영상 의료정보의 차이점 및 특수성

가톨릭대학교 서울성모병원
영상의학과
정승은

Contents

- 영상의 종류
- 영상정보의 목표
- 영상정보의 구성
- 의료영상의 파일 형식
- 영상정보의 특성
- 유용한 영상정보
- 영상검사의 절차
- 영상에서의 개인정보

영상의 종류

- X-ray
- 초음파
- CT scan
- MRI
- Mammography
- Angiography
- Nuclear medicine
- Optical imaging

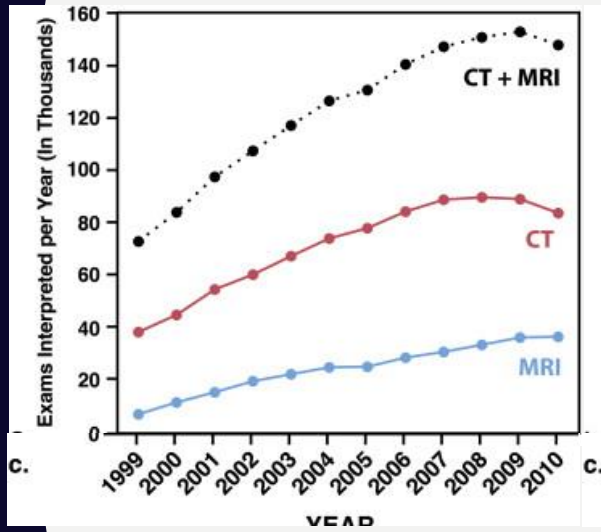
영상정보의 목표

- 영상검사를 하는 이유 : 정확한 진단해서 적절한 치료를 하기 위함
- 꼭 필요한 경우에 정확한 진단을 할 수 있는 영상을 얻어야 함
- 얻어진 영상의 영상정보로만은 제대로 된 역할을 할 수 없음
- 반드시 정확한 판독이 되어야 함
- 판독소견서는 검사를 처방하고 환자를 진료하는 의사에게 정확히 전달되어야 함

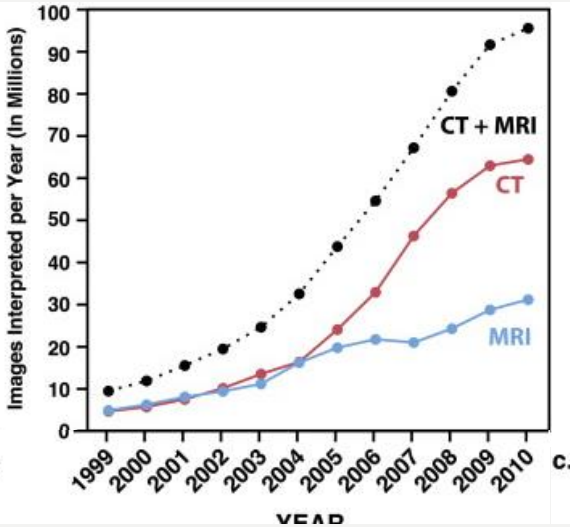
Academic Radiology, Vol 22, No 9, September 2015

The Effects of Changes in Utilization and Technological Advancements of Cross-Sectional Imaging on Radiologist Workload

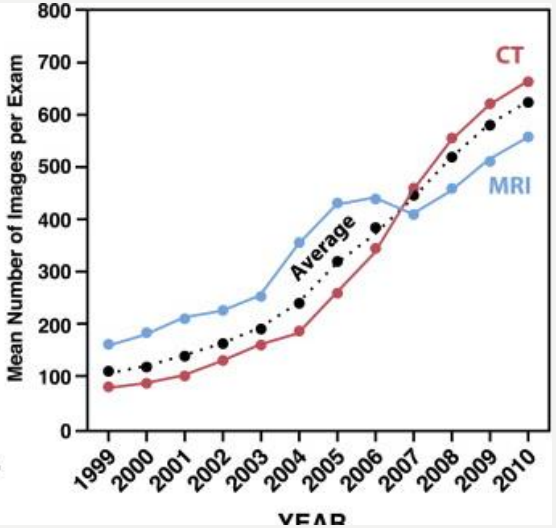
Robert J. McDonald, MD, PhD, Kara M. Schwartz, MD, Laurence J. Eckel, MD, Felix E. Diehn, MD, Christopher H. Hunt, MD, Brian J. Bartholmai, MD, Bradley J. Erickson, MD, PhD, David F. Kallmes, MD



전체영상검사 건수
140,000여건/2010년

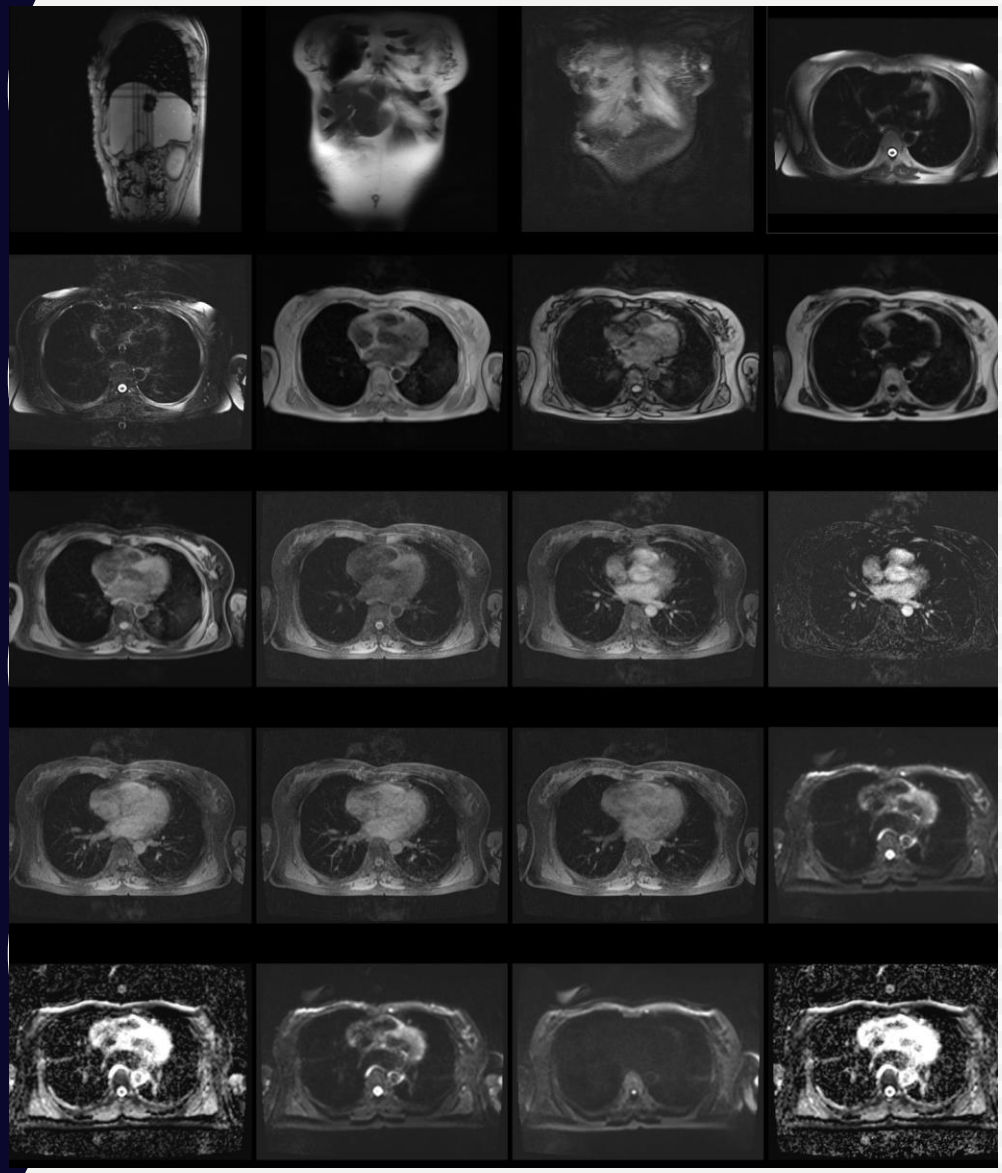


연간 검사의 영상개수
100,000,000여건/2010년



검사당 영상개수
600여장/건, 2010년

영상정보의 구성



1117 images

(0002,0001)	OB	2	File Meta Information Version	
(0002,0002)	UI	26	Media Storage SOP Class UID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4
(0002,0003)	UI	52	Media Storage SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.2.36.40223.20180619173836563392750 11
(0002,0010)	UI	22	Transfer Syntax UID	1.2.840.10008.1.2.4.91
(0002,0012)	UI	28	Implementation Class UID	1.2.410.200003.2020819.5.2.1
(0002,0013)	SH	22	Implementation Version Name	MAROTECH REGISTER 5.0
(0002,0016)	AE	8	Source Application Entity Title	MAROTECH
(0008,0008)	CS	32	Image Type	ORIGINAL₩PRIMARY₩M₩DIS2D₩FM₩FIL
(0008,0012)	DA	8	Instance Creation Date	20180619
(0008,0013)	TM	14	Instance Creation Time	173837.421000
(0008,0016)	UI	26	SOP Class UID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4
(0008,0018)	UI	52	SOP Instance UID	1.3.12.2.1107.5.2.36.40223.20180619173836563392750 11
(0008,0020)	DA	8	Study Date	20180619
(0008,0021)	DA	8	Series Date	20180619
(0008,0022)	DA	8	Acquisition Date	20180619
(0008,0023)	DA	8	Content Date	20180619
(0008,0030)	TM	14	Study Time	172917.359000
(0008,0031)	TM	14	Series Time	173837.281000
(0008,0032)	TM	14	Acquisition Time	173817.032500
(0008,0033)	TM	14	Content Time	173837.421000
(0008,0050)	SH	10	Accession Number	1816907038
(0008,0060)	CS	2	Modality	MR
(0008,0070)	LO	8	Manufacturer	SIEMENS
(0008,0080)	LO	32	Institution Name	SEOUL ST. MARY'S HOSPITAL/ 3T_2
(0008,0081)	ST	46	Institution Address	Street StreetNo,Seoul /B57E23/,District,KR,ZIP
(0008,0090)	PN	12	Referring Physician's Name	[redacted]
(0008,1010)	SH	8	Station Name	MRC40223
(0008,1030)	LO	12	Study Description	CMC^ABDOMEN
(0008,103E)	LO	26	Series Description	AXL_3D_T1_dynamic(FA 11')
(0008,1040)	LO	10	Institutional Department Name	Department
(0008,1048)	PN	8	Physician(s) of Record	[redacted]
(0008,1050)	PN	0	Performing Physician's Name	
(0008,1070)	PN	4	Operators' Name	GJB
(0008,1090)	LO	6	Manufacturer's Model Name	Verio
(0010,0010)	PN	14	Patient's Name	[redacted]
(0010,0020)	LO	8	Patient ID	
(0010,0030)	DA	8	Patient's Birth Date	
(0010,0040)	CS	2	Patient's Sex	
(0010,1010)	AS	4	Patient's Age	
(0010,1030)	DS	2	Patient's Weight	75
(0018,0010)	LO	10	Contrast/Bolus Agent	PRIMOVIST6
(0018,0020)	CS	2	Scanning Sequence	GR
(0018,0021)	CS	2	Sequence Variant	SP
(0018,0022)	CS	12	Scan Options	PFP₩SAT2₩FS
(0018,0023)	CS	2	MR Acquisition Type	3D
(0018,0024)	SH	6	Sequence Name	*fl3d1
(0018,0025)	CS	2	Angio Flag	N
(0018,0050)	DS	2	Slice Thickness	3
(0018,0080)	DS	4	Repetition Time	3.5
(0018,0081)	DS	4	Echo Time	1.2
(0018,0083)	DS	2	Number of Averages	1
(0018,0084)	DS	10	Imaging Frequency	123.194598
(0018,0085)	SH	2	Imaged Nucleus	1H
(0018,0086)	IS	2	Echo Number(s)	1
(0018,0087)	DS	2	Magnetic Field Strength	3
(0018,0089)	IS	4	Number of Phase Encoding Steps	161
(0018,0091)	IS	2	Echo Train Length	1
(0018,0093)	DS	2	Percent Sampling	72
(0018,0094)	DS	6	Percent Phase Field of View	78.125
(0018,0095)	DS	4	Pixel Bandwidth	1002
(0018,1000)	LO	6	Device Serial Number	40223
(0018,1020)	LO	12	Software Version(s)	syngo MR B17
(0018,1030)	LO	26	Protocol Name	AXL_3D_T1_dynamic(FA 11')
(0018,1041)	DS	2	Contrast/Bolus Volume	0
(0018,1044)	DS	2	Contrast/Bolus Total Dose	0
(0018,1048)	CS	0	Contrast/Bolus Ingredient	
(0018,1049)	DS	2	Contrast/Bolus Ingredient Concentration	0
(0018,1251)	SH	4	Transmitting Coil	Body
(0018,1310)	US	8	Acquisition Matrix	384₩0₩0₩216
(0018,1312)	CS	4	Phase Encoding Direction	COL
(0018,1314)	DS	2	Flip Angle	11
(0018,1315)	CS	2	Variable Flip Angle Flag	N
(0018,1316)	DS	16	SAR	0.47319055170594
(0018,1318)	DS	2	dB/dt	0
(0018,5100)	CS	4	Patient Position	HFS
(0019,0010)	LO	18	SIEMENS CM VA0 CMS - Net Frequency	SIEMENS MR HEADER
(0019,1008)	CS	12		IMAGE NUM 4
(0019,1009)	LO	4		1.0
(0019,100B)	DS	6		16545
(0019,100F)	SH	4		Fast
(0019,1011)	SH	2		No
(0019,1012)	SL	12		0₩0₩-1546
(0019,1013)	SL	12		0₩0₩-1502
(0019,1014)	IS	6		0₩0₩44
(0019,1015)	FD	24		-183.64211655₩-111.35678184₩94.47357932
(0019,1017)	DS	4		0.65

Information

Report

구조화되지 않은 판독소견서

FINDING

Clinical information : Breast cancer with multiple liver metastasis.
Compared to the previous MR dated 2018.02.26

Both hemiliver의 numerous, T2 high/T1 low SI를 보이는 known hepatic metastases가 있고 일부는 conglomerated appearance를 보임.
S4와 Lt. lateral section에 걸쳐있는 metastatic lesion은 크기가 4.3cm에서 5.0 cm로 증가함.
Rt. central liver의 metastatic lesion 역시 크기가 5.9cm에서 7.1cm로 증가함.
그 외 multiple newly developed lesion들이 생김. (Se 4, indicator, more than lines)
이 병변들은 nodular, peripheral enhancement를 보이고, EOB cloud sign과 diffusion restric tion이 여전히 동반되어 있음.

Rt. anterior portal vein branch는 여전히 poor visulization 되어 metastatic tumor의 invasai on으로 생각됨.
뚜렷한 tumor thrombosis는 없음.
새로 생긴 IBHD dilatation 없음.
S8 dome에 tumorectomy 시행받은 자리에 T2 bright SI의 fluid collection이 있으며 이전과 변화 없음.

Lt. internal mammary chian에 small enhancing nodular LN가 보임. (Se11-1)
Lt. cardiophrenic angle의 LN는 이전에 비해 prominent 해보임. (Se 11-21)
Rt. internal mammary chain의 a few, small enhancing LN는 큰 변화없음.

Otherwise unremarkable.

CONCLUSION

1. Interval increased size and number of known multiple hepatic metastases.
   - poor visualization of Rt. anterior portal vein, suggesting invasion.
 : overall, progression of multiple hepatic metastasis.

의료영상의 파일 형식

- 의료 영상: 픽셀 또는 복셀이라고 하는 그림요소의 배열 형태로 해부학 영역의 내부 또는 기능을 나타내는 것
- 4가지의 주요 파일 형식
  - Analyze
  - Neuroimaging informatics Technology Initiative (Nifti)
  - Minc
  - **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)**

영상 의료 정보의 특성

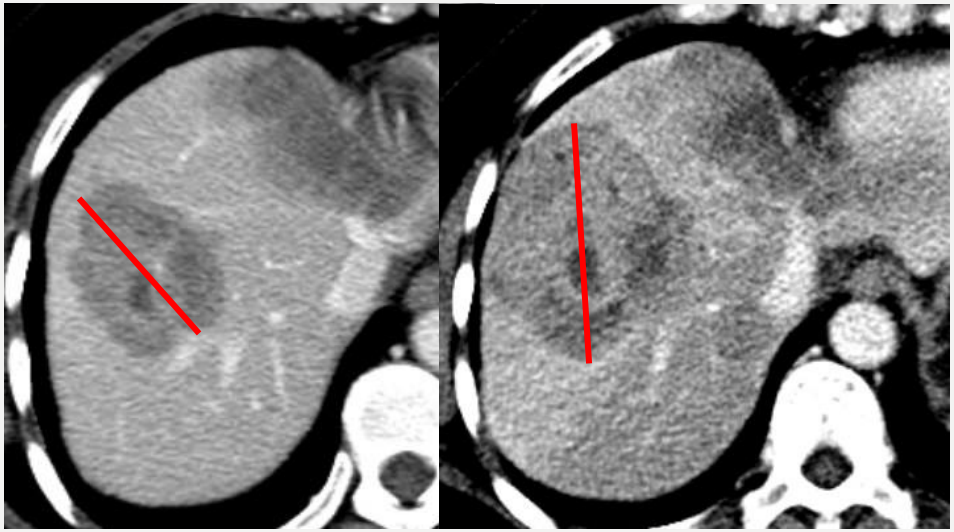
- 환자 진료를 위해 모아진 영상
- 다양한 종류의 영상검사 방법이 있음
- 같은 modality라고 검사 프로토콜이 장비별, 기관별, 환자별 차이가 있음
- 영상에는 반드시 판독이 있어야 함
  - 판독소견서는 구조화되지 않은 이야기체의 결과
- 임상에서 사용하던 영상을 AI나 사용하기 위해서는 Curation 이 필요함
  - Conversion to digital images to mineable data

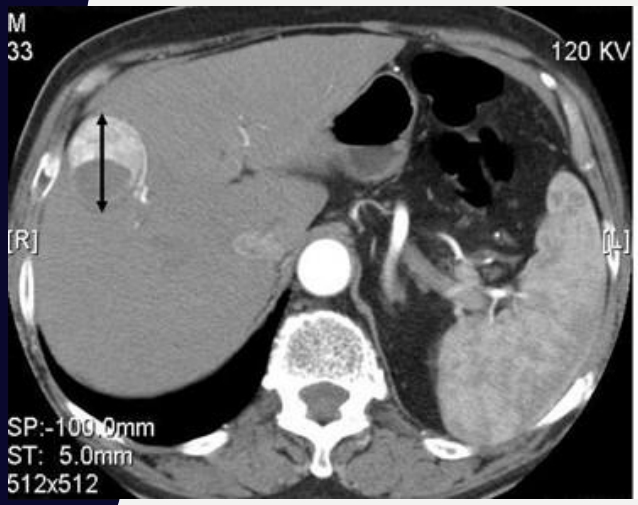
Imaging Biomarker: 의료영상이 가지고 있는 정보

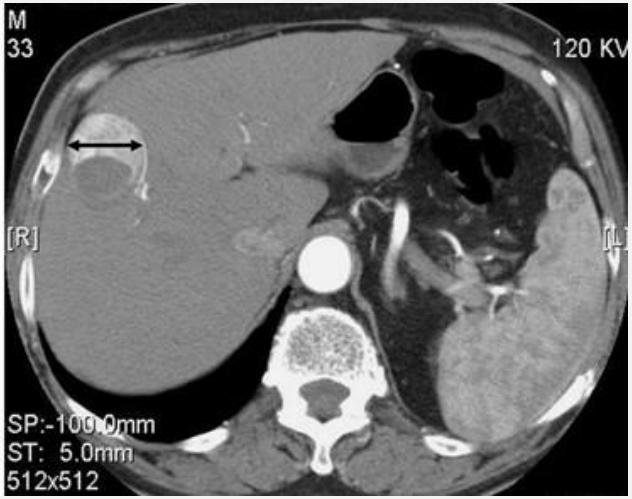
Semantic features	Agnotic feature
흔히 사용하는 영상 어휘	정량적 분석을 통한 병변의 이질성
BI-RADS, PI-RADS, and Lung-RADS	일반적인 영상 어휘 아님
크기	히스토그램 (skewness, kurtosis)
모양	Haralick textures (그레이 값의 변이)
위치	Laws textures
혈관정도	Wavelets
삐죽삐죽한 정도	Laplacian transforms
괴사	Minkowski functionals
인접조직과의 관계	Fractal dimensions

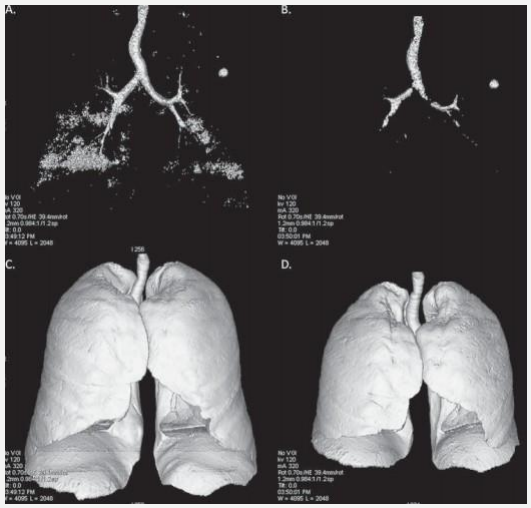
Imaging Biomarkers (Semantic features)

- Size 2D
  - RECIST criteria
- Size 3D
- Density



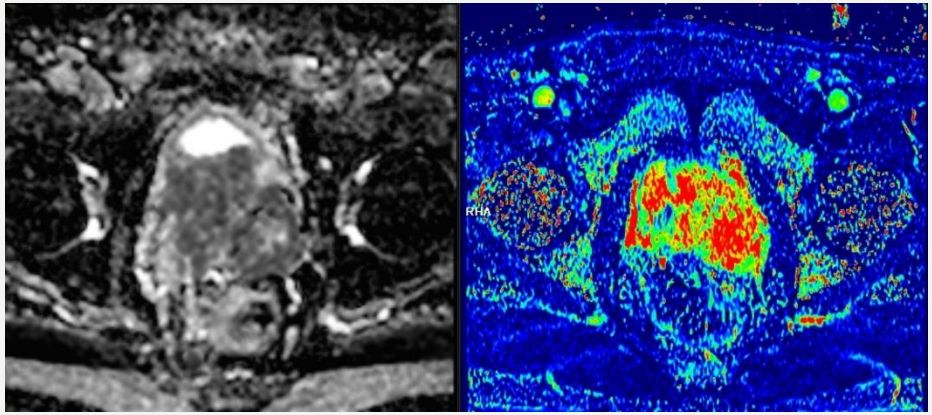


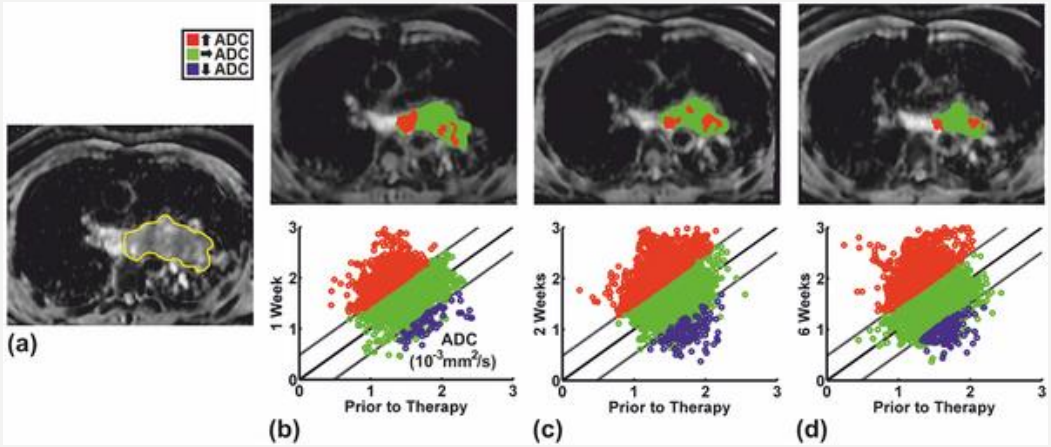




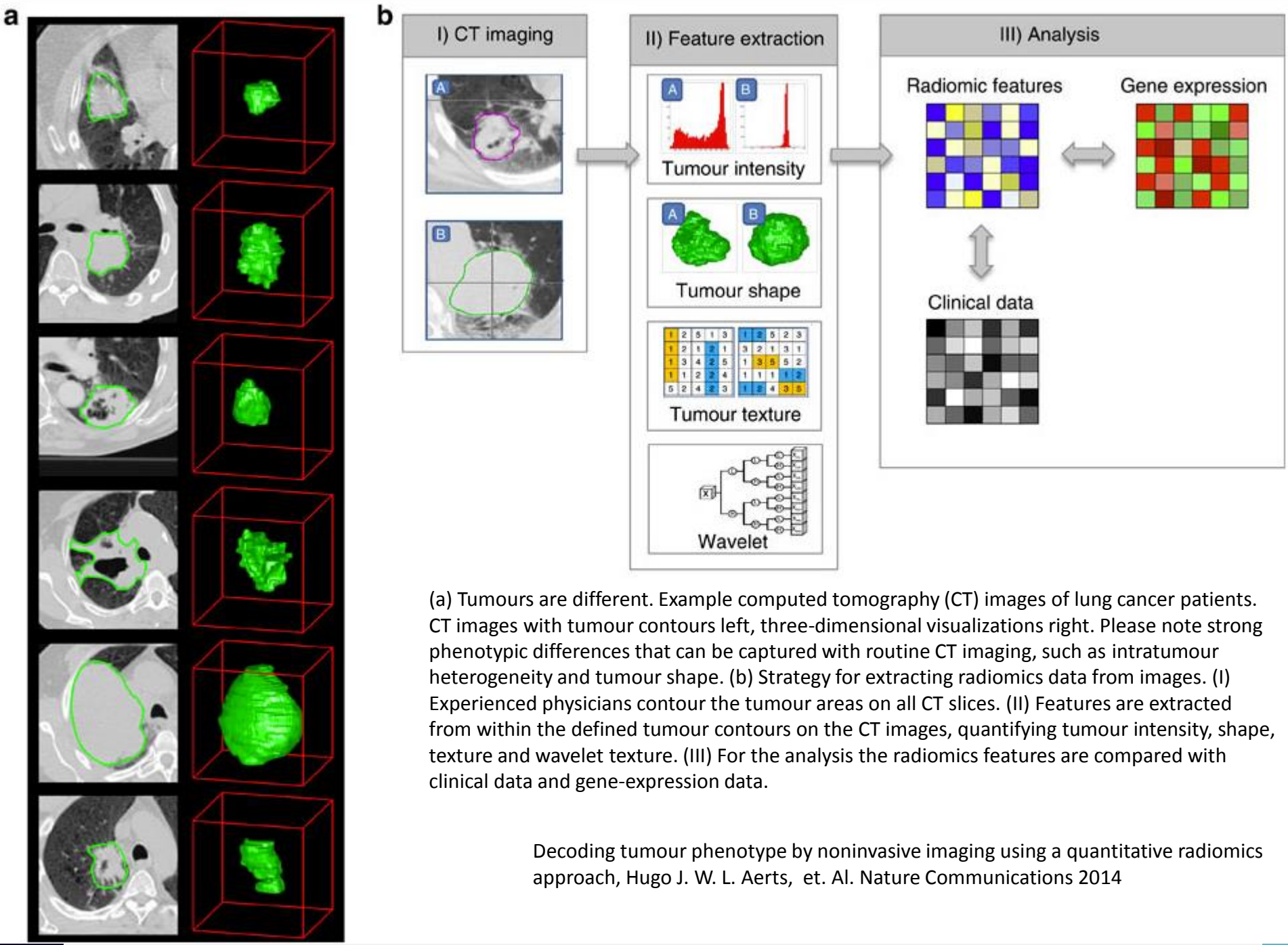
Imaging Biomarkers (Agnotic features)

- DCE-MRI
- DWI-MRI
- SUV





Reischauer C, Froehlich JM, Pless M, Binkert CA, Koh DM, et al. (2014) Early Treatment Response in Non-Small Cell Lung Cancer Patients Using Diffusion-Weighted Imaging and Functional Diffusion Maps – A Feasibility Study. PLoS ONE 9(10): e108052. doi:10.1371/journal.pone.0108052
http://journals.plos.org/plosone/article?id=info:doi/10.1371/journal.pone.0108052



(a) Tumours are different. Example computed tomography (CT) images of lung cancer patients. CT images with tumour contours left, three-dimensional visualizations right. Please note strong phenotypic differences that can be captured with routine CT imaging, such as intratumour heterogeneity and tumour shape. (b) Strategy for extracting radiomics data from images. (I) Experienced physicians contour the tumour areas on all CT slices. (II) Features are extracted from within the defined tumour contours on the CT images, quantifying tumour intensity, shape, texture and wavelet texture. (III) For the analysis the radiomics features are compared with clinical data and gene-expression data.

Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach, Hugo J. W. L. Aerts, et. Al. Nature Communications 2014

영상정보에서 biomarker의 신뢰성에 대한 평가

- 정확도 : 이미지에 실제로 표시되는 것을 측정 할 때의 성능
- 정밀도 : 정확도를 고려하지 않고 유사한 반복 측정에서 같은 값인가?
- 정상적인 환자 변동성 : 변화를 측정 할 때, "정상적인"변화(한 사람에서 다른 사람으로)와 병리학적 변화를 구별해야 함
- 질병과의 상관 관계 : 병리학을 실제로 알아보는가? 질병으로 인해 우리가 실제로 볼 수 있는 병변인가?
- 유용성 : 영상특성이 위의 모든 특성을 포함하더라도 평가의 복잡성으로 인해 임상에서 사용하거나 배제 될 수 있음

유용한 영상정보

- 현재 PACS 에 있는 많은 영상정보: dark data
- 쓸모있는 data로의 변환이 필요
- **표준화된 프로토콜로 영상 획득**
- **구조화된 판독소견서**
- 정량결과의 자동 연결
- Labelling, curation, tagging

영상품질기준 마련(표준검사 프로토콜 마련)

우리나라에서 실행되고 있는 영상품질 기준 분석 → 영상정보교류에 중요한 영상검사 프로토콜 선정 → 선정된 프로토콜에서 표준검사 프로토콜 작성 → Modified Delphi 기법을 이용한 합의 과정

영상품질 기준 마련을 위해 선정된 프로토콜

분야	프로토콜	비고
흉부	일반흉부 CT, 저선량 흉부 CT	
심장	관상동맥 CT, 심장 MRI	
복부	간 MRI, 급성복통 CT	
비뇨기	전립선 MRI, 혈뇨 평가를 위한 CT	
신경	두부외상 환자를 위한 CT, CTA MRI	
유방	유방 MRI	
근골격	어깨 MRI, 무릎 MRI, 요추 MRI	

저선량 폐암검진 CT 권고 프로토콜

- 영상 획득 및 방사선량
  - 16채널 CT 이상의 CT에서 얻은 영상이 적절하다.
  - 최고전압(Peak kilovoltage)은 ≤ 120 kVp가 적절하다.
  - 관전류는 40-60mAs 이하가 적절하다.
  - 표준체격 환자에서 방사선량은 CTDIvol ≤ 3.0 mGy 이 적절하다.
  - CTDIvol, DLP 를 포함한 선량보고서 (Dose report)를 포함한다.
- 포함 범위
  - 촬영범위는 폐첨부에서 기저부를 포함한다.
  - 폐첨부보다 위쪽의 폐가 보이지 않는 부분을 1장 이상 포함한다.
  - 횡격막늑골각 이하의 폐가 보이지 않는 부분을 1장 이상 포함한다.
  - 흉벽 전체를 포함한다.
  - 흉벽의 최대 좌우 폭이 Field of View의 80% 이상이다.
- 스캔 중 호흡 및 자세
  - 호흡은 한번의 멈춤(One-breath hold)으로 최대 흡기(Maximum inspiration) 가 적절하다.
  - 자세(Positioning)은 눕고 팔을 머리 위로 올린(Supine; arms elevated above the head) 것이 적절하다.

- 영상 시리즈
  - 절편두께는 ≤ 3.0mm 이하가 적절하다.
  - 절편간격(Interslice gap)은 없는 것이 적절하다.
  - 표준(연부조직, standard) 알고리즘 영상 시리즈를 포함한다.
  - 고해상(폐, sharp) 알고리즘 영상 시리즈를 포함한다.
  - 절편두께 ≤ 3.0mm 영상시리즈는 표준(연부조직, standard) 알고리즘이 적절하다.
  - 1.5mm 이하의 얇은 절편두께 추가 영상(additional image series with thin slice)을 포함한다.
  - 절편두께 ≤1.5mm 영상은 고해상(폐, sharp) 알고리즘이 적절하다.
  - 관상면 재구성영상(Coronal reconstruction)을 포함한다.

표준판독소견서(구조화된 판독소견서)

관련 해외사례, 국내사례, 실태 조사 → 분야 및 관련 프로토콜 설정 → 선정된 프로토콜에서 구조화된 판독소견서 작성 → Modified Delphi 기법을 이용한 합의 과정

구조화된 판독소견서 작성을 위해 선정된 프로토콜

분야	프로토콜	비고
흉부	일반흉부 CT, 저선량 흉부 CT	
심장	관상동맥 CT, 심장 MRI	
복부	직장 MRI,	
비뇨기	전립선 MRI,	
신경	갑상선 초음파	
유방	유방 MRI	
근골격	어깨 MRI, 무릎 MRI, 요추 MRI	

표준판독소견서(흉부 CT)

일반흉부 CT

임상정보 (Clinical information)를 포함한다.

이전 검사가 있는 경우 비교 (Comparions)

폐 실질 (Lung)

기도 및 기관지 (Large airway)

흉수 또는 흉막 비후 (Pleural effusion or thickening)

종격과 폐문 (Mediastinum and hila)

진단 (Impression)

저선량 폐암검진흉부CT

임상정보 (Clinical information)를 포함한다.

결절 분류(Nodule classification or nodule consistency ex. solid, part-solid, non-solid)

병변의 해부학적 위치 (Anatomic location; Lobe)

병변의 크기(Diameter)

병변이 보이는 영상시리즈 (Series/image number to facilitate comparison)

이전 검사와 비교 (Interval change)

병변의 최종 분류 (Final category. ex. probably benign, suspicious malignancy or negative)

최종분류와 함께 Lung-RADS 기술

향후 계획 추천 (Recommendation such as follow CT interval or tissue confirm)

폐기종 (Emphysema)

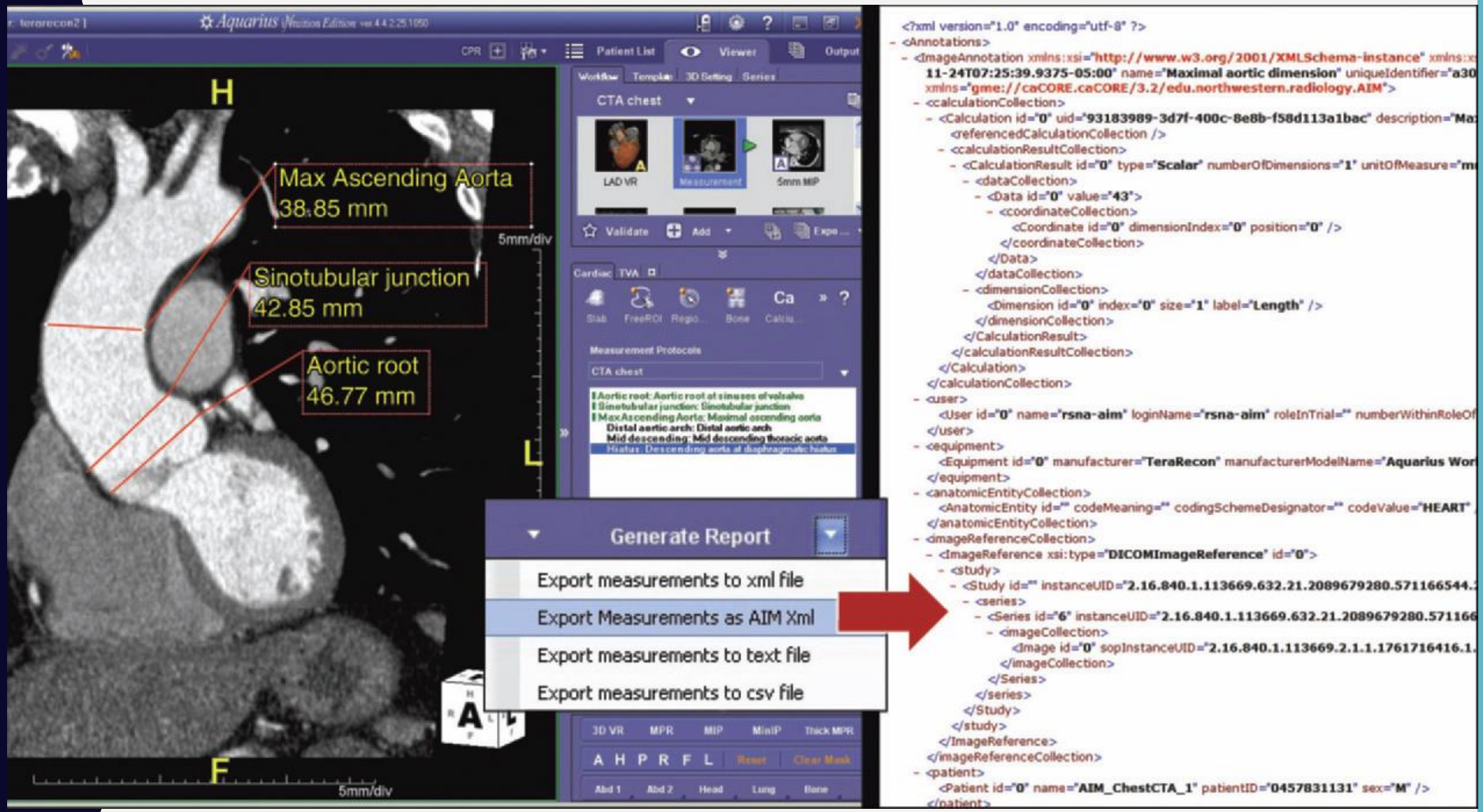
종격림프절 비대(Mediastinal lymph node enlargement)

흉수 또는 흉막 비후 (Pleural effusion or thickening)

관상동맥 석회화 (Coronary artery calcifications)

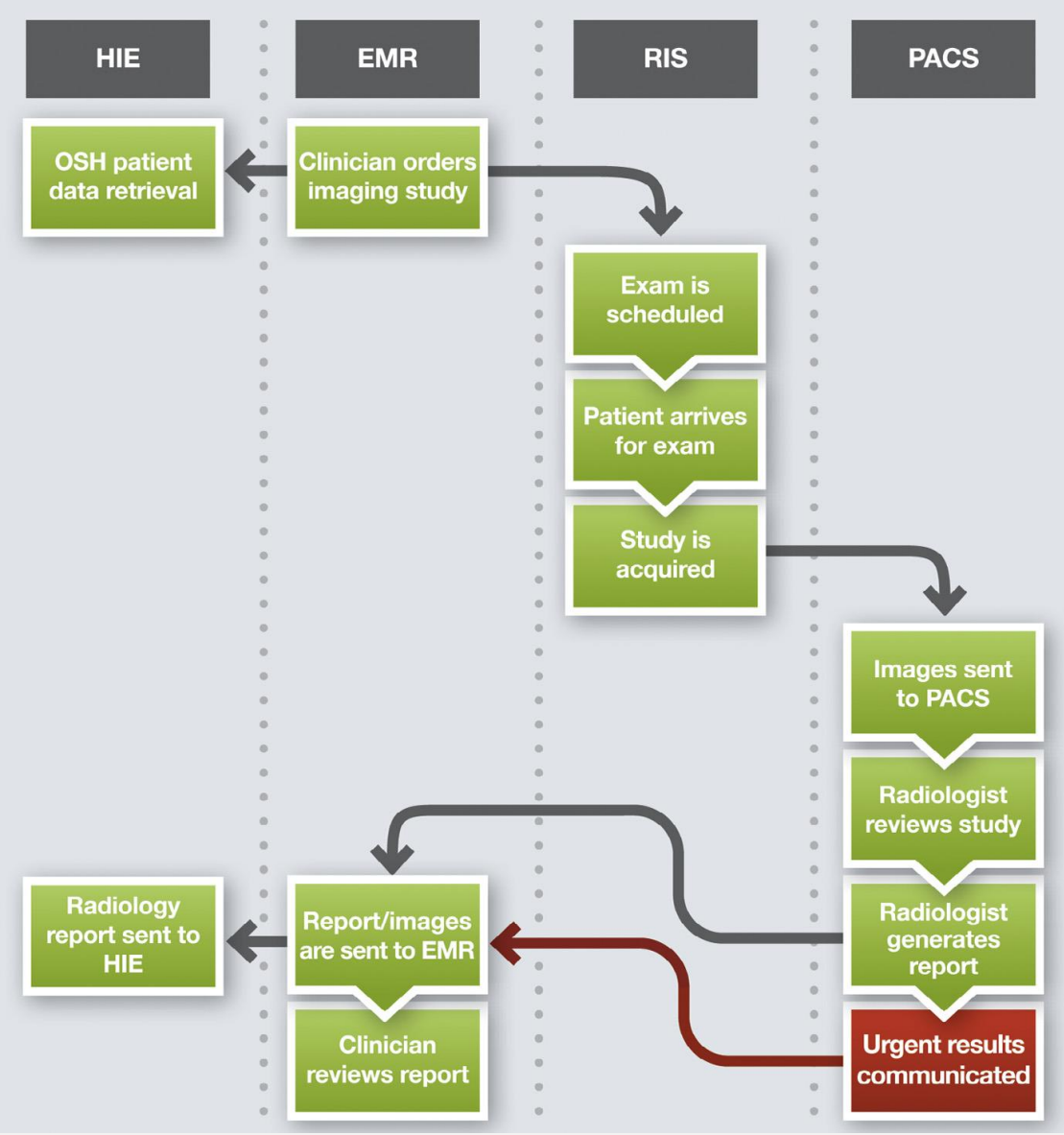
Annotation and Image Markup (AIM) project

정량적 기술적 (descriptive) data를 extensible markup language (XML) file 로 변환



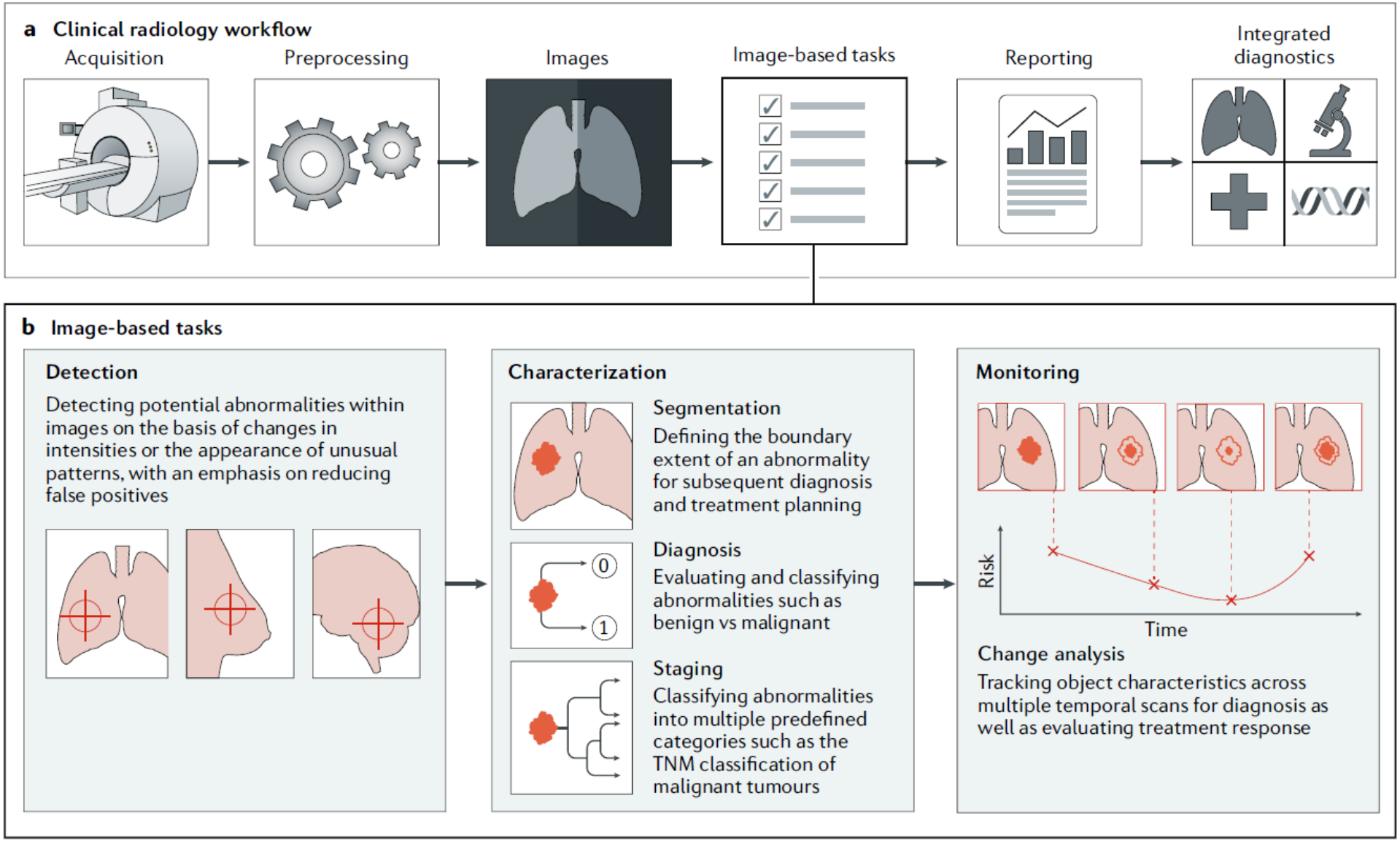
RadioGraphics 2011; 31:881–887

영상검사의 절차



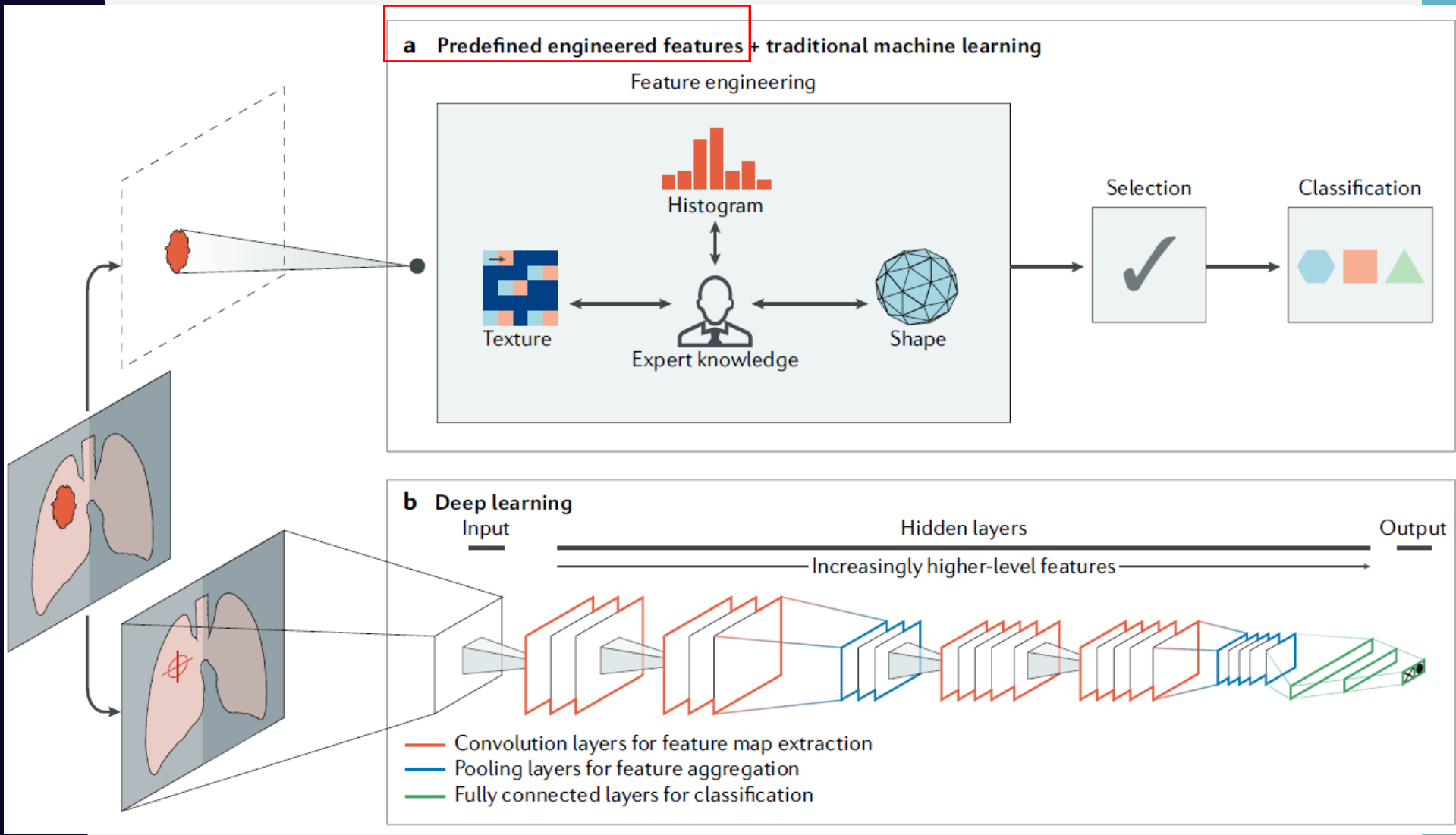
Academic Radiology, Vol 23, No , January 2016

임상영상검사 workflow



Hosny A[1] **Artificial intelligence in radiology.** Nat Rev Cancer. 2018 May 17

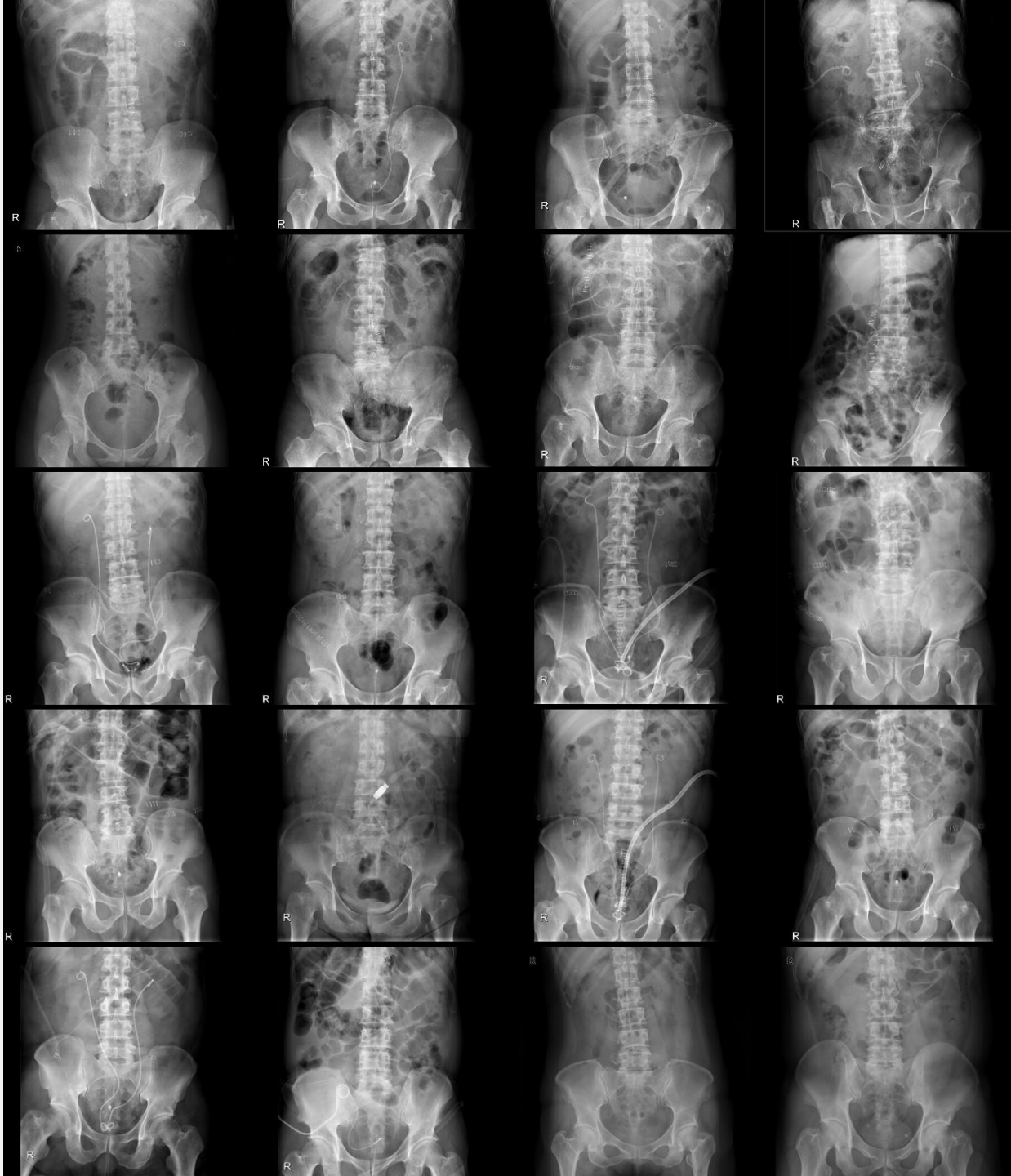
AI 두 종류



Both: Radiomics, the data-centric, radiology-based research field

Hosny A[1] **Artificial intelligence in radiology.** Nat Rev Cancer. 2018 May 17

영상에서의 개인정보



- Extract from DICOM Application Level Confidentiality Profile Attributes

Attribute Name	Tag	Basic Profile	Retain UIDs Option	Retain Patient Characteris-tics Option	Retain Longi-tudinal Full Dates Option	Retain Longitudi-nal Modi-fied Dates Option	Clean Description Option
Accession Number	(0008,0050)	Z					
Acquisition Comments	(0018,4000)	X					C
Acquisition Date	(0008,0022)	X/Z			K	C	
Patient ID	(0010,0020)	Z					
Patient's Birth Date	(0010,0030)	Z					
Patient's Sex	(0010,0040)	Z		K			
Study Instance UID	(0020,000D)	U	K				

Z: a zero length value
D: a non-zero length value, dummy value
X: remove
K: keep
C: clean
UID: unique identifier
IOD: information object definition

Radiographics. May-June 2015; 35(3): 727–735.

정리

- 영상정보: 영상과 판독소견서
- 영상정보의 파일형식: DICOM
  - Digital image: 비표준화
  - 판독소견서 : 구조화 되지 않음
- 영상정보를 유용한 데이터로의 전환이 중요
  - 표준프로토콜
  - 표준 판독소견서
  - image makeup
- De-identification 한 영상데이터는 개인정보는 안전하며 영상의 정보를 가지고 있음