

## 2, 研究計画全般の説明(資料1)

- ・ 患者登録番号について・・・全施設での症例の連番とする。CD-R 送付時にこの番号をつけて送る
- ・ 患者認識番号・・・施設毎に設定(患者ID番号を用いても可とする)
- ・ DICOM 送付・・・CD-R には1患者1枚分を個人データは消去して保存する。10症例毎にまとめて発送していただく。送付用のCD-R、箱、ラベルなどは事務局で準備する。費用は研究費で賄う。
- ・ Web に登録し、登録番号を得た上で、撮影日・登録番号を添えてCD-ROM を送付していただく。
- ・ 参加施設への情報交換の方法として、メーリングリスト、WEB を通じ行う。
- ・ いつから登録開始するか・・・倫理委員会承認後、10月より開始していただきたい。

## 3, WEB 入力データシートの説明(資料2)

- ・ MID 社に WEB 登録票の作製を依頼し、ほぼ、概略は完成している。現在、細部の調整中であり、約1月以内に利用可能とする予定である。10月から試験への登録を開始して、しばらくは紙ベースのケースカード(広島大学から送付する予定)で登録していただきたい。
- ・ 各施設へ ID・パスワードを発行し、各自の施設の情報のみ閲覧、入力が可能になるようにする。
- ・ CT データについてはラボ用の ID、パスワードを使用し、臨床データをブラインドとして解析を行う。
- ・ データの「確定」or「仮確定」、「保存」について: 「確定」or「仮確定」にしないと、次のステップへ進めないようになっている。「確定」入力完了し次の画面へ進むことができる。「保存」は未入力の入力必須項目があるときにデータを WEB 上に保存することができるが、次の段階へ進めない。記入必須事項を簡略化して、未入力の項目があっても次の画面へ進める「仮確定」を設定する予定である。

## 4, その他、質疑応答(敬称略)

- ・ 被曝線量を抑えた撮影方法が望ましいのではないかという意見が出たが、心拍数の問題から(全てに行うのは)現実的に難しい(慶応・栗林)、また、Af 患者は除外

する。

- $\beta$ -blocker は Dual source CT 導入している山口大学を除き、一般に使用されている。
- 初回 CT 正常例について、2年後の CT 撮影に関する質問（高瀬クリニック・近藤）があり、採血項目、臨床背景のみで可とする（WEB 上の登録票に2年後の撮影の有無を選択する項目を設けているので主治医が判断できる）。
- スtent留置例の登録について、Stent留置例では「Stent血栓症」はプラーク破綻によるイベントとは質的に異なるので、イベントの解析が複雑になる可能性があるため、非Stent例のみ登録しては、という意見が出た。（近藤、順天堂・代田）しかし、円滑に登録を進めるため、CTA後にStent留置する症例もあることから、Stent留置例も含めて良いこととする。「研究計画書 5. 中止・脱落基準 4)に（左右両冠動脈にPCIを施行した場合は解析から除外し脱落とする）」という項目があるので、左右両冠動脈にStent留置されている症例は除外対象とする。研究計画書 4. 除外規定 10)に追加する」
- LDLコレステロールの測定方法については、直説法では施設間の値の違いが問題になっているので、Friedwald式から換算した方が良いのでは（代田）との意見が出たが、日常臨床の場では難しいとの意見（東京医大・山科）もあり、各施設の判断にゆだねることとする。
- 他の研究への重複登録についての可否について（山口大学・三浦）→二重盲件試験で内服情報が分からないような研究でなければ、本研究は登録研究なので可とする。
- Web登録画面の処方内容の入力について、他院から紹介された例など、ジェネリック使用例も多く完全に入力することは困難なことが多く、現実的ではないのではないかと意見があった（県立尼崎病院・宮本）。処方内容については空欄でも「仮保存」できるようにすること、Web登録画面でも薬品名、量は削除し、薬の種類（例抗血小板薬 有・無）のみチェックするように簡略化する。
- 画像を集めた段階で様々な問題がでるはず→まずは各施設より広大コアラボへCD-Rを1枚送り、広大のワークステーションでの解析できるかどうか確認作業を行う。
- 1年後・2年後追跡の時期的な範囲として±2ヶ月程度の幅をもたせることとする。
- 患者が未成年者であれば倫理委員会申請時に「代諾者等を選定」する必要性がでてくるので、対象患者として「20歳以上」を項目にいれるべき（山科）という意見があった。この文言を本研究計画書および倫理委員会の書類に記載することとする。（広島大学倫理委員会申請書類には「3. 研究対象者の選定方針」において同様の指摘を受け既に記入している。）
- 広大の倫理委員会許可証明書を送付してほしいという要望があり、送付することとする。
- WEB入力には膨大な労力を要することが予想される。基本的には各施設での入力をお願いするが、可能な限り人的支援を検討していきたい。

多列CTを用いた冠動脈プラークの性状判定と冠動脈イベント発症との関連について  
の多施設・前向き追跡調査  
**PREDICT**全体会議

開催場所・国立京都国際会館 2F Room J  
開催日時 平成 22 年 3 月 6 日(土) 時間 18 時 50 分-20 時

- (資料 1) 研究計画書
- (資料 2) 患者説明用資料(ポスター含む)
- (資料 3) (2009 年 9 月 19 日) 前回会議の議事録
- (資料 4) 登録状況
- (資料 5) 各施設からの質問内容
- (資料 6) WEB 入力データシートの説明

- 1, 研究の進行状況と予定
  - (ア) 登録状況(資料 4)
  - (イ) 各施設への訪問
  - (ウ) CRC の問題
- 2, 各施設からの質問内容(資料 5)
  - (ア) 管電圧の問題とプロトコールの一部修正
- 3, 広島大学病院での患者登録のシステム
- 4, WEB 入力データシートの説明(資料 6)

# PREDICT 全体会議議事録

第 74 回日本循環器学会学術総会関連会合

2010 年 3 月 6 日(土) 18:50～20:00、京都国際会館 2F Room J

参加施設、出席者（別表）

## 1 挨拶と参加登録施設への謝辞（広島大学 木原 康樹）

### (1) プロトコル問題点の指摘：

- a. 二年後の CT 再検までに機種が更新される可能性がある。
- b. 東芝は 120kV では実効電圧が低いという意見がある。
- c. Dual energy CT での電圧

以上について議論して意見統一を行っておく必要がある。米国の研究では厳密な撮像条件が求められている。機種が更新されると撮影条件が異なってくるので、ブラークの CT 値について二回の比較を行うことは難しいかもしれない。少なくとも予後追跡は全例で行い、CT 画像を比較するグループとそうでないグループとの 2 群に分かれるのではないかと考えている。

### (2) WEB 上のデータベース担当者（MID 社 市来氏）を紹介。

### (3) 220 例の登録(2010 年 3 月 6 日現在)。

登録に際しての医師の負担が大きいとの意見がある。厚生労働省担当者と面談し、CRC の雇用のために来年度の厚生科研究費の増額を申請している。申請が受入れられたら、登録症例数に応じて CRC 派遣を検討したいと考えている。

### (4) 各施設への訪問と登録の支援

施設ごとにその条件に合った症例登録システムを構築する必要がある。

広大から担当者を派遣し、各施設のオーダーメイドの症例登録システムを構築したい。それにより各施設の担当医師の負担を軽減したい。

## 2 登録の現状と各施設からの質問と回答の紹介（広島大学 山本 秀也）

(1) 登録状況 220 例の登録 (2010 年 3 月 6 日現在)、実際には登録されているけれど、WEB 上に登録されていない症例もプラスアルファあるものと考えている。

### (2) 各施設からの質問と回答

#### a. 管電圧の問題（前項 1, (1) a. b. c)

東芝社 CT での実効電圧が低い可能性があり、プロトコルで統一している 120KV では体格の大きい患者での撮影が難しいとの意見を聞いている。130kV での撮影を認めるか、という事務局側からの提案、DSCT での電圧の blending の問題（100-140kV で撮影を行い、120kV 相当の画像を作り、ブラークの評価を行うこと）に対して議論を行った。



(慶応大学 栗林 幸夫教授より) 電圧が変わると CT 値が変化する。論文発表の際に問題となるので統一すべき。DSCT での電圧の blending で得られた相当電圧の画像が、他機種と同じ管電圧のものと同等かどうかは比較検討した報告がないので、blending は避けるべきである。

以上から、撮影については現行プロトコルで行うこととした。東芝 CT の撮影時に電圧不足が予想のされる症例は登録から除外していただくことをお願いした (広大 山本)。

b. 各施設からの質問に対するその他の回答について説明を行った (資料 5 参照)。

### (3) 広島大学での登録システム作りの紹介

#### a. 放射線科スタッフとの協力関係の構築、採血、問診、同意書などへの協力を得ている。

検査待合い時に問診票を記入していただく。

CT 担当看護師には血圧、脈拍測定のとくに腹囲測定も依頼している。

造影剤投与のルート確保時に採血を行う

#### b. 本研究を紹介するポスター作成し外来などに掲示。

患者への説明が非常に容易で同意が得やすくなった。

参加各施設への配布を行う。

診察の時点で CT を撮影することが決定したならば、その場で PREDICT の説明・承諾をいただく。

外来担当医の診察が忙しい場合には、CT 室で説明・同意を得て、採血なども行っている。その結果は診察医にフィードバックしている。

c. 定期的な病診連携の会を行い、MDCT の宣伝とともに本研究の説明。MDCT 専用の診療情報提供書の作成や CT 予約の連絡方法を構築し病診連携を計っている。

### (4) 参加施設の実情

当院には CRC が一人いるので診察室に登録の一式が置いてある。WEB 登録に必要な情報を一枚の紙に書き込めるような用紙を作成し、それを技師・看護師に打ち込んでもらっている (土谷総合病院 上田 浩徳先生)。

## 3. WEB 入力の説明 (資料 6)

CT 撮影時の条件のページの説明

初回 CT 後の介入のページ 「二年後に CT を撮影するのか、予後調査のみ」とするのかチェック欄への入力をお願いしたい。

WEB 入力について説明のため MID 社 市来氏が各施設へ訪問することも可能である。要望があれば申し出ていただきたい。

質問	解答
<p>採血項目についてはセット登録をし、漏れないように心がけておりますが、他科よりの紹介などでは、採血項目に漏れのある場合などがございます。その際、WEB登録では空欄にしますと、登録ができないのですが、このような場合はどのようにすればよろしいでしょうか。</p>	<p>「仮確定」はデータが全部そろわなくとも次のページが入力できたり、データの訂正が必要な場合には可能とするための策として設けています。しかし、このままでは「欠損データ」なのか「入力できていないのか」が分からないので、WEB作成業者と相談して、1年後の入力が始まるまでには、やむおえず「欠損データ」となった場合には何かの文字「@、*」などを入力して「確定」可能とし、「未入力項目が残っている状態」との区別を計りたいと考えているところです。したがって、現在のように、「仮確定」の状態で、可能な範囲での入力をお願いします。（「仮確定」であれば「初回CT後の介入」のページまでは入力可能です。）</p>
<p>HDL-C,LDL-C,TG以外にやはりT-Cholも測定しなければいけませんか？（最近T-Cholは、外来で測定しないことが多いのですが、一応studyの方は測定したほうがよろしいでしょうか？）</p>	<p>9月会議でLDL-Cの測定法について動脈硬化学会でも問題となっているというような趣旨のご意見があった。可能な限りT cholも測定していただいたほうが後のために良いのではと思います（当院では脂質4項目測定しても保険では査定されたことはありませんが施設や地域により事情が異なるかと思えます。）</p>
<p>本撮影で120kVと記載があります。現時点では、当院使用中のVCT、Aquilion64において、120kVで撮影しておりますが、definition FLASHが3月末から稼動いたしますので、そちらのdual energyも使いたいと考えております。そうしますと、既出の論文を拝見しますと、おそらく100/140kVで撮影となります。すると厳密な意味では120kVで撮影していないこととなりますが、dual energyの症例は除くのでしょうか？ それとも、coronary解析用に120kV相当画像を作ると思うのですが、その120kV相当画像をお送りすればよいのでしょうか？</p>	
<p>東芝 管電圧 120-130kVを使用している</p>	<p>120-130kVで良い、2回目の撮影は同一条件で</p>
<p>HRのコントロール不良で、明らかに画像が不良で、RCA,LCA別々に画像再構成したものの、あまりにも画像が不良の場合は登録をやめようと思う。</p>	<p>RCA、LCAを別の時相で再構築していただいても良い画像が得られない場合にはエンターキーから外して下さい。</p>
<p>Webにて登録後の中止・脱落症例の取り扱いについて WEB登録後に検査（撮影）が中止になった。</p>	<p>検査中止の場合があるので、撮影が終わってからWEB登録をしていただく。（ただ今回の患者の場合、患者番号が発行されていて「保存」の状態になっていて、WEBへの記載内容が少ないので、この患者番号をそのまま次の登録患者さんを入力していただく。）場合によっては事務局で削除する。 脱落の場合には、予後の追跡のみを行う。そのまま、入力が続けていただく。</p>
<p>「6）除外基準に関して；女性でCr=1.1mg以下で引かかる場合があるので男性と同じ 1.4または男女の差無く 1.5mg程度まであげていただければと思いますが、実際 Cr=1.5mg程度でも水を補給しつつでも撮像しています。」</p>	<p>2回のCT撮影を行うこと、Cr値上昇も予後に含めているのでプロトコルどおりでお願いします。サンプル集団の予想平均年齢、男65歳、女70歳としてeGFR60ml/min以上となるようなCr値をボーダーラインとしました。</p>
<p>除外基準の9)進行期の悪性腫瘍合併例とは、全ての癌の術前の患者さんは除外という解釈でよろしいでしょうか？ 当院でも癌の術前の患者さんで運動負荷心電図が変化する患者さんは、リスクファクター等検討の上、冠動脈CTにまわってきます。</p>	<p>除外項目は手術不能で予後数年以内と考えられる症例を念頭としましたが、最近のがんの治療成績も向上して随分長期生存する症例を経験します。厳格な定義は難しいですが、早期癌で治療可能な手術症例でフォローができそうな症例であれば登録に問題ないのではと思います。</p>
<p>Web入力の人的支援</p>	<p>3桁以上の登録を行っていただけ御施設にはCRCを派遣できるよう、金銭支援の受け皿作りを厚労省と交渉中であるとのこと。</p>

多列CTを用いた冠動脈プラークの性状判定と冠動脈イベント発症との関連について  
の多施設・前向き追跡調査  
PREDICT全体会議

開催場所 G605(東京国際フォーラム ガラス棟6F)

開催日時 平成 22 年 9 月 18 日(土) 時間 18 時 30 分-19 時 30 分

1. 挨拶 (広島大学循環器内科学 木原 康樹)
2. CRC 派遣について (資料 3)
3. 登録状況について (資料 4)
4. 1 年後の患者追跡について
5. その他

(資料 1) PREDICT 全体会議出席者リスト

(資料 2) 前回会議の議事録(2010 年 3 月 6 日)

(資料 3) CRC 派遣について

(資料 4) 登録状況について

(資料 5) PREDICT ホームページ

### 資料 3

#### 治験コーディネーター(CRC)派遣

平成 22 年度厚生労働科学研究費において専門の CRC の雇用・派遣を目的とした研究費の大幅な増額が認められた。これにより参加各施設の必要に応じてデータ入力のための CRC を雇用する目処が立った。

全国にて業務を展開しているサイトサポート・インスティテュート(株)に依頼。

#### 業務内容

①データ入力業務と②患者説明業務の 2 本立てを検討している。

#### ①データ入力業務

○会社から CRC をフルタイムで派遣する（通常 9 時から 5 時まで）。

○CRC の業務への慣れもあるが、1 日当たり 20 件の入力を予定している。

○その際、院内で WEB 入力すると WEB 環境に左右される事も含め、時間がかかることが予想されるので、一旦、紙媒体でデータ収集を行い、会社に持ち帰ってまとめて入力するという流れを想定中である。

○各施設において CRC との契約が必要になるが、費用はすべて厚生労働科学研究費から負担する。

○入力データが 20—50 件溜まったら、CRC をまとめて派遣することを予定している。

#### ②患者説明業務

○患者登録時に先生方に代わって患者への説明を行う。

○CT 検査や外来に合わせて曜日を決めて派遣することを検討中である。

○患者説明のない空いた時間には①のデータ入力も合わせて行うことも可能である。

○説明患者数はあらかじめ 100 名とか 200 名とか決めておく。

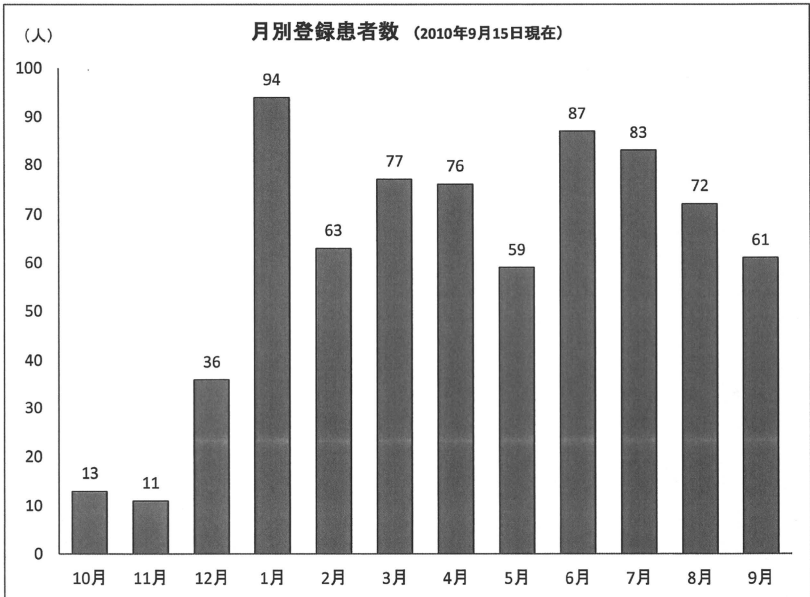
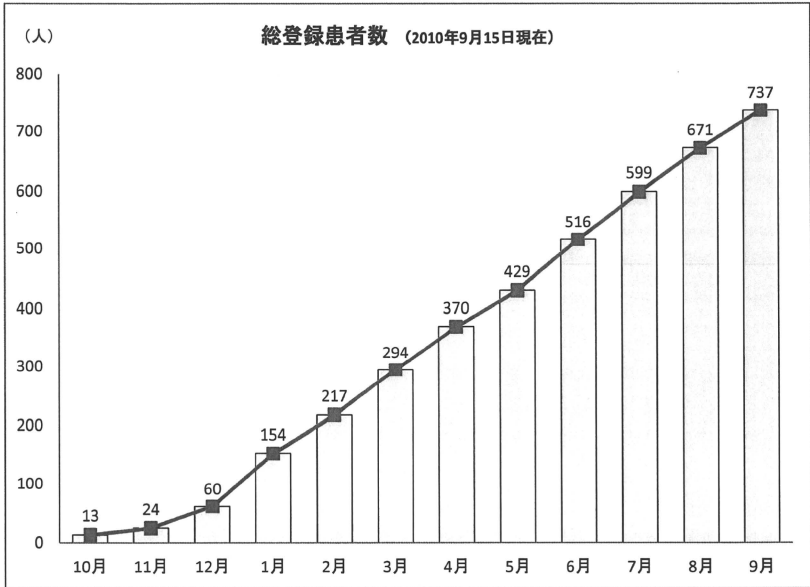
○費用はすべて厚生労働科学研究費から負担する。

以上、貴院の実情にあった CRC の運用を行うには一度会社の担当者と詰めておく必要がある。

#### CRC 業務に関する質問、要望

#### ○検査の同意・説明

○CRC が患者に電話連絡して生死の確認、および患者の来院を促していただくなどの仕事をして欲しい。



資料4-2

3) 施設・月別登録件数(2010年9月15日現在)

2010年9月15日現在

施設名	登録件数												合計
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
広島大学	12	5	13	38	11	12	21	26	25	18	8	11	200
JA広島総合病院	1	6	15	8	3	7	7	5	10	17	5		84
藤沢市民病院 循環器科				1		12					19	41	73
四日市社会保険病院循環器科			1	5	15	14	16	6	4			2	63
土谷総合病院心臓血管センター循環器内科			7	11	14	11	9			4			56
日本大学 循環器内科学				8	11	5	6	4	6	4		2	46
市立宇和島病院 循環器科				9	3	8	4	6	1	4	4	6	45
東京医科大学						7	9	9	4	8	1		38
高瀬クリニック 循環器科				5					30				35
順天堂大学				6	5	1	3	3	4	4	3		29
近畿大学医学部 循環器内科学教室									2	11	4		17
広島原爆障害対策協議会										10	3		13
小倉記念病院										1	9		10
杏林大学 第二内科											6	2	8
愛媛大学 放射線科											6		6
大阪掖済会病院 循環器科				3	1		1						5
静岡総合病院										2	1	2	5
山口大学大学院器官病態内科学											3	1	4
黒沢病院画像センター									1				1
新古賀病院													1
合計	13	11	36	94	63	77	76	59	87	83	72	67	739

4) CD-R回収率(9/13時点):55%(402枚)

## 資料4-3

## PREDICT途中解析 (2010年9月15日現在&lt;N=740&gt;)

患者背景:	入力データ数	
年齢	734	66.3 ± 9.9
性別 (男/女)	734	502 (68%)/232 (32%)
BMI	695	24.2 ± 3.4
腹囲 (cm)	651	86.3 ± 9.7
最高血圧 (mmHg)	687	138 ± 19
最低血圧	686	80 ± 27
既往歴		
ECG異常	557	233 (42%)
狭心症	573	146 (25%)
OMI	553	71 (13%)
PCI 既往	573	110 (19%)
stentあり		14 (2%)
脳血管疾患	548	53 (10%)
大動脈疾患	570	13 (2%)
末梢血管病	552	31 (6%)
CTを施行する理由に至った胸部症状		
非典型的な狭心症状	564	145 (26%)
典型的な狭心症状		102 (19%)
異型狭心症疑		23 (4%)
ACS疑		5 (0.8%)
なし		173 (31%)
その他		118 (21%)
危険因子		
高血圧	577	70%
脂質異常症	577	68%
糖尿病	578	29%
危険因子:喫煙, 禁煙	563	15%, 29%
家族歴	548	33%
血液検査		
WBC (X10 <sup>3</sup> ) (μl)	530	6.1 ± 1.8
Plt (X10 <sup>4</sup> ) (μl)	530	21.5 ± 5.2
BS(mg/dl)	548	122 ± 53
HbA1c (%)	541	5.9 ± 1.1
T-Chol (mg/dl)	517	196 ± 36
TG (mg/dl)	554	144 ± 8.7
HDL-C (mg/dl)	548	57.8 ± 16.2
LDL-C (mg/dl)	548	115 ± 33.5
UA (mg/dl)	522	6.2 ± 6.2
Cr (mg/dl)	558	0.82 ± 0.43
CRP (mg/dl)	320	0.18 ± 0.54
hs-CRP (mg/dl)	163	0.17 ± 0.39
eGFR	558	68.9 ± 33.1
Framingham risk score	431	7.1 ± 3.4

## PREDICT途中解析 (2010年9月15日現在<N=740>)

登録前服薬状況		
ACE阻害薬	545	44 (8%)
ARB	546	195 (36%)
カルシウム拮抗薬	549	238 (43%)
β遮断薬	542	95 (43%)
スタチン (Intensive/その他)	546	183 (34%) / 61 (11%)
フィbrate系	543	22 (4%)
EPA その他	543	32 (6%)
α <sup>1</sup> -ブロッカー <sup>*</sup> 阻害薬	547	44 (8%)
インスリン 服薬	547	23 (4%)
ワーファリン	544	30 (6%)
アスピリン	547	194 (35%)
その他の抗血栓薬	547	89 (16%)
<hr/>		
CT撮影条件:		
撮影時心拍数	502	58 ± 14
ECG同期法 prospective	484	347 (61%)
retrospective		137 (39%)
β遮断薬使用	416	333 (80%)
造影剤コード含有量	327	
370 mgI/ml / 350/ 300		140 (43%) / 113 (35%) / 68 (21%)
320 / 240		4 (1%) / 2 (0.6%)
造影剤量(ml)	524	45.0 ± 23.6
CT撮影プロトコール DLP	309	774 ± 556
(mSV)		13.2 ± 9.6
prospective DLP		611 ± 574
(mSV)		10.4 ± 9.8
retrospective		1075 ± 388
(mSV)		18.2 ± 6.6
CTの合併症内容と重要度:合併症有無	563	4 (0.7)
造影剤アレルギー		4、すべて軽症
腎機能悪化		0
血管外皮下漏出、静脈炎		0
<hr/>		
初回CT後の介入:		
CT後の方針		
2年後CTA予定	58	47
経過観察		11
<hr/>		
ACS発生	37	
AMI		1 (3%)
<hr/>		
CAG	40	16 (40%)
PCI	38	6 (16%)
CABG	34	1 (3%)
<hr/>		



資料 5

## PREDICT Home page

<http://www.predict-study.jp/>

- 参加施設専用ページ (ID; plaque, パスワード; mdct)、  
Q & A, 登録情報、お知らせ、計画書・問診票などダウンロード可
- データ入力ページ (各施設固有のログイン ID、パスワード)

III. 研究成果の刊行に関する一

雑 誌

発表者氏名	論文タイトル	発表誌名	巻号	ページ	出版年
1 Furukawa Y, Taniguchi R, Ehara N, Ozasa N, Haruna Y, Saito N, Doi T, Hoshino K, Shizuta S, Morimoto T, Imai Y, Teramukai S, Fukushima M, Kita T, Kimura T, CREDO-Kyoto Investigators.	Better survival with statin administration after revascularization therapy in Japanese patients with coronary artery disease: perspectives from the CREDO-Kyoto registry.	Circ J.	72(2)	1937-45	2008
2 Teragawa H, Higashi Y, Kihara Y.	Effect of isoflavone supplement on endothelial function: does efficacy vary with atherosclerotic burden?	Eur Heart J.	29(22)	2710-2712	2008
3 Jo Y, Kawamura A, Jinzaki M, Kohno T, Anzai T, Iwanaga S, Kokaji K, Yoshikawa T, Yozu R, Kuribayashi S, Ogawa S.	Extrinsic compression of the left main coronary artery by atrial septal defect.	Ann Thorac Surg.	86(6)	1987-1989	2008
4 Okuda S, Oshio K, Shinmoto H, Tanimoto A, Asada H, Fujii T, Yoshimura Y, Kuribayashi S.	Semiquantitative assessment of MR imaging in prediction of efficacy of gonadotropin-releasing hormone agonist for volume reduction of uterine leiomyoma: initial experience.	Radiology.	248(3)	917-24	2008
5 Ueno K, Anzai T, Jinzaki M, Yamada M, Kohno T, Kawamura A, Yoshikawa T, Kuribayashi S, Ogawa S.	Diagnostic capacity of 64-slice multidetector computed tomography for acute coronary syndrome in patients presenting with acute chest pain.	Cardiology.	112(3)	211-8	2008
6 Kitagawa K, Sakuma H, Nagata M, Okuda S, Hirano M, Tanimoto A, Matsusako M, Lima JA, Kuribayashi S, Takeda K.	Diagnostic accuracy of stress myocardial perfusion MRI and late gadolinium-enhanced MRI for detecting flow-limiting coronary artery disease: a multicenter study.	Eur Radiol.	18(14)	3902-3905	2008
7 Jinzaki M, Yamada M, Sato K, Tanami Y, Anzai T, Sasaki K.	Overview image of the lumen and vessel wall in coronary CT angiography.	Circ J.	72(4)	671-3	2008
8 Yamada M, Jinzaki M, Kuribayashi S, Sato K, Tanami Y, Fukumoto K, Tanimoto K, Sato T, Soejima K, Ogawa S.	Novel post-processing image for the visualization of the coronary sinus by multidetector-row computed tomography before cardiac resynchronization therapy: edge-enhanced image.	Circ J.	72(3)	487-8	2008
9 Hieda M, Toyota N, Kakizawa H, Ishikawa M, Horiguchi J, Ito K.	The anterior branch of the left inferior phrenic artery arising from the right inferior phrenic artery: an angiographic and CT study.	Cardiovasc Intervent Radiol.	32(2)	250-4	2008
10 Alam F, Naito K, Horiguchi J, Fukuda H, Tachikake T, Ito K.	Accuracy of sonographic elastography in the differential diagnosis of enlarged cervical lymph nodes: comparison with conventional B-mode sonography.	AJR Am J Roentgenol.	191(2)	604-10	2008
11 Horiguchi J, Kiguchi M, Fujioka C, Arie R, Shen Y, Sunasaka K, Kitagawa T, Yamamoto H, Ito K.	Variability of repeated coronary artery calcium scoring and radiation Dose on 64- and 16-slice computed tomography by prospective electrocardiographically-triggered axial and retrospective electrocardiographically-gated spiral computed tomography: a phantom study.	Acad Radiol.	15(8)	958-65	2008
12 Hirai N, Horiguchi J, Fujioka C, Kiguchi M, Yamamoto H, Matsuura N, Kitagawa T, Teragawa H, Kohno N, Ito K.	Prospective versus retrospective ECG-gated 64-detector coronary CT angiography: assessment of image quality, stenosis, and radiation dose.	Radiology.	248(2)	424-30	2008
13 Matsuura N, Horiguchi J, Yamamoto H, Hirai N, Tonda T, Kohno N, Ito K.	Optimal cardiac phase for coronary artery calcium scoring on single-source 64-MDCT scanner: least interscan variability and least motion artifacts.	AJR Am J Roentgenol.	190(6)	1561-1568	2008
14 Horiguchi J, Kiguchi M, Fujioka C, Shen Y, Arie R, Sunasaka K, Ito K.	Radiation dose, image quality, stenosis measurement, and CT densitometry using ECG-triggered coronary 64-MDCT angiography: a phantom study.	AJR Am J Roentgenol.	190(2)	315-20	2008
15 Tatsukawa Y, Hsu WL, Yamada M, Cologne JB, Suzuki G, Yamamoto H, Yamane K, Akahoshi M, Fujiwara S, Kohno N.	White blood cell count, especially neutrophil count, as a predictor of hypertension in a Japanese population.	Hypertens Res.	31(7)	1391-1397	2008
16 Okada T, Hayashi Y, Toyofuku M, Imazu M, Otuka M, Sakuma T, Ueda H, Yamamoto H, Kohno N.	One-year clinical outcomes of dialysis patients after implantation with sirolimus-eluting coronary stents.	Circ J.	72(9)	1430-1435	2008
17 Hirai Y, Yamamoto H, Nakano Y, Ogi H, Kajiwara S, Kohno N.	Disopyramide for transient high-degree atrioventricular block in a young patient with a history of syncope.	J Cardiol.	52(1)	59-61	2008
18 Tadehara F, Yamamoto H, Tsujiyama S, Hinoi T, Matsuo S, Matsumoto N, Sato Y, Kohno N.	Feasibility of a rapid protocol of 1-day single-isotope rest/adenosine stress Tc-99m sestamibi ECG-gated myocardial perfusion imaging.	J Nucl Cardiol.	15(1)	35-41	2008

19	Nojima H, Watanabe H, Yamane K, Kitahara Y, Sekikawa K, Yamamoto H, Yokoyama A, Inamizu T, Asahara T, Kohno N; Hiroshima University Health Promotion Study Group.	Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus.	Metabolism.	57(2)	170-6	2008
20	Kawamura A, Jinzaki M, Kuribayashi S.	Percutaneous revascularization of chronic total occlusion of left anterior descending artery using contralateral injection via isolated conus artery.	J Invasive Cardiol	21(5)	E84-6	2009
21	Horiguchi J, Matsuura N, Yamamoto H, Kiguchi M, Fujioka C, Kitagawa T, Ito K.	Effect of heart rate and body mass index on the interscan and interobserver variability of coronary artery calcium scoring at prospective ECG-triggered 64-slice CT.	Korean J Radiol.	10(4)	340-6.	2009
22	Kitagawa T, Yamamoto H, Horiguchi J, Ohhashi N, Tadehara F, Shokawa T, Dohi Y, Kunita E, Utsunomiya H, Kohno N, Kihara Y.	Characterization of noncalcified coronary plaques and identification of culprit lesions in patients with acute coronary syndrome by 64-slice computed tomography.	JACC Cardiovasc Imaging.	2(2)	153-60	2009
23	Tani T, Tanabe K, Kitai T, Yamane T, Kureha F, Katayama M, Tamita K, Kaji S, Oda T, Ehara N, Kinoshita M, Yamamuro A, Morioka S, Kihara Y.	Detection of severe stenosis and total occlusion in the left anterior descending coronary artery with transthoracic Doppler echocardiography in the emergency room.	Echocardiography	26(1)	15-20	2009
24	Nakamura S, Kimura M, Goto C, Noma K, Yoshizumi M, Chayama K, Kihara Y, Higashi Y.	Cigarette smoking abolishes ischemic preconditioning-induced augmentation of endothelium-dependent vasodilatation.	Hypertension.	53(4)	674-81	2009
25	Higashi Y, Noma K, Yoshizumi M, Kihara Y.	Endothelial function and oxidative stress in cardiovascular diseases.	Circ J.	73(3)	411-8	2009
26	Akita A, Tanimoto A, Jinno H, Kameyama K, Kuribayashi S.	The clinical value of bilateral breast MR imaging: is it worth performing on patients showing suspicious microcalcifications on mammography?	Eur Radiol.	Epub	Apr.7	2009
27	Shimizu H, Hashimoto S, Kuribayashi S, Yozu R.	Dilation of a prosthetic aortic graft 23 years after implantation.	Eur J Cardiothorac Surg.	Epub	Mar.6	2009
28	Jinzaki M, Sato K, Tanami Y, Yamada M, Anzai T, Kawamura A, Ueno K, Kuribayashi S.	Diagnostic Accuracy of Angiographic View Image for the Detection of Coronary Artery Stenoses by 64-Detector Row CT.	Circ J.	73(4)	691-8	2009
29	Yamada M, Jinzaki M, Sato K, Tanami Y, Fukumoto K, Tanimoto K, Takatsuki S, Ogawa S, Kuribayashi S.	Novel three-dimensional imaging of the anatomical relationship between the pulmonary vein and left atrium.	Circ J.	73(3)	573-4	2009
30	Horiguchi J, Matsuura N, Yamamoto H, Kiguchi M, Fujioka C, Kitagawa T, Kohno N, Ito K.	Coronary artery calcium scoring on low-dose prospective electrocardiographically-triggered 64-slice CT.	Acad Radiol.	16(2)	187-93	2009
31	Ohashi N, Yamamoto H, Horiguchi J, Kitagawa T, Hirai N, Ito K, Kohno N.	Visceral fat accumulation as a predictor of coronary artery calcium as assessed by multislice computed tomography in Japanese patients.	Atherosclerosis.	202(1)	192-9	2009
32	Ueno K, Anzai T, Jinzaki M, Yamada M, Jo Y, Maekawa Y, Kawamura A, Yoshikawa T, Tanami Y, Sato K, Kuribayashi S, Ogawa S.	Increased epicardial fat volume quantified by 64-multidetector computed tomography is associated with coronary atherosclerosis and totally occlusive lesions.	Circ J.	73(10)	1927-33	2009
33	Horiguchi J, Matsuura N, Yamamoto H, Kitagawa T, Sato K, Kihara Y, Ito K.	Evaluation of attenuation-based tube current control in coronary artery calcium scoring on prospective ECG-triggered 64-detector CT.	Acad Radiol.	16(10)	1231-40.	2009
34	Ohashi N, Ito C, Fujikawa R, Yamamoto H, Kihara Y, Kohno N.	The impact of visceral adipose tissue and high-molecular weight adiponectin on cardio-ankle vascular index in asymptomatic Japanese subjects.	Metabolism. Jul.	58(7)	1023-9.	2009
35	Funama Y, Nagase N, Awai K, Sakamoto I, Kakei K, Shimamura M, Yamashita Y, Uetani M.	Radiation exposure of operator performing interventional procedures using a flat panel angiography system: evaluation with photoluminescence glass dosimeters.	Jpn J Radiol.	28(6)	423-9	2010
36	Yamamoto K, Yamamoto H, Yoshida K, Kisanuki A, Hirano Y, Ohte N, Akasaka T, Takeuchi M, Nakatani S, Ohtani T, Sozu T, Masuyama T.	Prognostic factors for the progression of calcific aortic valve disease at the early and late stages in the Japanese - Japanese Aortic Stenosis Study (JASS) Retrospective Analysis-. Hyperten Res.	Hyperten Res	33(3)	269-74.	2010
37	Isogaki T, Jinzaki M, Tanami Y, Kusuzaki H, Yamada M, Kuribayashi S.	Body weight-tailored contrast material injection protocol for 64-detector row computed tomography coronary angiography.	Jpn J Radiol.	29(1)	Aug-33	2010

38	Tanami Y, Ikeda E, Jinzaki M, Satoh K, Nishiwaki Y, Yamada M, Okada Y, Kuribayashi S.	Computed tomographic attenuation value of coronary atherosclerotic plaques with different tube voltage: an ex vivo study.	J Comput Assist Tomogr.	34(1)	58-63	2010
39	Konishi M, Sugiyama S, Sato Y, Oshima S, Sugamura K, Nozaki T, Ohba K, Matsubara J, Sumida H, Nagayoshi Y, Sakamoto K, Utsunomiya D, Awai K, Jinnouchi H, Matsuzawa Y, Yamashita Y, Asada Y, Kimura K, Umemura S, Ogawa H.	Pericardial fat inflammation correlates with coronary artery disease.	Atherosclerosis.	213(2)	649-55	2010
40	Shimizu K, Utsunomiya D, Nakaura T, Awai K, Oda S, Yanaga Y, Funama Y, Hirai T, Hashida M, Yamashita Y.	Uniform vascular enhancement of lower-extremity artery on CT angiography using test-injection monitoring at the central level of the scan range: a simulation flow phantom study with clinical correlation.	Acad Radiol.	17(9)	1153-7.	2010
41	Utsunomiya D, Oda S, Funama Y, Awai K, Nakaura T, Yanaga Y, Hirai T, Yamashita Y.	Comparison of standard- and low-tube voltage MDCT angiography in patients with peripheral arterial disease.	Eur Radiol.	20(11)	2758-65.	2010
42	Utsunomiya H, Yamamoto H, Kunita E, Kitagawa T, Ohashi N, Oka T, Yamazato R, Horiguchi J, Kihara Y.	Combined presence of aortic valve calcification and mitral annular calcification as a marker of the extent and vulnerable characteristics of coronary artery plaque assessed by 64-multidetector computed tomography.	Atherosclerosis.	213(1)	166-72	2010
43	Ohashi N, Yamamoto H, Horiguchi J, Kitagawa T, Kunita E, Utsunomiya H, Oka T, Kohno N, Kihara Y.	Association between visceral adipose tissue area and coronary plaque morphology assessed by CT angiography.	JACC Cardiovasc Imaging.	3(9)	908-17.	2010
44	Horiguchi J, Yamamoto H, Arie R, Kiguchi M, Fujioka C, Ohtaki M, Kihara Y, Awai K.	Is It Possible to Predict Heart Rate and Range during Enhanced Cardiac CT Scan from Previous Non-enhanced Cardiac CT?	J Digit Imaging.	Sep 8. [Epub ahead of print]		2010
45	Kitagawa T, Yamamoto H, Horiguchi J, Ohashi N, Kunita E, Utsunomiya H, Kihara Y.	Effects of statin therapy on non-calcified coronary plaque assessed by 64-slice computed tomography.	Int J Cardiol.	Jun 7. [Epub ahead of print]		2010
46	Teragawa H, Morita K, Shishido H, Otsuka N, Hirokawa Y, Chayama K, Tamaki N, Kihara Y.	Impaired myocardial blood flow reserve in subjects with metabolic syndrome analyzed using positron emission tomography and N-13 labeled ammonia.	Eur J Nucl Med Mol Imaging.	37(2)	368-76.	2010
47	Ueno K, Kawamura A, Onizuka T, Kawakami T, Nagatomo Y, Hayashida K, Yuasa S, Maekawa Y, Anzai T, Jinzaki M, Kuribayashi S, Ogawa S.	Effect of preoperative evaluation by multidetector computed tomography in percutaneous coronary interventions of chronic total occlusions.	Int J Cardiol.	Nov 23. [Epub ahead of print]		2010
48	Tanami Y, Ikeda E, Jinzaki M, Satoh K, Nishiwaki Y, Yamada M, Okada Y, Kuribayashi S.	Computed tomographic attenuation value of coronary atherosclerotic plaques with different tube voltage: an ex vivo study.	J Comput Assist Tomogr.	34(1)	58-63.	2010
49	Utsunomiya D, Fukunaga T, Oda S, Awai K, Nakaura T, Urata J, Yamashita Y.	Multidetector computed tomography evaluation of coronary plaque morphology in patients with stable angina.	Heart Vessels.	Dec 4. [Epub ahead of print]		2010
50	Funama Y, Nagasue N, Awai K, Sakamoto I, Kakei K, Shimamura M, Yamashita Y, Uetani M.	Radiation exposure of operator performing interventional procedures using a flat panel angiography system: evaluation with photoluminescence glass dosimeters.	Jpn J Radiol.	28(6)	423-9	2010
51	Shimizu K, Utsunomiya D, Nakaura T, Awai K, Oda S, Yanaga Y, Funama Y, Hirai T, Hashida M, Yamashita Y.	niform vascular enhancement of lower-extremity artery on CT angiography using test-injection monitoring at the central level of the scan range: a simulation flow phantom study with clinical correlation.	Heart Vessels.	Dec 4. [Epub ahead of print]		2010

52	Yamada M, Jinzaki M, Imai Y, Yamazaki S, Imanishi N, Tanami Y, Yamazaki A, Aiso S, Kuribayashi S. Evaluation of severely calcified coronary artery using fast-switching dual-kVp 64-slice computed tomography.	Evaluation of severely calcified coronary artery using fast-switching dual-kVp 64-slice computed tomography.	Circ J.	75(2)	472-3.	2011
53	Tanami Y, Jinzaki M, Yamada M, Imai Y, Segawa K, Kuribayashi S.	Improvement of in-stent lumen measurement accuracy with new High-Definition CT in a phantom model: comparison with conventional 64-detector row CT.	Int J Cardiovasc Imaging.	Jan 8.	[Epub ahead of print]	2011
54	Utsunomiya H, Yamamoto H, Horiguchi J, Kunita E, Okada T, Yamazato R, Hidaka T, Kihara Y.	Underestimation of aortic valve area in calcified aortic valve disease: Effects of left ventricular outflow tract ellipticity.	Int J Cardiol	Jan 12.	[Epub ahead of print]	2011
55	Horiguchi J, Fujioka C, Kiguchi M, Yamamoto H, Shen Y, Kihara Y.	In vitro measurement of CT density and estimation of stenosis related to coronary soft plaque at 100 kV and 120 kV on ECG-triggered scan.	Eur J Radiol.	77(2)	294-8.	2011
56	Matsumoto K, Jinzaki M, Tanami Y, Ueno A, Yamada M, Kuribayashi S.	Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: improved image quality as compared with that obtained with conventional 120-kVp CT.	Radiology.	259(1)	257-62.	2011
57	Okada T, Yamamoto H, Okimoto T, Otsuka M, Ishibashi K, Dohi Y, Fujii T, Tadehara F, Kurisu S, Hayashi Y, Kihara Y, Coronary Atherosclerosis Reduction Project (CARP) Investigators.	Beneficial Effects of Valsartan on Target Lesion Revascularization After Percutaneous Coronary Interventions With Bare-Metal Stents.	Circ J.	2011 May 17.	[Epub ahead of print]	2011
58	Oka T, Yamamoto H, Ohashi N, Kitagawa T, Kunita E, Utsunomiya H, Yamazato R, Urabe Y, Horiguchi J, Awai K, Kihara Y.	Association between epicardial adipose tissue volume and characteristics of non-calcified plaques assessed by coronary computed tomographic angiography.	Int J Cardiol	May 11.	[Epub ahead of print]	2011
59	Yamamoto H, Ohashi N, Utsunomiya H, Kunita E, Ishibashi K, Horiguchi J, Kihara Y.	Coronary calcium score as a predictor for coronary artery disease and cardiac events in Japanese high-risk patients.	Circ J	in press		2011

大橋紀彦、山本秀也、木原康樹、北川知郎、	特集 急性冠症候群治療の最前線を知る ACSを診断する 不安定プラークを診る 1: MDCTで診る	Heart View	13(11)	1228-1224	2009
山本秀也、木原康樹、	不安定プラークの診断と治療: マルチスライスCTからの検討。	CIRCULATION Up-to-date	3	396-406	2008
山本秀也	冠動脈石灰化スコア	循環器内科	68(6)	613-618	2010
山本秀也、北川知郎、木原康樹、	2. 特集: 第74回日本循環器学会学術集会 弱状効果の退縮: その分子機構から臨床まで 冠動脈プラークに対するスタチン治療効果 — MDCTによる評価 —	循環器専門医	18(2)	223-32.	2010
山本秀也	MDCTでどこまでわかるか a. 冠動脈病変	Heart View	14(7)	744-752	2010
山本秀也	カルシウムスコアの重要性	Rad Fan	9(3)	16-18.	2011

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
		編集者名					
山本秀也、木原康樹	急性冠症候群を見逃さない 不安定プラーク評価におけるマルチスライスCTの意義	佐田政隆、下村伊一郎、野出孝一、綿田弘孝 編集	循環器臨床サピア2 最新アプローチ 急性冠症候群	中山書店	東京	2009	P120-127
		木原康樹、栗林幸夫	CT冠動脈造影実践学	中外医学社	東京	2010	
山本秀也	4. 冠動脈プラークの評価と臨床応用2) スタチンによるプラーク性状の変化	小室一成、栗林幸夫	心CT05	文光堂	東京	2010	p55-61
山本秀也、木原康樹	「動脈硬化の内科治療に迫る—薬物治療とインターベンション—」III 冠動脈疾患 1. 冠動脈疾患を診断する—狭窄からプラーク性状の評価へ— 6) MDC1	伊藤浩	新心臓病ブライクス.	文光堂	東京	2010	113-118
山本秀也、木原康樹	「動脈硬化の内科治療に迫る—薬物治療とインターベンション—」III 冠動脈疾患 1. 冠動脈疾患を診断する—狭窄からプラーク性状の評価へ— 6) MDC1	佐田政隆、下村伊一郎、野出孝一、綿田弘孝 編集	Annual Book「血管糖尿病2001」	フジメデイカル出版	東京	2011	101-106

Jun Horiguchi  
Noriaki Matsuura  
Hideya Yamamoto  
Nobuhiko Hirai  
Masao Kiguchi  
Chikako Fujioka  
Toshiro Kitagawa  
Nobuoki Kohno  
Katsuhide Ito

## Variability of repeated coronary artery calcium measurements by 1.25-mm- and 2.5-mm-thickness images on prospective electrocardiograph-triggered 64-slice CT

Received: 4 February 2007  
Revised: 27 May 2007  
Accepted: 12 July 2007  
Published online: 3 August 2007  
© Springer-Verlag 2007

H. Yamamoto · T. Kitagawa · N. Kohno  
Department of Molecular and Internal  
Medicine, Division of Clinical Medical  
Science, Programs for Applied  
Biomedicine, Graduate School of  
Biomedical Sciences,  
Hiroshima University,  
1-2-3, Kasumi-cho,  
Minami-ku, Hiroshima,  
734-8551, Japan  
e-mail: hideya@hiroshima-u.ac.jp  
e-mail: tkitagawa@hiroshima-u.ac.jp  
e-mail: nokohno@hiroshima-u.ac.jp

J. Horiguchi (✉) · N. Hirai ·  
M. Kiguchi · C. Fujioka  
Department of Clinical Radiology,  
Hiroshima University Hospital,  
1-2-3, Kasumi-cho,  
Minami-ku, Hiroshima,  
734-8551, Japan  
e-mail: horiguch@hiroshima-u.ac.jp  
Tel.: +81-82-2575257  
Fax: +81-82-2575259  
e-mail: nhirai@hiroshima-u.ac.jp  
e-mail: kiguchi@hiroshima-u.ac.jp  
e-mail: fujioka@hiroshima-u.ac.jp

N. Matsuura · K. Ito  
Department of Radiology,  
Division of Medical Intelligence  
and Informatics, Programs for Applied  
Biomedicine, Graduate School  
of Biomedical Sciences,  
Hiroshima University,  
1-2-3, Kasumi-cho,  
Minami-ku, Hiroshima,  
734-8551, Japan  
e-mail: nor@k2.dion.ne.jp  
e-mail: hidechan@hiroshima-u.ac.jp

**Abstract** High reproducibility on coronary artery calcium scoring is a key requirement in monitoring the progression of coronary atherosclerosis. The purpose of this prospective study is to assess the reproducibility of 1.25-mm- and 2.5-mm-thickness images on prospective electrocardiograph-triggered 64-slice CT with respect to 2.5-mm-thickness images on spiral overlapping reconstruction. One hundred patients suspected of coronary artery disease were scanned twice repeatedly, both on prospective electrocardiograph-triggered step-and-shoot and retrospective electrocardiograph-gated spiral scans. Using 1.25-mm-thickness collimation, 1.25-mm- and 2.5-mm-thickness image sets on prospective scans and 2.5-mm-thickness image sets with

1.25-mm increment (overlapping) on retrospective scans were obtained. Coronary artery calcium scores, interscan variability and interobserver variability were evaluated. The mean interscan variability in coronary artery calcium measurement on 1.25-mm prospective/2.5-mm prospective/2.5-mm overlapping retrospective scans were Agatston: 10%/18%/12%, volume: 10%/12%/10% and mass: 8%/13%/11% for observer 1 and Agatston: 8%/14%/10%, volume: 7%/9%/10% and mass: 7%/10%/9% for observer 2, respectively. The mean interobserver variability was 5% to 14%. In conclusion, prospective electrocardiograph-triggered 64-slice CT using the 1.25-mm prospective scan shows the lowest variability. The 2.5-mm prospective scan on volume or mass scoring shows variability of around 10%, comparable to 2.5-mm-thickness spiral overlapping reconstruction images.

**Keywords** Cardiac · Coronary artery · Calcification · CT · Calcium score · Agatston score · Mass score · Volume score

### Introduction

Monitoring coronary artery calcium (CAC) is suggested to assess the progression and regression of coronary atherosclerosis, thereby documenting risk factors and

lipid-lowering pharmacologic therapy [1]. Normal progression of the CAC score, measured on electron beam CT, per year is reported to be 14–27% (average 24%) [2]. This is accelerated up to 33–48% with significant coronary disease [3, 4] and is reduced to 7% in response to

therapy [1]. Monitoring of CAC by traditional Agatston score [5] on electron beam CT, with interscan variability of 20% to 37% [6–9], therefore, has not been recommended by the American College of Cardiology-American Heart Association expert committee [10]. The volumetric approach [6] proposed by Callister et al. has been shown to improve the reproducibility of CAC measurement on electron beam CT [6, 7, 9]. The calcium mass [7] has been proposed to be used as the standard measurement of coronary calcium by an international committee of medical imaging professionals and CT manufacturers [11].

Similarly to electron beam CT, CAC measurements on spiral CT using the conventional Agatston method yield high interscan variability: 23% to 43% [12–14] on 4-slice spiral CT and 22% [15] on 16-slice CT. A considerable reduction of interscan variability of Agatston scores can be achieved: 23% to 12% [12] and 22% to 13% [15] through spiral overlapping CT with retrospective ECG-gating, at the expense of increased radiation exposure.

New generation 64-slice CT enables a cardiac scan with improved temporal and spatial resolution, as well as a shorter scan time, both of which are advantageous factors for coronary artery imaging [16, 17]. The purpose of this prospective study is, using a 64-slice CT, to assess the reproducibility of 1.25-mm- and 2.5-mm-thickness images on prospective ECG-triggered scan with respect to 2.5-mm-thickness images on spiral overlapping reconstruction.

## Materials and methods

The prospective study was approved by our institutional review committee. Written informed consent was received from all patients involved after the nature of the procedure had been fully explained (including radiation dose information). For 9 months, 100 consecutive physician-referred patients (64 males and 36 females,  $67 \pm 10$  years old; range, 42–83 years) who were suspected of coronary artery disease were included. On each on the step-and-shoot and spiral scan, two repeated scans with a rest period less than 1 min in between (four scans total) were performed using a 64-slice spiral CT scanner (LightSpeed VCT; GE Healthcare, Waukesha, WI) with no change in subject positioning. The table was advanced by 1 mm between the repeated scans for both the step-and-shoot and spiral scans. Scans were performed 4 to 5 s after holding the breath in inspiration in order to minimize change of heart rate during the scan [18].

### Prospective ECG-triggered step and shoot CT protocol

Prospective ECG-triggered step-and-shoot half-scan was performed using with 1.25-mm collimation width  $\times 16$

detectors so that the center of the temporal window corresponded to 45% of the R-R interval. The scanning parameters were a gantry rotation speed of 0.35 s/rotation, 120 kV and 350 mA. The matrix size was  $512 \times 512$  pixels and the display field of view was 26 cm. The reconstruction kernel was standard. The temporal resolution was 175 ms. From each of the repeated CT raw data, two image data sets of 1.25-mm and 2.5-mm thickness were reconstructed.

### Retrospective ECG-gated spiral CT protocol

Volumetric data of the heart were obtained by spiral mode with 1.25-mm collimation width  $\times 32$  detectors. The gantry rotation speed and tube voltage were the same as for prospective ECG-triggered step-and-shoot scan. The tube current was controlled using the ECG modulation technique. The maximal current was set to 130 mA during the cardiac phase 35–55% and was reduced in the other phase to a minimum of 30 mA. CT pitch factors varied from 0.18 to 0.24 by the heart rate, according to the manufacturer's recommendations for coronary CT angiography protocol. Images of 2.5-mm thickness, with the center of the temporal window corresponding to 45% of the R-R interval, were retrospectively reconstructed with 1.25-mm spacing to reduce the partial volume effect. In image reconstruction, single sector was used when the heart rate was  $< 75$  bpm and two sectors when the heart rate was  $\geq 75$  bpm. The matrix size, kernel and display field of 26 cm were the same as for prospective ECG-triggered step-and-shoot scans. The temporal resolution ranged 90–175 ms, according to heart rate.

### Determination of tube current and radiation dose

By scanning the 10-mm-size 'water-equivalent solid material' of an anthropomorphic phantom (Anthropomorphic Cardio Phantom, Institute of Medical Physics, and QRM GmbH), the tube current was set so as to adjust the noise levels on 1.25-mm prospective and 2.5-mm retrospective images to almost the same. The volume computed tomography dose index (CTDI<sub>vol</sub>) displayed on Dose Report on the CT scanner was 7.3 mGy and 12 mGy, on the prospective ECG-triggered and retrospective ECG-gated (pitch of 0.22) scans. The dose-length product (DLP) and reasonable approximation of the effective dose (E) for a typical scan range of 12 cm in the z-axis are calculated using the following equations.

$$DLP (mGy \times cm) = CTDI_{vol} (Gy) \times 12cm$$

$$E = k \times DLP$$