

호흡정지 HASTE 기법을 이용한 채담관 자기공명영상에서 최대신호강도영상과 단일절편영상의 비교¹

박미숙 · 김영환² · 김기황 · 유정식 · 조나리아

목 적 : 호흡정지 HASTE 기법을 이용한 채담관 자기공명영상에서, 고식적인 최대신호강도(Maximum Intensity Projection)영상과 단일절편(Single Slice Acquisition)영상을 비교 분석하여 단일절편영상의 실효성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 5명의 건강한 자원자를 대상으로 1.5T 초전도형 자기공명영상기를 이용하여 호흡정지 HASTE 기법으로 촬영하였다. 단일절편기법은 절편 두께 20mm로 설정하여, 스캔시간 2초에 한개의 영상을 얻었다. 최대신호강도영상은 다절편(Multi-Slice Acquisition)기법으로 13개의 영상(절편 두께 5mm)을 얻은 뒤 이 기본 영상을 재구성하여 얻었다. 채담도계를 10개의 해부학적 구조로 나누고 각 구조의 명확도를 아주 좋음(3점), 좋음(2점), 보통(1점), 나쁨(0점)의 4단계로 나누어 점수를 주었다. 5명 점수의 평균을 내어 10개의 구조별로 두 가지 기법의 차이를 비교하였다. 또한 채담도계 전체 구조의 각 기법에 따른 영상의 질적 차이를 비교하기 위하여 10개의 구조의 평균점수를 모두 합한 후 총 합계 점수의 차이를 비교하였다. 2명의 방사선과 의사가 최대신호강도 영상과 단일절편 영상을 평가, 비교 분석하였다.

결 과 : 10개의 해부학적 구조별로 두 기법의 차이를 비교하여 보았을 때, 담관은 두 영상 사이에 유의할 만한 차이가 없었으나 췌관은 최대신호강도영상(췌관 전체 평균 점수 0.7점)보다 단일절편영상(1.94점)에서 훨씬 선명하였다. 두 기법의 질적 차이를 전체적으로 비교하였을 때, 각 기법별 평균 관찰점수의 합계는, 단일절편영상 18.75점, 최대신호강도영상 7점으로 단일절편영상이 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.42$)

결 론 : 채담도 자기공명영상에서 단일절편영상은 최대신호강도영상과 비교하여 영상의 질은 비슷하면서 스캔 시간은 2초로 매우 짧기 때문에 호흡과 장운동에 의한 인공산물(artifact)의 영향이 적다. 특히 췌관의 경우 더욱 선명한 영상을 얻을 수 있다. 따라서 호흡정지가 곤란한 환자와 췌관의 병변이 의심되는 환자에게 우선 적용할 수 있는 검사 기법이라 사료된다.

채담도계를 직접적으로 관찰하기 위한 방법으로 내시경적역행성 담췌관조영술(Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography)과 경피적 담도조영술(Percutaneous Transhepatic Cholangiography) 등의 유용성은 잘 알려져 있다. 하지만 이에 수반하는 합병증(사망률 1%, 이환율 7%)이 적지 않다(1, 2, 3).

자기공명담췌관조영술(Magnetic Resonance Cholangiopancreatography : 이하 MRCP로 줄임)은 검사 시간이 짧고 안전하면서도 폐쇄 부위 상방의 확장된 채담관을 볼 수 있다는 장점이 있어 내시경적역행성 담췌관조영술을 대신할 수 있는

가능성을 가진 영상기법으로, 그 진단적 정확도 역시 점차 좋아지고 있다(1, 2, 4).

MRCP에서 영상을 얻는 방법은 사용하는 펄스 시퀀스에 따라 다양한데 이제까지 주로 사용되어 왔던 방법은, 얇은 두께의 다절편 기법으로 기본 영상을 얻고 재구성 과정을 거쳐 3차원적인 최대신호강도(Maximum Intensity Projection)영상을 만드는 것이다. 이러한 최대신호강도영상은 채담관 구조를 전체적으로 볼 수 있고 직접적인 담관조영술과 비슷하여 임상 의들에게 보다 친숙한 영상이지만 복잡한 재구성 과정을 거쳐야 하기 때문에 시간이 많이 걸리는 단점이 있다(1).

이에 반해 최근 새로이 소개된 단일절편 기법은 일정한 두께 내의 구조물을 재구성 과정을 거치지 않고 단시간내에 곧바로 영상화 할 수 있다는 장점(4, 5)이 있다. 하지만 그 진단적 가치

¹연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²인제대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 논문은 1996년 12월 7일 접수하여 1997년 5월 28일에 채택되었음

에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다.

본 연구는 호흡정지 HASTE(Half-Fourier Acquisition Single Shot Turbo Spin-Echo)기법을 이용하여 정상 채담관 구조물을 관찰하는데 있어서, 최대신호강도영상과 단일절편 영상을 비교하여 단일절편기법의 실효성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

다섯명의 건강한 자원자를 대상으로 하였다. 다섯명 모두 남자로 30세에서 65세까지이었고 평균 연령은 52세 이었다. 대상자는 검사전 모두 6시간 동안 금식하였으며, 대상자 중 한 명이 담낭절제술을 받은 과거력이 있으나 채담도계 질환의 기왕력은 없었다.

1.5T 초전도형 자기공명영상기인 Magnetom Vision (Siemens, Erlangen, Germany)으로 채부 코일을 이용하여 채담도계를 촬영하였다. 채담관 자기공명영상을 얻기 전에, Turbo FLASH T1 강조기법을 이용하여 얻은 축상영상에서 채담도계의 위치를 설정하였다. MRCP는 호흡정지 HASTE 기법으로 촬영하였다. 촬영조건은 128 echo train length, 효과적인 에코 시간은 95msec, flip angle은 180도, matrix는 240×256, NEX(number of excitation) 1회로 하였다. 관심야(Field of View : FOV)는 250-380mm, 촬영각도는 관상에서 시상, -10도에서 10도로 관심부위와 대상에 따라 다르게 설정하였다.

비교를 위하여 두가지 데이터 획득 기법을 사용하였다. 첫번

째는 단일절편기법으로 절편 두께 20mm로 설정하여, 스캔시간 2초에 한 개의 영상을 얻었다. 두번째는 다절편기법으로 절편두께 5mm로 설정하여 스캔시간 19초에 13개의 기본 영상을 얻었으며 재구성 과정을 거쳐 최대신호강도영상을 얻었다.

각 부위별 해부학적 구조물이 얼마나 명확하게 보이는가 알아보기 위해 채담도계를 간내 1, 2차 분지, 좌·우주간관, 총간관, 담낭관, 총수담관, 채관의 두부, 채부, 미부, 그리고 담낭관 삽입부와 채관삽입부 등 10개의 해부학적 부위로 나누어 관찰하였다. 각각의 해부학적 구조의 명확도를 아주 좋음(전체적으로 선명하게 보임 : 3점), 좋음(전체적으로 보이나 선명하지는 않음 : 2점), 보통 (부분적으로 보임 : 1점), 나쁨(잘 안 보임 : 0점)의 4단계로 나누어 점수를 준 후 5명의 평균 점수를 10개의 해부학적 구조별로 구하여 두 가지 기법의 차이를 비교하였다. 또한 채담도계 전체 구조의 각 기법에 따른 영상의 질적 차이를 비교하기 위하여, 10개 해부학적 구조의 평균점수를 각 기법 별로 모두 합한 후 총 합계 점수의 차이를 비교하였다.

단일절편영상과 최대신호강도영상에서의 각 해부학적 구조에 대한 평가를 두 명의 방사선과 의사가 독립적으로 하였으며 결과는 paired student t-test를 이용하여 분석하였다.

결 과

최대신호강도영상과 단일절편영상에서 각각의 해부학적 구조물에 대한 평가는 Table 1, 2와 같다.

총간관, 총수담관은 최대신호강도영상과 단일절편영상 모

Table 1. Quality of Maximum Intensity Projection Image

Image Quality	IHD	R/LHD	CHD	Cystic duct	CBD	Pancreatic duct	Insertion site of
						head / body / tail	cystic duct / pancreatic duct
Excellent	0	2	1	0	3	0 / 0 / 0	0 / 0
Good	3	1	4	0	2	1 / 0 / 1	2 / 1
Fair	2	2	0	4	0	3 / 4 / 1	2 / 3
Poor	0	0	0	1	0	1 / 1 / 3	1 / 1

Note : Numbers are the number of volunteers

IHD = Intrahepatic duct, R/LHD = Right main hepatic duct/Left main hepatic duct

CHD = Common hepatic duct, CBD = Common bile duct

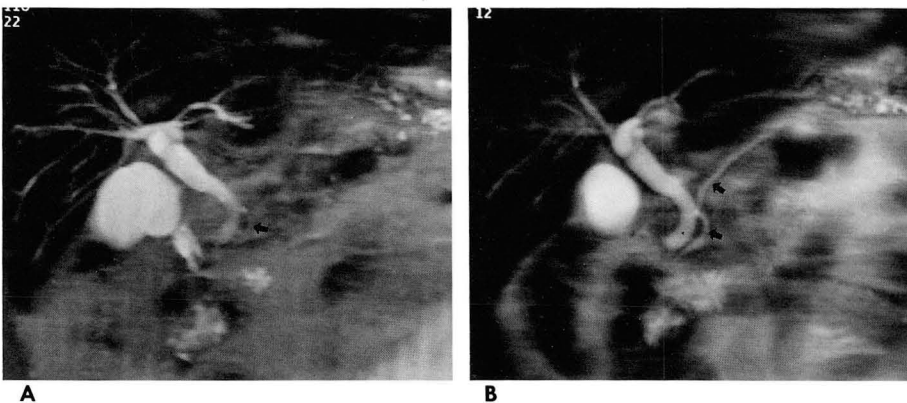


Fig. 1. A 54-year-old man
A. Maximum Intensity Projection image shows common bile duct and intrahepatic duct well, but it shows pancreatic duct (arrow) poorly and cystic duct not at all.
B. Single Slice Acquisition image shows both biliary tree(except cystic duct) and pancreatic duct (arrows) well.

두에서 전체적으로 선명하게 보여 아주 좋음, 혹은 좋은 평가를 받았다(Table 1, 2).

간내 담관은 오른쪽과 왼쪽의 보이는 정도가 달랐다. 다섯 예 중 두 예의 경우, 두 영상 모두에서 오른쪽 간내담관은 3차 분지까지 보였으나 왼쪽 간내담관은 1차, 혹은 2차 분지까지만 보였다(Fig. 1). 또 다른 한 예에서는 오른쪽 간내담관은 두 영상 모두에서 2차 분지 까지 보였으나 왼쪽 간내담관은, 최대신호강도영상에서는 1차 분지 전체가 보이고 단일절편영상에서는 1차 분지가 부분적으로 보였다(Fig. 2). 나머지 두 예에서는 두 영상 모두에서 간내담관이 부분적으로만 보였다(Fig. 3).

담낭관은, 최대신호강도영상에서는 대부분 부분적으로만 보였고 단일절편영상에서는 개인에 따라 보이는 정도의 차이가 심하였다. 최대신호강도 영상에서 부분적으로만 보였던 3 예 중 2 예는 단일절편영상에서는 전체적으로 선명하게 보였다(Fig. 3).

췌관은 부위에 따라 보이는 정도가 달라, 미부로 갈수록 잘 안보였다. 췌관의 두부와 체부는, 최대신호강도영상에서는 대부분 부분적으로 보였고 전혀 안보이는 경우도 있었으나 단일절편영상에서는 전체적으로 잘 보였다(Fig. 1, 3). 한 예의 경

우, 최대신호강도영상에서는 췌관의 중간에 좁아진 부위가 있는 것으로 보였으나 서로 다른 각도로 촬영한 두 개의 단일절편영상을 연속하여 볼 때, 좁아진 부위 없이 전체적으로 선명하게 보였다(Fig. 2).

두 영상에서 각각의 구조물에 대한 평가의 평균 점수는 Table 3과 같다.

두 영상 사이에 각각의 담관 구조물에 대한 평균 점수의 차이는 거의 없었으나 췌관은 최대신호강도영상 0.7점, 단일절편 영상 1.94점으로 단일절편영상이 훨씬 좋은 점수를 받았다(Table 3). 췌담관 구조를 전체적으로 비교하기 위한 10개 구조의 합계 점수는 최대신호강도영상 14.7점, 단일절편영상 18.745점으로 단일절편영상이 약간 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p = 0.42$) (Table 3).

고 찰

MRCP는 강한 T2 강조 영상 기법에 그 기초를 두고 있다. 따라서 고신호강도를 나타내는 담즙이나 췌장 분비물과 같은 정체된 액체와, 저신호강도를 나타내는 고형조직이나 흐르는



Fig. 2. A 65-year-old man with cholecystectomy state.

A. Maximum Intensity Projection image shows biliary tree well, but it shows irregular luminal narrowing of pancreatic duct(arrow).

B and C. Serial films of Single Slice Acquisition image show pancreatic duct(arrow) well without luminal narrowing, but they show intrahepatic duct partially.

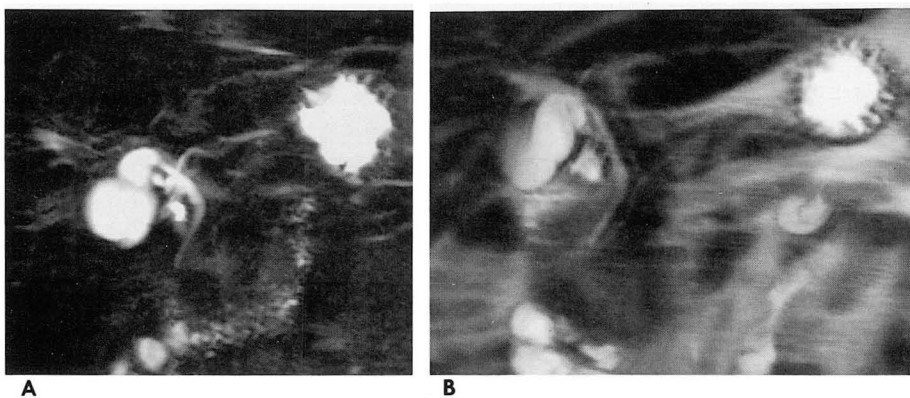


Fig. 3. A 30-year-old man

A. Maximum Intensity Projection image shows intrahepatic duct and cystic duct partially and it doesn't show pancreatic duct at all.

B. Single Slice Acquisition image shows intrahepatic duct partially, but it shows cystic duct and pancreatic duct completely.

Table 2. Quality of Single Slice Acquisition Image

Image Quality	IHD	R/LHD	CHD	Cystic duct	CBD	Pancreatic duct	Insertion site of	
						head / body / tail	cystic duct / pancreatic duct	
Excellent	0	1	4	2	3	3 / 3 / 2	2 / 0	
Good	2	2	1	1	2	1 / 1 / 2	0 / 3	
Fair	3	2	0	0	0	1 / 1 / 1	1 / 2	
Poor	0	0	0	2	0	0 / 0 / 0	2 / 0	

Note : Numbers are the number of volunteers

IHD = Intrahepatic duct, R/LHD = Right main hepatic duct/Left main hepatic duct

CHD = Common hepatic duct, CBD = Common bile duct

Table 3. Mean Score of HASTE MRCP Images in Anatomic Parts of Normal Volunteers (n = 5)

	IHD	R/LHD	CHD	Cystic duct	CBD	Pancreatic duct				Insertion site of		Total		
						head / body / tail				cystic duct / pancreatic duct				
MIP	1.75	2.13	2.38	0.88	2.63	1.0	/	0.75	/	0.35	0.88	/	1.0	14.7
single	1.5	2.13	2.68	1.25	2.75	2.0	/	2.0	/	1.88	1.0	/	1.63	18.75

Note : Numbers are the mean value of the scale (0—3 point)

IHD = Intrahepatic duct, R/LHD = Right main hepatic duct/Left main hepatic duct

CHD = Common hepatic duct, CBD = Common bile duct

MIP = Maximum Intensity Projection, Single = Single Slice Acquisition Image,

Total = The sum of mean score of the 10 anatomic part

액체등과의 사이에 명확한 신호대비가 이루어지게 된다(1, 2). 이러한 성질을 이용하여 채담도계를 관찰하는 MRCP의 영상의 질을 높이기 위해서, 그동안 많은 연구자들은, 공간 분해능을 높이고 운동에 의한 인공 산물의 영향을 줄이며 스캔시간을 줄이기 위한 다양한 시도를 하여왔다(1, 2, 3, 4). 최근 그 사용이 증가되고있는 HASTE 기법은, 운동에 의한 인공 산물을 줄이고 스캔시간을 줄이는데 특히 많은 기여를 한 방법으로, 본 연구에서는 HASTE 기법을 이용한 MRCP에서 서로 다른 두 가지 데이터 획득 기법에 의한 영상의 질을 비교하였다.

저자들의 연구에서 단일절편영상은 최대신호강도영상에 비해, 비록 적은 수여서 통계적 유의성을 말하긴 힘들지만, 채담관과 담낭관을 보다 잘 볼 수 있었다. 최대신호강도 영상에서는, 기본 영상으로 부터 얻은 많은 정보가 소실된다는 사실은 잘 알려져 있다(4-8). 그 원인의 하나로 운동에 의한 인공 산물의 영향을 들 수 있는데(5) 특히 수평으로 주행하는 구조는 그 영향을 더욱 크게 받는다고 한다(5). 이 연구에서 단일절편영상에서는 보였는데 최대신호강도영상에서는 안보였던 구조는 주로 담낭 경부와 담낭관이 연결되는 부위와 채담관이었다. 이는 모두 수평으로 주행하는 구조로, 단일절편영상에 비해 최대신호강도영상은, 운동에 의한 인공 산물의 영향을 더욱 크게 받음을 나타내는 결과이었다.

간내 담관, 특히 왼쪽 간내 담관은, 최대신호강도영상에 비해 단일절편영상에서 잘 안보이는 경우가 있었다(Fig. 2). 이는 단일절편영상이 한 번에 포괄할 수 있는 범위가 작기 때문에 일어난 현상으로, 위치와 각도를 달리하여 촬영하였을 때 어느 정도 극복 가능하였다.

이 연구에서 사용한 단일절편기법은 스캔시간이 짧아(2초)

호흡운동, 장운동, 혈관박동 등에 의한 인공 산물의 영향을 적게 받는 이점이 있다. 이에 반해 최대신호강도 영상은 19초의 호흡정지 유도하에 기본 영상을 얻으므로 호흡정지가 곤란한 환자들에게 적용하기 어려우며 운동에 의한 인공 산물의 영향이 큰 단점이 있다.

단일절편기법은 재구성 과정없이 투시영상의 직접적인 획득이 가능하다는 또다른 장점을 갖고 있다. 따라서 영상의 질이 만족스럽지 못할 경우 곧바로 짧은 시간 내에 반복 촬영이 가능하여 보다 쉽게 원하는 영상을 얻을 수 있다.

이러한 장점에 반해 간내 담관은 최대신호강도영상보다 단일절편영상에서 그 2, 3차 분지가 잘 안보였다. 또한 담낭관은 개인에 따라 차이가 심하였다. 이는 절편의 두께가 증가함에 따라 부분 용적 효과가 증가하여 얇은 두께의 다절편영상보다 공간 분해능이 떨어지기 때문인 것으로 보인다(4).

결론적으로, MRCP에서 단일절편영상은 상기한 단점으로 인하여 얇은 두께의 다절편 기본 영상을 완전히 대체할 수는 없으나, 최대신호강도영상과 비교하여서는, 영상의 질은 비슷하거나 좀더 우수한 면을 가지면서 스캔시간을 현저히 감소시킬 수 있는 검사 기법이므로, 호흡정지가 곤란한 경우, 즉 고령환자나 상태가 아주 나쁜 환자에게는 다절편영상과 최대신호강도 영상을 대신하여 활용할 수 있으며 특히 채담관의 병변이 의심될 경우에는 무엇보다 먼저 적용할 수 있는 검사 기법이라 생각된다. 또한 짧은 시간내에 반복 촬영이 가능하므로, 적합한 촬영각도의 설정을 위한 사전촬영 기법으로 활용할 수 있을 것이다. 그러나 그 실효성 여부를 알기 위해서는 앞으로 많은 증례에 대한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Reinhold C, Bret PM. Current status of MR Cholangiopancreatography. *AJR* 1996;166:1285-1295
2. Reinhold C, Bret PM. MR Cholangiopancreatography. *Abdom Imaging* 1996;21:105-116
3. Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun AN. Bile duct obstruction and choledocholithiasis: Diagnosis with MR cholangiography. *Radiology* 1995;197:109-115
4. Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, Yamamoto H, Urata J, Takahashi M. MR Cholangiopancreatography using HASTE (Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin-Echo) sequences. *AJR* 1996;166:1297-1303
5. Schulte B, Beyer D, Stamm I, Wedekind G. Magnetic Resonance Cholangiopancreatography(MRCP) using a single-shot breath-hold technique with a Fast Acquisition Spin Echo(FASE) sequence-a preliminary report. *Toshiba Medical Review* 1996; 56: 22-26
6. Anderson CM, Saloner D, Tsuruda JS, Shapeero LG, Lee RE. Artifacts in Maximum-intensity- projection display of MR Angiograms. *AJR* 1990;154:623-629
7. Macaulay SE, Schulte SJ, Sekijima JH, et al. Evaluation of a Non-breath-hold MR Cholangiography Technique. *Radiology* 1995;196:227-232
8. Soto JA, Barish MA, Yucel EK, et al. Pancreatic Duct:MR Cholangiopancreatography with Three- dimensional Fast Spin-Echo technique. *Radiology* 1995;196:459-464
9. Chan YI, Chan ACW, Lam WWM, et al. Choledocholithiasis: Comparison of MR Cholangiography and Endoscopic Retrograde Cholangiography. *Radiology* 1996;200:85-89

MRCP Using Breath-hold HASTE Sequence : Comparison of Maximum Intensity Projection Image with Single Slice Acquisition Image¹

Mi Suk Park, M.D., Young Hwan Kim, M.D.², Ki Whang Kim, M.D.
Jeong Sik Yu, M.D., Nariya Cho, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine

²Department of Diagnostic Radiology, Inje University College of Medicine

Purpose: To compare the usefulness of single-slice acquisition imaging and conventional maximum intensity projection imaging, as employed in magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) using the Half-Fourier Acquisition Single Shot Turbo Spin-Echo(HASTE) sequence.

Material and Method: Five healthy volunteers underwent MRCP using the HASTE sequence on a 1.5T MR unit. Two data acquisition techniques were used: 1) single slice acquisition, with 20mm slice thickness (imaging time, 2sec), 2) multi-slice acquisition, with 5mm slice thickness(imaging time, 19sec), followed by maximum intensity projection reconstruction. Two radiologists independently evaluated the MRCP images obtained using these two techniques; based on the depiction by each of ten anatomic structures, their quality was graded as excellent(3 points), good(2 points), fair(1 point) or poor(0). Mean scores were totalled, and to compare the quality of the two techniques, these scores were compared. Data was statistically analyzed using the paired student t-test.

Results: There was no difference in bile duct image quality between the two techniques. The pancreatic duct was more conspicuous on single-slice (mean score, 1.94) than on maximum intensity projection imaging (mean score, 0.7). The sum of the mean scores of single-slice imaging was 18.75, and that of maximum intensity projection imaging was 14.7 ($p=0.42$); the general difference between the two techniques was thus statistically insignificant.

Conclusion: Compared with maximum intensity projection imaging, single-slice imaging had a distinct advantage: acquisition time was short (within 2sec), thus motion artifacts could be avoided, and there was no need for post-processing.

There is a close and direct connection between the avoidance of motion artifact and short acquisition time, but lack of need for post-processing is independent. On single-slice images, the pancreatic duct was more conspicuous than on maximum intensity projection images. The former can therefore be used with patients who experience respiratory difficulty or are suspected to be suffering from disease of the pancreatic duct.

Index Words: Bile ducts, MR

Magnetic resonance (MR), pulse sequence

Magnetic resonance (MR), technology

Pancreas, MR

Address reprint requests to: Mi Suk Park, M.D., Department of Diagnostic Radiology, # 146-92, Dokok-dong, Kangnam-gu, Seoul, 135-270 Korea Tel. 82-2-3497-3622, 3514, Fax. 82-2-3462-5472