

領域内のDICOM利用の実際

放射線診断・核医学・ マンモグラフィーとCAD

Peter Mildemberger
Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

訳: JIRA DICOM委員会

DICOMを用いたPACS実装の視点

- インフラストラクチャー (病院 / 放射線部門)
- DICOM サービスの利用
- マンモグラフィ
- ストラクチャード (構造化) ・レポート
- テレ・ラジオグラフィ
- 結語

– 実際の実装に基づく経験から...

Mainz大学病院と放射線部

- 1500床, 104病棟
- 入院患者数: 53.000人/年, 外来患者数: 190.000人
- 検査室: >30室
- 一日の患者数~ 600人/日
- カンファレンス数~ 15件 /日
- 1988年からRIS導入
- 1996年からPACS導入 (放射線、神経放射線部門)
 - モダリティ数 >30機種 (例: CT:5台, MR:5台, CR:7台, DR:2台など)
 - 発生データ量 ~ 20 -25 GB/日 (循環器分野含む)
 - ~ 30 TB オンライン (およそ5000万ものオブジェクト)



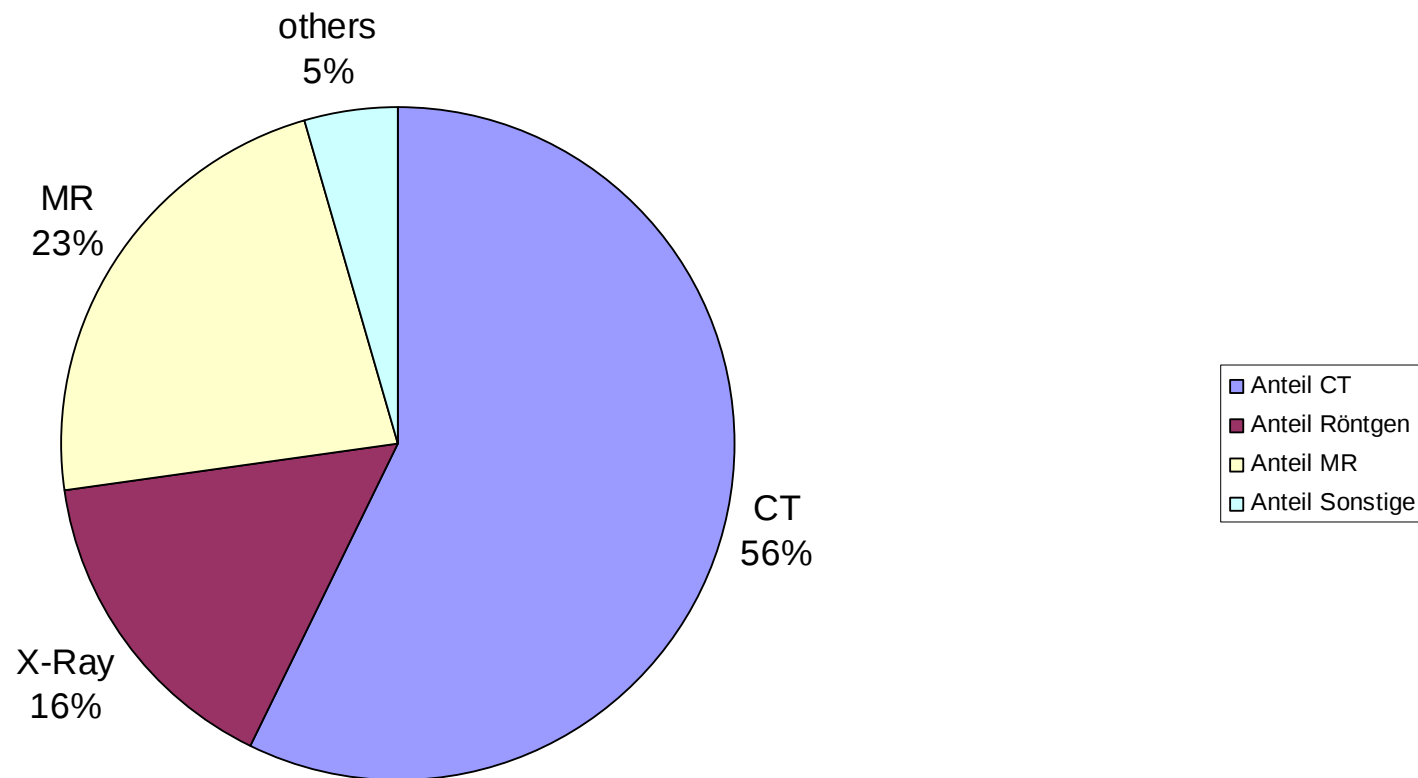
検査別画像データ量

Modality	Matrix	Depth	MB / image	Images / Exam.. (typical in Mz)	MB / Ex
CT	512*512	12 bit	0,5	250 (up to 2000)	125
MRT	256*256 - 512*512	12 bit	0,13 – 0,5	197	~50
DSA/DL	1024*1024	10 bit	2	18	36
CR	1500*2000 - 2000*2500	10 – 14 bit	6 - 10	4	24 - 40

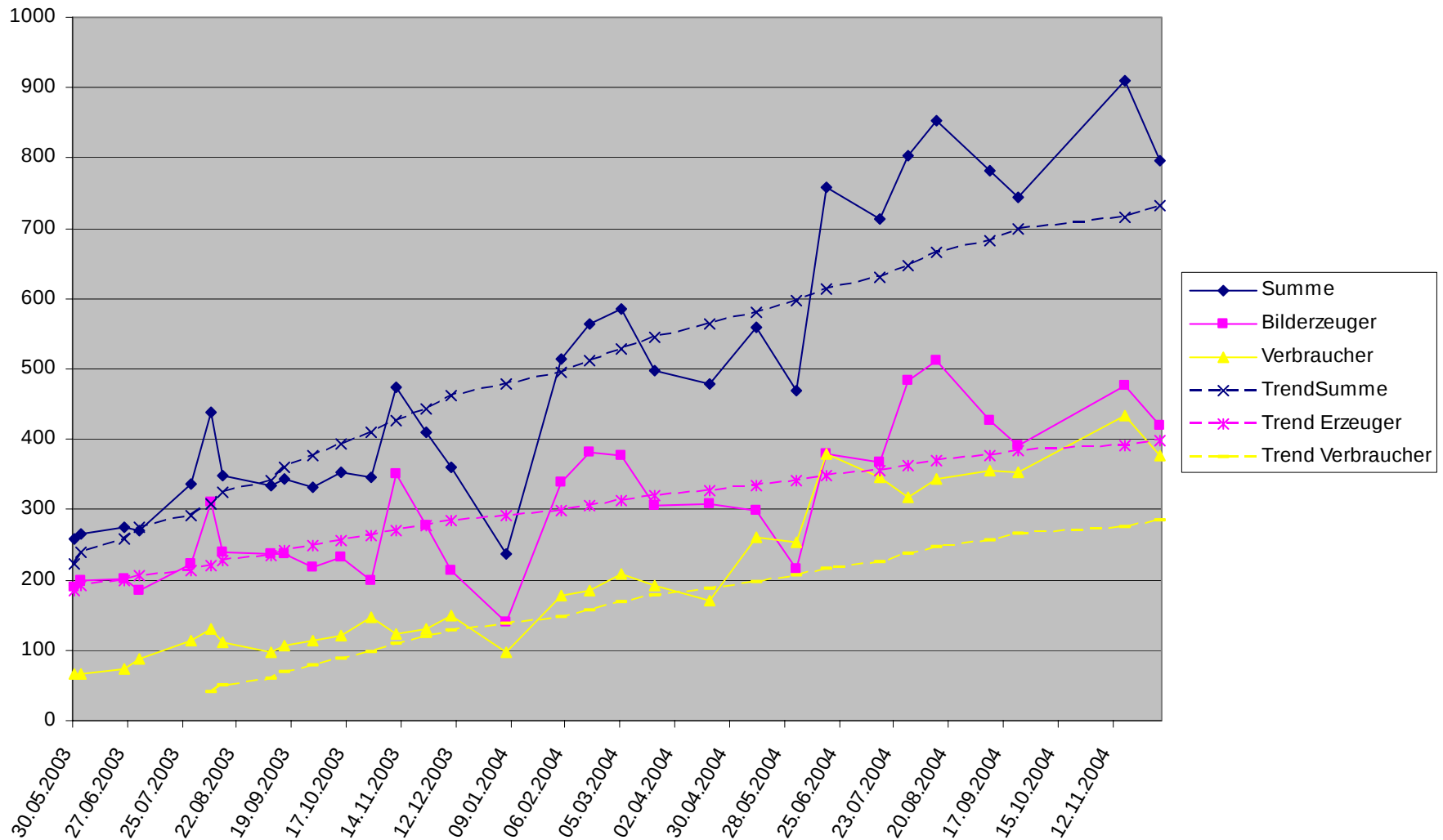
年間のデータ量 < 2004年 > (循環器部門除く)

• 検査数 /月	14400
• 画像数 /月	745.000
• ギガバイト/月 (非圧縮)	460 GB
• ー1検査あたりの画像数	52
• ー1検査あたりの容量 (MB)	32
• ー1画像の容量 (KB)	617
• 検査数 /年	173,000
• 画像数 /年	8,940,000
• ギガバイト/年(非圧縮)	5 , 520 GB

モダリティ別データ収容(循環器部門除く)



画像の分布について



保存のための容量とコスト

Medium	Capacity (GB)	Costs (ca. €)	Costs / GB (ca. €)
Film (35*43/20 images)	äq. 0,01	2	200
MOD	0,65	45	70
CD	0,65	3	4,6
DVD-Ram	2,6	20	8
DVD-R	4,7 bds.	12	1,3
CD-Jukebox	325	21000	65
DVD-Jukebox	1456	27500	19
DVD-Jukebox 2	5640	48000	8,5
RAID	1.000 – 80.000	5.000 – 500.000	5 – 6,25

* without compression or mirroring
DICOM Conference Budapest 2009

Mainz大学病院におけるPACS利用の実際

- 放射線画像 CT, MRT, DSA
- 超音波画像
- シンチグラフィー, PET
- 光学
 - (内視鏡, 眼科, デジタル写真, 顕微鏡スライド)
- 循環器部門

画像発生源

放射線科505:

CT Siemens
CT Philips
MR Siemens
PCR Philips, CR Agfa
Flat-detektor Philips
Angio Philips
Ultrasound GE L7
RF Philips
FilmScanner
CD-Import, JPEG Import
SecTelmed

放射線科210:

CT Siemens
MR Siemens
Angio Siemens
Thoravision
CR Agfa
2 * PCR Philips
3 x Ultrasound
Mammography

放射線科701:

2 x MR Siemens
CT Siemens
PCR Philips

放射線科503:

PCR Philips
Flat-detektor Philips

内視鏡科:

SR-Generator
Endoscopy

核医学科:

Gamma-Kameras
Ultrasound, PET,
SR_generator

神経放射線科:

CT Picker
Angio Philips
MF-Platz (Myelo) Philips

歯科 クリニック

Digital X-Ray
Sidicom

泌尿器科:

Uroskop Siemens

整形外科:

OP-PCs with Arthro, RF

小児外科:

RF

HTG:

RF

神経外科:

OP-CT

外科:

Endoscopy

血管科:

Capillar-mikroskop

婦人科:

OP-Endoskop

神経科:

Ultraschall

呼吸器科:

Bronchoscopy

循環器科:

Cathlab, Ultraschall

眼科:

Ultrasound

ワークフローサポート

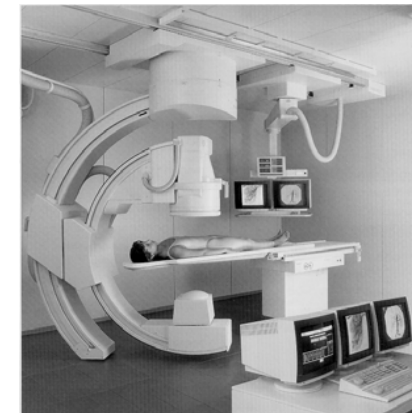
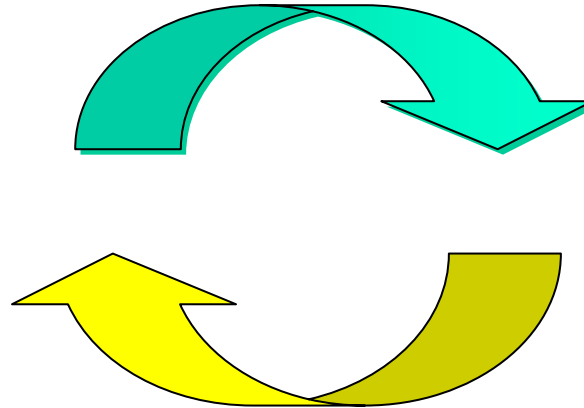
Modality Worklist / Performed Procedure Step

MWL:

名前, 誕生日, 受付番号,
ユニークID (UID) 等



RIS



モダリティ

一般的な手順として:
RIS上での手入力は、いくつ
かの問題点がある

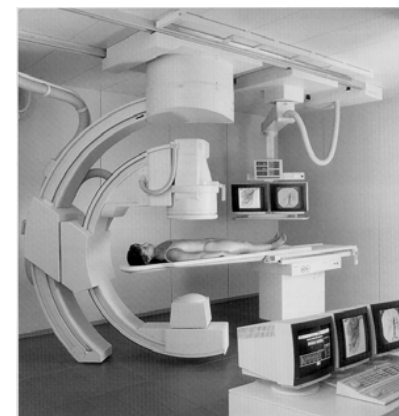
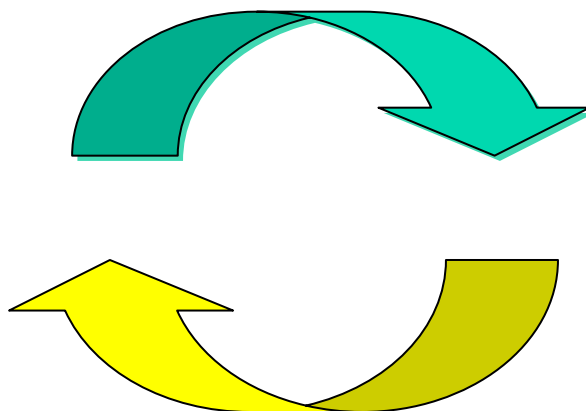
Modality Worklist / Performed Procedure Step

MWL:

名前, 誕生日, 受付番号,
ユニークID (UID) 等



RIS



モダリティ

MPPS によって
自動転送される項目:

撮影時間 (Exposure Time)
線量合計 (Total dose)
撮影線量 (Exposure dose)
透視線量 (Fluoro dose)
フレーム数 (Number frames)
透視時間 (Fluoro time)
シリーズ数 (Number series)

画像保存における一貫性と完全性

Klinikum und Poliklinik fuer Radiologie Mainz (DBMZ1)

Archive Database Transfer Image Viewer Workgroups Rules Engine Admin Help

Database

Select machine

☒ dbmz1
☐ dbmz2

Report

➔ [Daily report](#)
[Summary report](#)
[Database state](#)
[Backup report](#)

Patient editor

[Create new patient](#)
[Edit patient](#)
[Edit study relationship](#)
[Merge unassigned studies](#)
[Show modification history](#)

Worklist

[Modality worklist management](#)

Workflow

[Visit management](#)
[Study management](#)
[Study lock management](#)

Daily Report

Yesterday Today

Year 2001 Month November Day 06 Show

Equipment: SIEMENS, Sonata, Sonata

MR	, Miriam	337914	
MR	, Radia	410367	
MR	er, Richard	339145	
MR	, Sylvia	300926	
MR	. Manfred	70222	
MR	r, Lieselotte	272874	
MR	, Johann	385278	
MR	; Hans Joachim	408691	
MR	. Simon Valentin	410879	

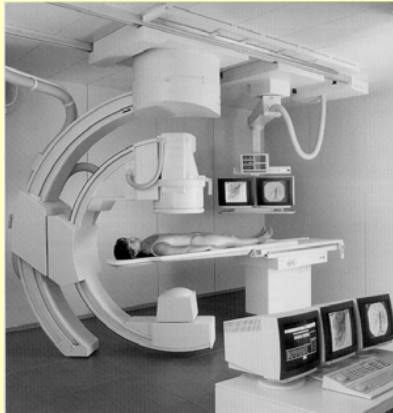
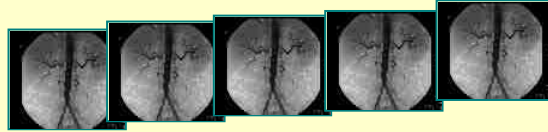
Number of Images:

Name: Thoravision 505
Equipment: Philips Medical Systems, Cassette Holder Type 9840 500 35201, THORAVISION

CR	. HELGA	272494	
CR	: ANTONIA	216387	
CR	. Michael	410794	
CR	, Willi	182978	
CR	. Manfred	260275	
CR	, Peter	365918	

- ~ 25000 画像/日
- ~ 600 検査 /日
- 要操作による撮影
- 10 - 30 分/ モダリティ
- 検査完了までの時間
~ 5時間/日

Storage Commitment



モダリティ

データの保管をお願いします

了解。その画像を不変的に保存することを約束します。

PACS



DVD

PACS

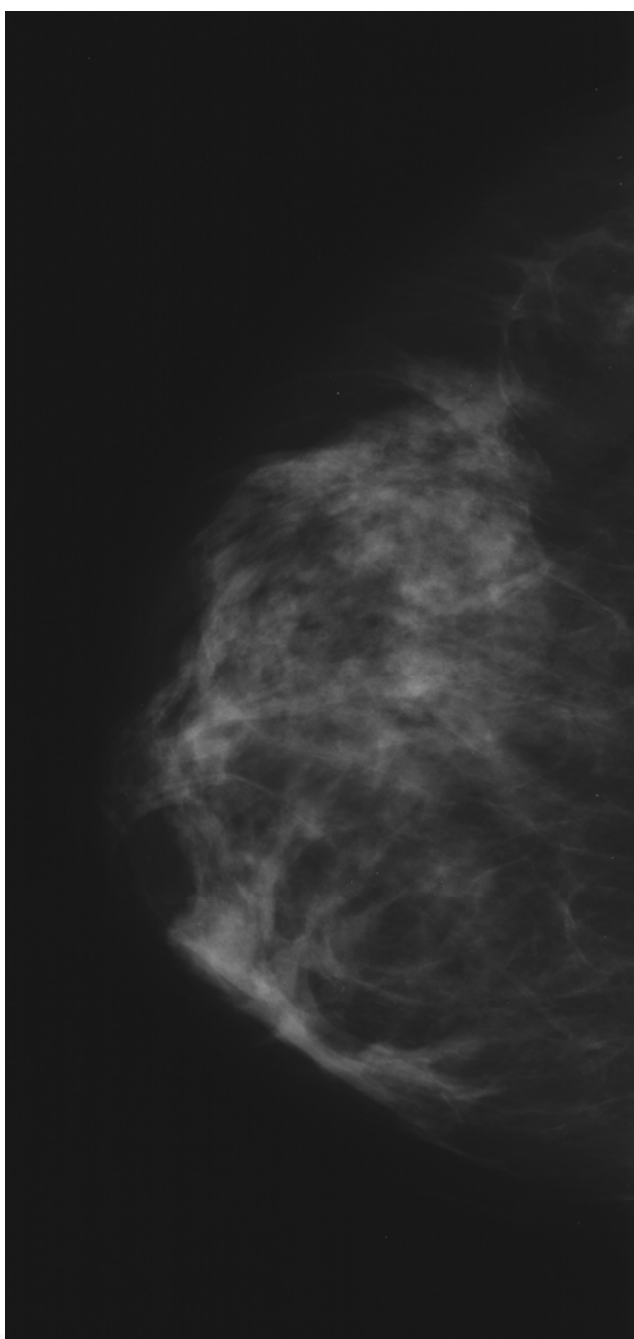
DICOM プリント

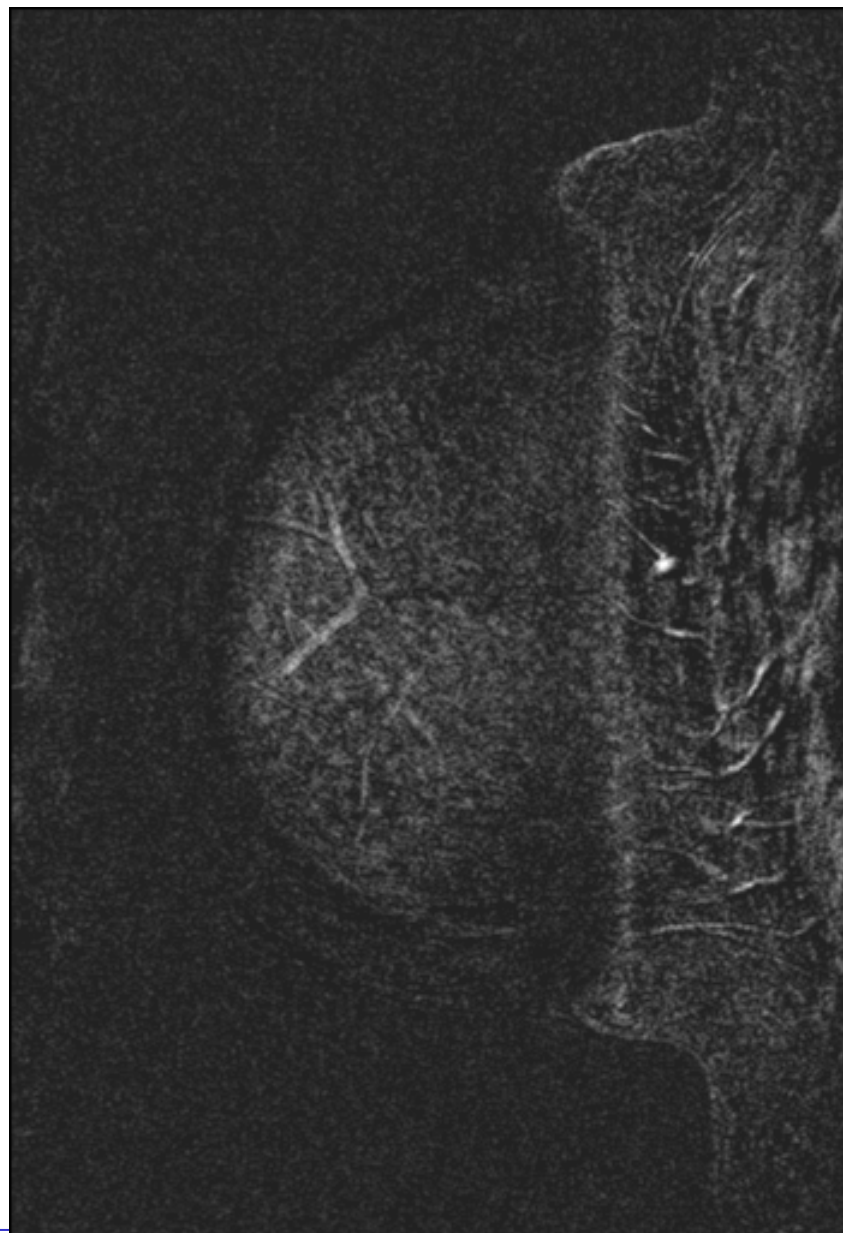
- 全ての新機種において標準
- モダリティとワークステーションでの利用可能
- バックアップ手段として容易な方法 (2～3台のプリンター構成。例: レーザーイメージャとペーパープリンターの組合わせ)
- 特殊や高価なインターフェースを避ける
- Mainz: フィルム出力の減少 >90%,
プリンター台数の減少 (14台中8台)

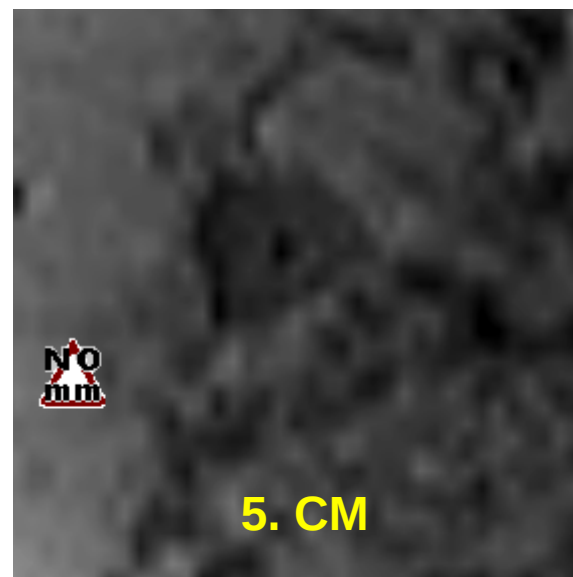
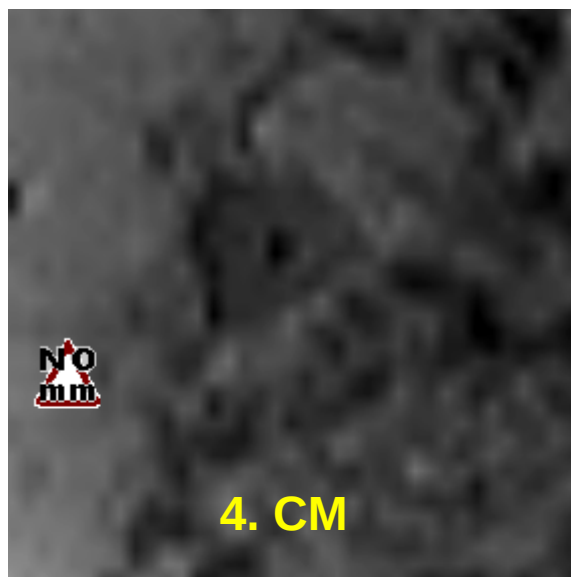
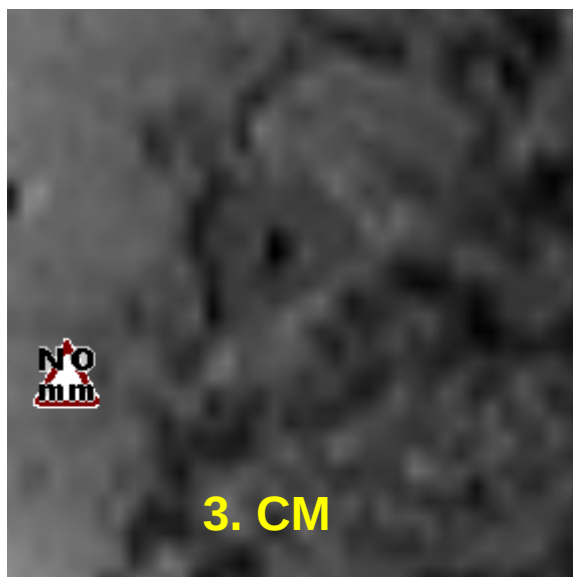
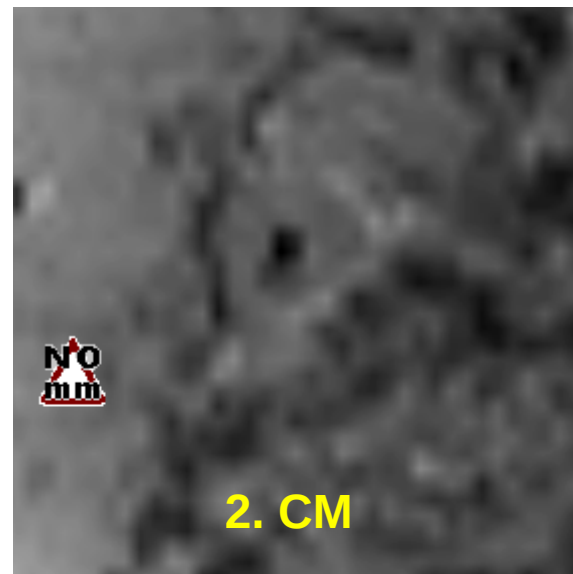
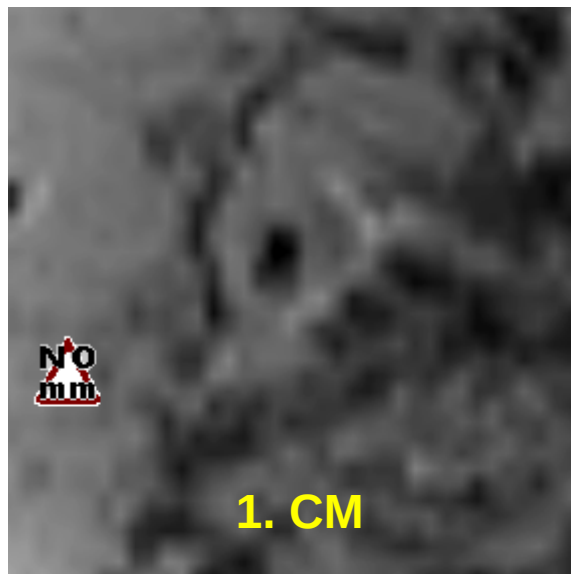
マンモグラフィ

Mammography (マンモグラフィー)

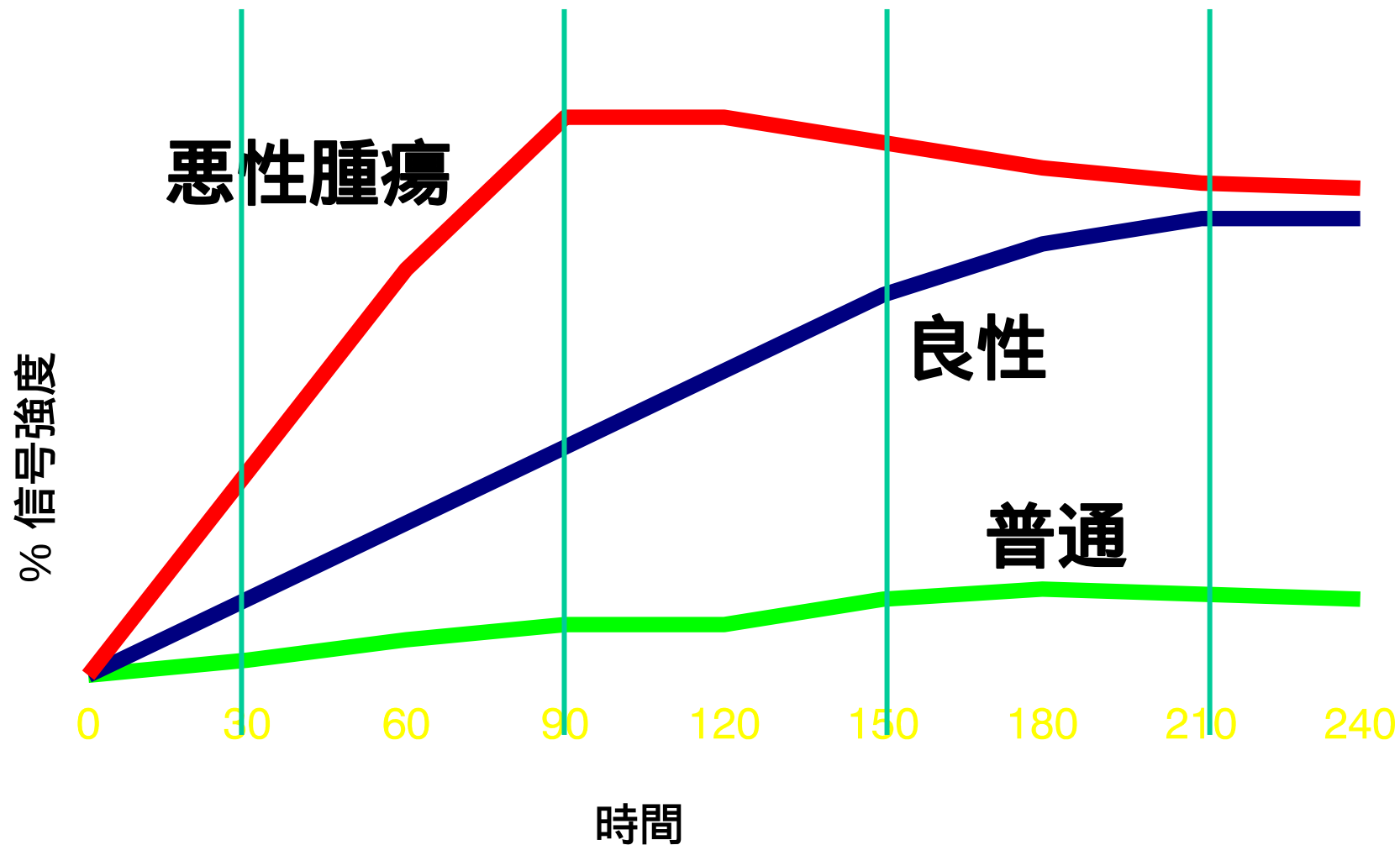
- ◆ X-rayマンモグラフィー (3000/年)
- ◆ 術前マーキング (90% <1 cm)
- ◆ 超音波
- ◆ 生検 (>100/年, Treffer >90%)
- ◆ デジタル立体定位方式
- ◆ MRT







ダイナミック コントラスト イメージング



デジタル マンモグラフィー

- フラットパネル検出器及びCRを用いた方式
- 高いダイナミック画像 (1:4000 vs. 1:200)
- 不変、かつ一貫性を保つ画質
- 生産性の増加
- 画像の後処理
- 発展と新機能:
 - CAD, Tomosynthese, エネルギーサブトラクション画像処理、造影マンモグラフィー, テレマンモグラフィー

ブレストケアにおけるDICOM構造化レポート

- 補遺 50 マンモグラフィーCADが2001年より公式にスタンダードの一つとなる
- SRを提供するCAD-システムは、既に存在する
- ヨーロッパのスクリーニングトライアルの一つ (Mevis, R2...)
- 更なる追加
 - Patient Clinical History (Supp 75)
 - Breast Imaging Report (Supp 79)

核医学

核医学

- 当初より統合されている
- シンチグラフィ、SPECT、PETで利用
- フュージョン・イメージ

構造化されたレポートの作成

STRUCTURED REPORTING

従来の放射線科レポート

特徴

－ 異なるタイプ

- 画像の無い散文
- 画像の無い構造化レポート
- 画像の含まれた散文
- 画像の含まれた構造化レポート

－ “良い” レポートとは (Hall, AJR 2000)

- 検査指示内容の要約、所見の簡潔な記載、守りに徹しない、受け入れられている用語や頭字語の使用、要約された観察記録や臨床的有意性の評価

従来の放射線科レポート

“実態”

- 画像技術の急速な進化
(ディスプレイ、処理、保存、3D収集..)
- しかし:
- レポートは、タイムリーに送信されない
- 不明瞭な用語を含む
 - 曖昧, 密度, 浸透, 合併...
 - 腫瘍, 病変, フォーカス, 新生物...
- 鍵となる臨床的問題に
- 取り組んでいない
- 臨床的重要な誤りを含んでいる



期待される放射線科レポート

– 報告時間の短縮化

- 19% 当日, 42% 1 – 2日後 (Naik, AJR, 2001)

– レポートの設計

- 86% の臨床医は、コンピュータで作成した項目別レポートを好む
- 散文を好むのは、ただの12%
- また PACSを保有する64%の放射線科医は、簡単に読むことができる、情報の抽出が容易などの理由よりコンピュータで作成した項目別レポートを好む

– 画像が含まれる構造化レポート (Reiner et al., 2004)

- 内容、透明性、完全性、一貫性、信頼性

構造化レポート(SR)であるべき理由

- 簡単に読める、また、病院情報システムに含まれる関連情報の抽出が容易である
- 定量的な計測によるドキュメント化
 - 例: US, CT, MRT; CAD-Tools
- 経過観察する検査の比較可能性
- ティーチング及び科学研究
 - 自動的な索引及びオンライン・ティーチングでのレポート検索
- 放射線科医の実績評価及び改善
 - 例: 追加検査を行った数
- リアルタイムでの使用では、意思決定の支援として利用される
 - 特殊なケースの診断支援

構造化レポートの異なる利用法

コンピューター支援/ 作成

- 手動計測、例：超音波
- コンピュータによる計測支援
 - カルシウム採点
 - 機能分析
 - 狭窄、器官ボリュームの定量化
- CAD
 - 胸郭, 胸部, 結腸...

コンピュータ支援 / 生成

manual measurement,

ECR Systems

e.g. Ultrasound

Patient: thom thom (male, *1955-10-17, #87654321)
Referring Physician: referring guy
Manufacturer: GE Medical Systems
Completion Flag: PARTIAL
Verification Flag: UNVERIFIED
Content Date/Time: 2004-12-15, 15:00:21

Vascular Ultrasound Procedure Report

Patient Characteristics

Subject Age:
49 a
Subject Sex:
Male (M, ISO5218_1)

Summary

Comment:

Findings

Concept Modifier: Finding Site = Artery of neck (T-45005, SRT)
Concept Modifier: Laterality = Left (G-A101, SRT)

Carotid Bulb

Carotid Bulb

Concept Modifier: Topographical modifier = Distal (G-A119, SRT)

End Diastolic Velocity:
0.77708441 m/s

Peak Systolic Velocity:
1.2273264 m/s

Carotid Bulb

Concept Modifier: Topographical modifier = Mid-longitudinal (G-A188, SRT)

End Diastolic Velocity:
0.84378693 m/s

Peak Systolic Velocity:
1.294029 m/s

Carotid Bulb

Concept Modifier: Topographical modifier = Proximal (G-A118, SRT)

End Diastolic Velocity:
0.56030121 m/s

Peak Systolic Velocity:
1.1939752 m/s

Common Carotid Artery

コンピュータ支援計測

Risk Factors

- ☒ Diabetes Mellitus
- ☐ Hypertension
- ☐ Hypercholesterolemia
- ☐ Smoker
 - ◇ Present
 - ◇ Former
- ☐ Positive Family History
- ☐ Obesity
- ☐ Sedentary Lifestyle

Clinical History

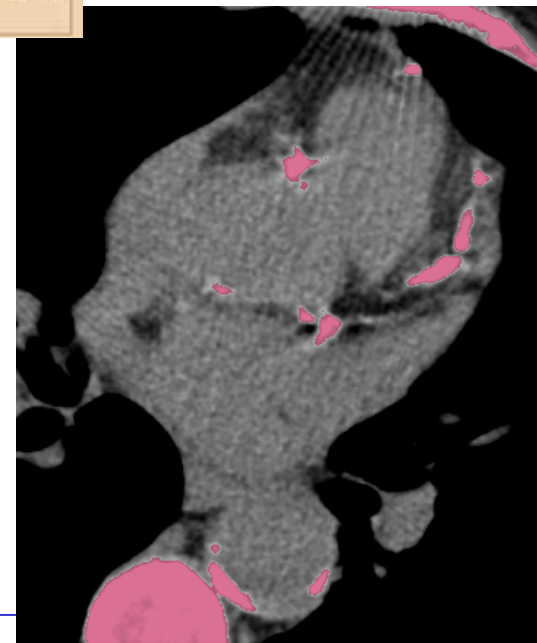
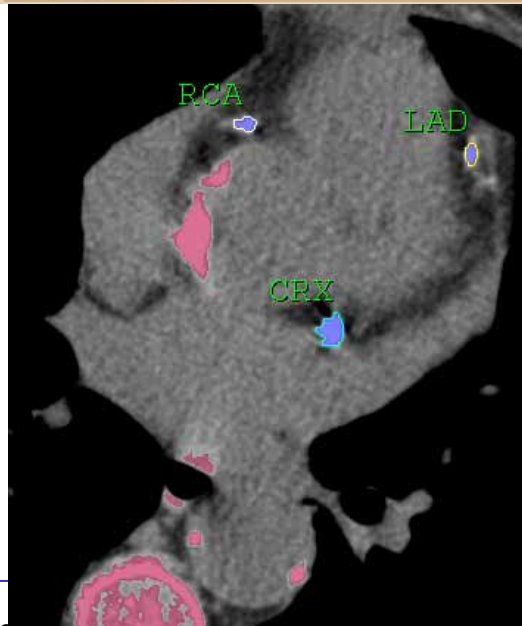
Symptoms

- ◇ Asymptomatic
- ☒ Unstable Angina Pectoris
- ◇ Stable Angina Pectoris
- ◇ Atypical Angina Pectoris
- ◇ Atypical Chest Pain
- ◇ Dyspnea
- ◇ Other
- ☐ Previous Myocardial Infarction
- ☐ Previous Coronary Revascularization
 - ☐ Bypass Surgery
 - ☐ Balloon Angioplasty
 - ☐ Coronary Stenting

Ok

Cancel

Score Results						
Name	Karl Eva	Hospital/Clinic	Radiologie Uni Mainz			
ID	917128	Physician	HTG 5B			
Gender / Age	F / 58Y	Series Number	829			
Heart Rate	90 beat/min	Study Date / Time	15 Sep 2009 14:18			
Manufacturer	Philips	Voltage	120 kV			
Scanner	Max800 IDT	mAs/Slice	156 mAs			
Scan Options	HELIX	Rotation Time	0.42 sec			
Gating	ECG	Slice Thickness	3.00 mm			
Weighting	Steps	Area/Volume	Volume			
Density Mode	Maximum	Threshold	150 HU			
	Number of ROIs	Mass *	Mass CDI	Volume (cu.mm)	Score	Score CDI
L MAIN	0	0.0		0.0	0.0	
LAD	21	111.6	5.3	437.4	1669.8	79.5
CRX	22	125.7	5.7	569.0	2139.0	97.2
RCA	24	85.8	3.6	410.6	1522.8	63.4
PDA	0	0.0		0.0	0.0	
Total	67	323.1	4.8	1416.9	5331.5	79.6
* mg Calcium Hydroxyapatite						



コンピュータ支援計測

Cardiac Calcium Scoring Report

Patient Name: Eva Karl
 Patient ID: 317128
 Age: 58 years
 Date of Birth: September 29, 1944
 Gender: female
 Date of Scan: September 15, 2003 2:18:00 PM
 Referring Physician: 58 HTG
 Heart Rate: 93



Risk Factors

Diabetes Mellitus
 Hypertension
 Hypercholesterolemia
 Smoker
 Female Over 55 : 58

Clinical History

Symptoms: Asymptomatic

Indications

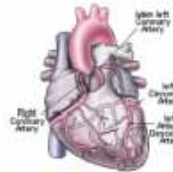
Risikostratifizierung

Procedure

A coronary artery calcium scoring examination was performed on a multi-slice computed tomography scanner 8000 (CT, Philips Medical Systems). The data was used to detect and quantify the presence of calcified plaques in the coronary arteries.

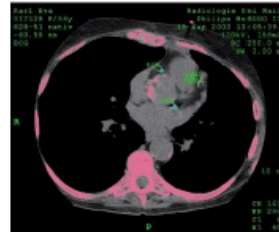
Findings

The patient has a total Calcium Score of 5,331.50.



Id: 317128
 Eva Karl

Page 1 of 3



(Sep 15, 2003 1:05PM)

* Images are for reference use only

Nomenclature

LMAIN - Main left coronary artery.
 LAD - Left anterior descending artery.
 CRX - Left circumflex artery.
 RCA - Right coronary artery.

Signature

Signed By:

Date:

PD Dr. P. Mildenberger

Id: 317128
 Eva Karl

Page 3 of 3

JOHANNES
 GUTENBERG
 UNIVERSITÄT
 MAINZ

Time : Volume Score

Steps	Threshold : 130	Density Mode : Maximum	
Coronary Artery	Volume (cu. mm)	Equivalent Mass *	Volume Score
MAIN	0.0	0.0	0.0
LAD	437.4	111.6	1,569.8
CRX	569.0	125.7	2,139.0
RCA	410.6	85.8	1,522.8
PDA	0.0	0.0	0.0
Total	1,415.5	323.1	5,331.5

Hydroxyapatite

Notes

Calcification is a specific marker for coronary atherosclerosis. The amount of calcification correlates with the degree of coronary atherosclerosis. A score of 0 implies a low likelihood of coronary obstruction, but does not exclude the presence of atherosclerosis. A high score indicates a significant plaque burden and a high risk of future cardiovascular events. It should be understood that calcification is not site specific for stenosis and does not indicate the extent of atherosclerosis in the coronary arteries overall.

A significant plaque burden was detected. This score is associated with a high probability of obstructive coronary artery disease and an increased risk of cardiovascular events. Patient is advised to aggressively engage in lifestyle changes. Clinical follow up is recommended.

Images

構造化レポートの例 - 血管

- DSA, CTA, MRA などで CAD にて定量する
- 補遺97待ち受け



Current Procedure Description :	thickness: IV, spacing: 2.500000, kV: 1.250000, mA: 120
Vessel Section Diameters and Area Measurements	
Measurement Name :	Section above Renal Arteries
Measurement Abbreviation :	D1
Mean Diameter :	28.829111 Millimeter
Short Axis :	27.914459 Millimeter
Long Axis :	29.661556 Millimeter
Area :	652.791565 Square Millimeter
Best Illustration of finding :	1.2.840.113619.2.80.2161049224.760.1002565988.7
Best Illustration of finding :	1.2.840.113619.2.80.2161049224.760.1002565988.8
Measurement Name :	Most Inferior Renal Artery
Measurement Abbreviation :	D2a

© 2001 ConVis

Pro Multi
Data 2D Print Opt.

View W/L Disp. Proc.

Predefined layout

One study (series)

1 | 1 1 | 2 1 | 2
1 | 4 1 | 9 1 | 16

Multiple studies (series)

2 | 1 2 | 2 2 | 1
2 | 2 2 | 4 2 | 9
3 | 3 4 | 1 9 | 1

Dual monitor

4 | 1 4 | 2 8 | 1

Custom layout

Basic layout

Free selection: 1x1

Image layout

Free selection: 1x1

Selection

Study Series Image
All Close All Reset All



ConVis Report Viewer

Amc... 31.01.02

Referring Physician: UC 4A,
Completion Flag: COMPLETE
Verification Flag: VERIFIED
2002-02-01, 08:49:37 - Oliver Mohr, Radiologie, Mainz
Content Date/Time: 2002-01-31, 07:22

Radiologischer Befund

Observation Context: Recording Observer's Name = Oliver Mohr
Observation Context: Recording Observer's OrganizationName = Radiologie, Mainz

Untersuchung:
Oberes Sprunggelenk rechts in 2 Ebenen vom 31.01.02:

Anamnese:
Weber B Fraktur re.

Ergebnis:
Zum Befundvergleich liegt die Voruntersuchung vom 28.01.02 vor.
Plattenosteosynthetisch sowie mittels Zusatzschraube versorgte Weber B Fraktur.
Im Vergleich zur VU unverändert achsgerechte Stellungsverhältnisse.
Osteosynthesematerial intakt. Kein Hinweis auf Lockerung der Osteosynthese, kein Zeichen einer Infektion. Zwischenzeitlich vollständige Entfernung der Wunddrainage.

Arzt:

DICOM-Info Close All

DICOM SR 規格のプロセス

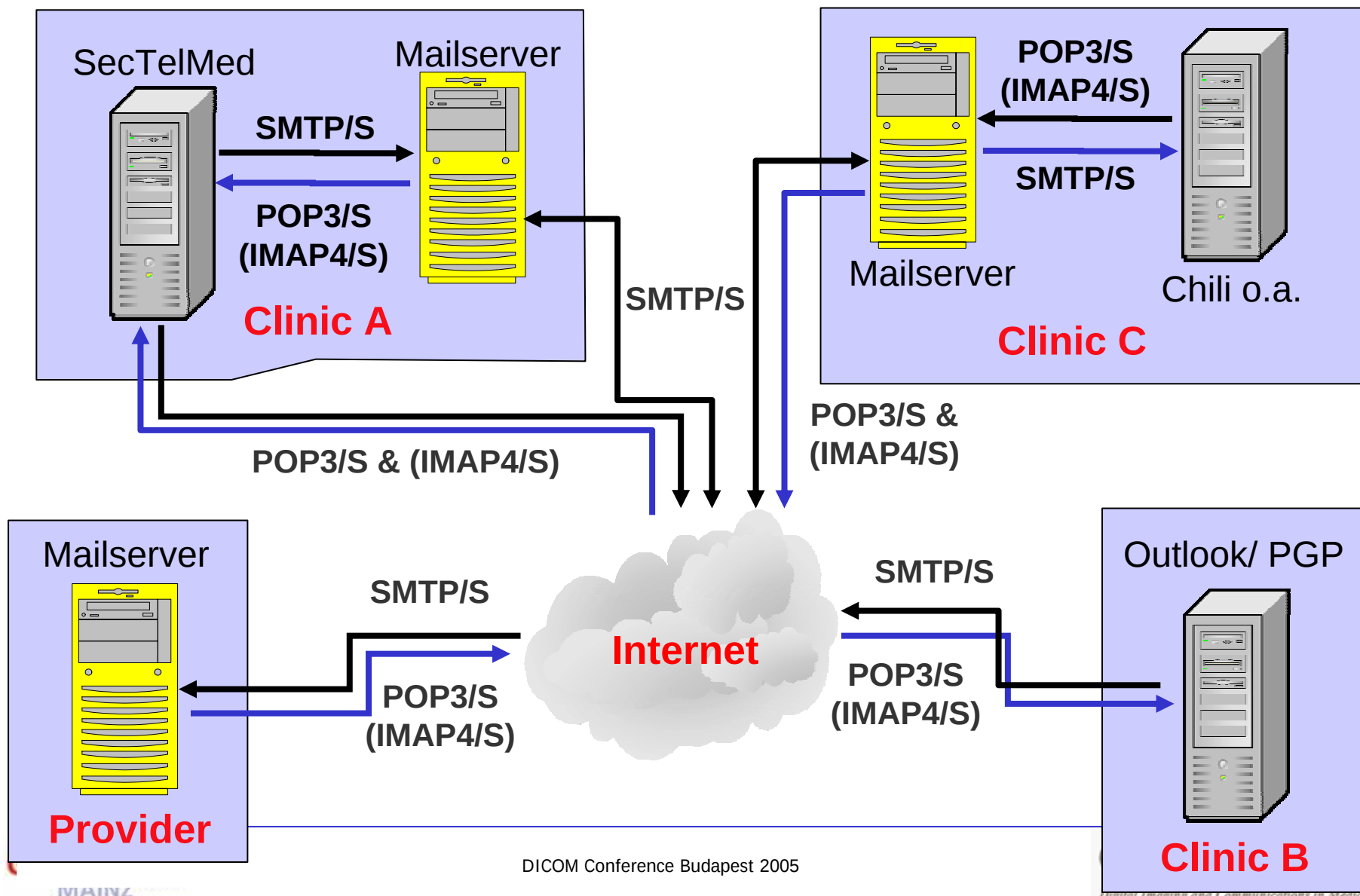
- Part 16 - Content Mapping Resource (2001)
- Supp 23 - Structured Reporting (2000)
- Supp 36 - Codes and Controlled Terminology (1999)
- Supp 50 - Mammography CAD (2001)
- Supp 65 - Chest CAD SR (2003)
- Supp 66 - Cath Lab SR (2004)
- Supp 71 - Vascular Ultrasound SR (2004)
- Supp 72 - Echocardiography SR (2004)
- Supp 75 - Patient History (2004)
- Supp 76 - Quant.Angiography and Ventriculography SR (2004)
- Supp 77 - Intravascular US SR (2004)
- Supp 78 - Fetal and Pediatric Echocardiography SR (preliminary)
- Supp 79 - Breast Imaging Report (2004)
- Supp 86 - Digital Signatures for Structured Reports (Early Draft)
- Supp 94 - Radiation Dose Report (Early Draft)
- Supp 97 - CT/MR Cardiovascular Analysis Report (Public comment)
- Supp 104 - DICOM Encapsulation of PDF Objects (Public comment)

遠隔画像診断

遠隔画像診断のあれこれ

- 放射線学におけるコンサルテーション
- 放射線学における研究
 - FTP 又は、HTTP転送が可能だが、不便でユーザー向きではない。
- 一般的に遠隔画像診断用のツール類は、PACSの一部では無い
- セキュリティ、プライバシーの観点
- 異なるベンダー間の相互運用性

電子メールによる遠隔医療



遠隔医療を主導するメンバー

Ärztliche Stelle Hessen

AGFA **AGFA** 

Charité Berlin 

Chili 

ConVis 

Curagita AG 

DKFZ 

FH Würzburg-Schweinfurt 

GeSIT 

GI Gesundheitsinformatik 

Gesundheitsnetz-R 

Image Devices 

Medical Communications 

OFFIS 

Siemens 

Steinhart Medizinsysteme 

University Mainz 

University Freiburg 

University Mannheim 

実装上の限界

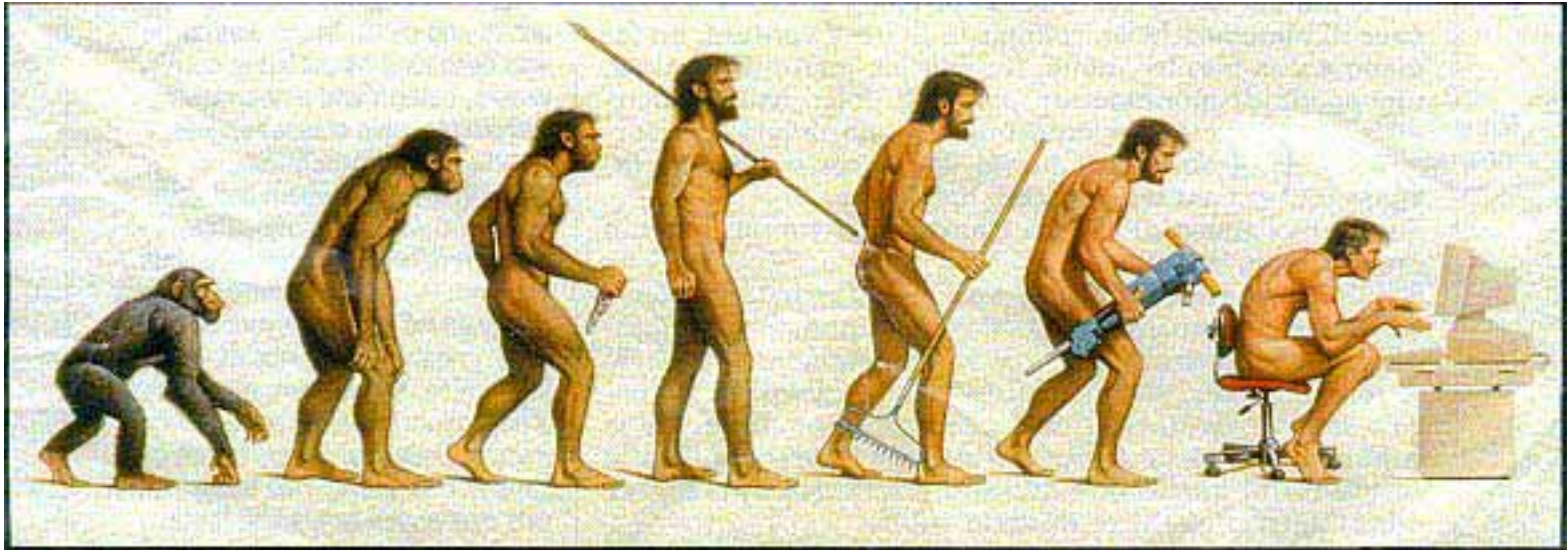
- オーダー / 登録
- 画像の選択 (キーオブジェクト)
- イメージ及びレポートへのアクセス
 - 圧縮
- 医療機関間規模の患者ID管理
- GSDF (グレイスケール表示関数)
- DICOM-SR (DICOM-構造化レポート)

ドイツにおける国家勧告(推奨)

- DFG (German Science Foundation)
 - 病院内の全ての画像アプリケーションを管理する画像管理システム
 - DICOMサービス
 - DICOM Basic Services, MWL, MPPS, St.C.,
 - Print (opt.)
 - IHE – プロファイル
 - For RFPs
- DRG (German Roentgen Society)
 - 遠隔画像診断
 - DICOM eMail

まとめ

- DICOMベースのPACSシステムは、与えられた様々な要求に対し、最適なソリューションを提供する為のそれぞれに応じた解決策を兼ね備えている（モダリティ、ワークステーション、その他のドメインより...）
- 基本的DICOMサービスは、データ品質の一貫性、ドキュメント化、ワークフローの改善を提供するのに不可欠である
- DICOM-SRは、定量化データを利用し、ネットワークやCD等を用いてアクセスできるよう進化している
- DICOM eMailは、独立した医療機関又は、PACSソリューションと遠隔画像診断間の共通のアプローチとなります。



Somewhere, something went terribly wrong

ご静聴ありがとうございました

Peter.Mildenberger@web.de