordic Journal of Psychiatry*, Vol. 67, No. 6, pp. 393-399, 2013.

## 뇌 확산텐서 자기공명영상을 이용한 청소년 인터넷 중독자의 백질 섬유로에 관한 연구

구은희

청주대학교 방사선학과

### 요 약

3.0 T 자기공명영상기기에서 확산텐서영상을 이용하여 청소년을 대상으로 정상인과 인터넷 중독자의 뇌량과 내섬유막 구조의 변화에 대하여 정량적으로 알아보려고 하였다. 10명의 인터넷 중독자와 정상인 12명을 대상으로 검사를 하였고, 정량적 분석을 위하여 뇌량의 5부위와 내섬유막의 2부위를 View Forum 프로그램을 이용하여 두 그룹에 대한 신경섬유의 손상 정도를 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm)값으로 측정하였다. 그룹 간 통계적 유의성은 Independent t-test와 pearson 상관관계로 하였다( $p < 0.05$ ). 정상인과 인터넷 중독자에 관하여 신경섬유 손상정도는 7부위에 대하여 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm)값에 대하여 의미 있는 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 두 그룹에서 IAD scale 과 뇌량의 FA값은 음의 적으로 강하게 상관관계가 있었다( $p < 0.000$ ). 결론적으로, 확산텐서영상은 FA, ADC( $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ), Length(mm)값에 대하여 유의성 있는 차이를 보여고, 이 결과는 뇌 백질에 대한 손상정도에 관하여 정량적으로 임상적 정보를 제공하였다.

중심단어: 인터넷중독장애, 확산텐서영상, 비등방성.