

## OPTIMALISASI CITRA DALAM PENGHITUNGAN *CALSIUM SCORING* DENGAN VARIASI *SCAN TYPE* DAN *SLICE THICKNESS*

(Studi Pendahuluan Dilakukan Dengan Menggunakan Modifikasi Phantom Thorax  
di RS Telogorejo Semarang)

## IMAGE OPTIMIZATION IN CALCULATION OF CALCIUM SCORING WITH VARIATION *SCAN TYPE* AND *SLICE THICKNESS*

(Pre Experiment Using Modification Guide Modification  
Phantom Thorax in Hospital Telogorejo Semarang)

Bagus Dwi Handoko<sup>1</sup>, Ari Suwondo<sup>2</sup>, Jeffri Ardiyanto<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>) Health Polytechnics of Semarang-Indonesia

<sup>2</sup>Diponegoro University, Semarang

E-mail: baguz\_dh@yahoo.co.id

### ABSTRACT

**Background :** Examination of Calcium scoring in Radiology Departement Telogorejo Hospital Semarang using CINE scan type and recon phase images using a slice thickness of 2.5mm, this affect will be plaque with small size cann't to calculate. Aim : The Purpose of this study was to determine the variation of parameters of calcium scoring MSCT scan examination right in calculating optimal plaque.

**Methods :** The study was preceded by Pre experiments using a thorax phantom with an added 3-calcium artificial heart is likened to the RCA, LCX, LAD and have determined the weight and volume. Experiments with 10 patient samples by applying the best parameters from the pre experiment. Statistical analysis of the results of research conducted by Paired T-Test, while the assessment of the quality radiographs evaluated by an expert in this specialist radiology by providing anatomical criteria scores with 3 choices of items (not clear = 1, is quite clear = 2 and obvious = 3)

**Result :** The volume of plaque is embedded in the thorax Panthom 900mm<sup>3</sup>. Results of pre experiments with hellical scan type and pitch of 0.5, 0.9, 1.3 in a score of plaque volume is 104mm<sup>3</sup>, 67mm<sup>3</sup>, 60mm<sup>3</sup>. While the scan type CINE with slice thickness 0.625mm, 1.25mm, 2.5mm produces a score of volume plaque is 880mm<sup>3</sup>, 878mm<sup>3</sup>, 867mm<sup>3</sup>. Further experiments were performed by applying parameters with the best result is CINE scan with variations slice thickness 0,625mm, 1,25mm, 2,5mm. To determine the best parameters assessment of image quality with the results on slice thickness 0.625mm was 2.2 (quite obvious), slice thickness 1,25mm scoring average of 2.7 (quite obvious), and slice thickness 2.5 mm average scoring 2.9 (obviously). While image noise on the slice thickness 0.625mm, 1.25mm, 2.5mm, namely 2.7(very high), 1.6 (low), 1.1 (low).

**Conclusions :** Selected parameters that calculate optimal scoring calcium and low noise image for MSCT scan calcium scoring in Telogorejo Hospital Semarang is Scan type CINE with slice thickness variation 1,25mm

**Keyword :** MSCT Scan Calsium scoring, Scan type, Slice thickness

### PENDAHULUAN

Pemeriksaan MSCT Scan jantung semakin banyak dilakukan dan telah dijadikan sebagai salah satu pilihan pemeriksaan rutin jantung. Agatston (1990) membuat skoring deposit kalsium pada dinding koroner. Skor ini berdasarkan area  $\geq 1$  mm<sup>2</sup> dan densitas  $>130$  HU untuk mengidentifikasi lesi yang terkalsifikasi.

Skor Agatston dihitung secara komputerisasi (perkalian antara volume area dari setiap lesi yang terkalsifikasi dengan densitas tertinggi dari plak/deposit kalsiumnya), disebut sebagai 'calcified plaque burden'. Masing-masing LM, LAD, LCX, RCA dan cabang-cabangnya dibuat skor kalsium, lalu ditotal skornya. Kemudian, dilihat pada tabel /grafik kurva untuk menentukan persentasi kalsium.

Pesawat MSCT Scan di Instalasi Radiologi RS Telogorejo Semarang mempunyai banyak pilihan variasi parameter yang dapat dilakukan yaitu pada Scan type terdapat Scan type secara Hellical dan *CINE*. Pemeriksaan Calsium

scoring di Instalasi Radiologi RS Telogorejo Semarang menggunakan Scan type *CINE* dan pada fase recon gambar menggunakan *slice thickness* 2,5mm.

Penggunaan *slice thickness* 2,5mm pada rekonstruksi gambar tersebut maka dapat dimungkinkan plaque yang berukuran kecil atau mempunyai volume  $\leq 2,5$  mm tidak dapat tervisualisasikan sehingga akan mengurangi keakuratan dalam penghitungan calsium score. Sementara pesawat MSCT Scan di RS Telogorejo Semarang memungkinkan untuk dilakukan peningkatan akurasi terhadap hasil penghitungan calsium scoring tanpa ada penambahan dosis radiasi yang diterima oleh pasien.

Tujuan umum penelitian ini untuk mengetahui perbedaan hasil penghitungan nilai calsium scoring dengan pemilihan parameter scan type *CINE* dengan Hellical. Sedangkan tujuan hhusus nya untuk mengetahui perbedaan hasil nilai calsium scoring dengan menggunakan *slice thickness* yang berbeda, untuk mengetahui variasi parameter

yang tepat dalam memberikan hasil penghitungan calcium scoring yang optimal dengan dosis radiasi yang rendah.

**METODE**

Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan rancangan penelitian pra-eksperimental dengan Jenis one-shot case study yang dimaksudkan untuk menunjukkan kekuatan pengukuran sekelompok subjek dikenai perlakuan tertentu (sebagai variable bebas) kemudian dilakukan pengukuran terhadap variable bebas.

Penelitian didahului dengan studi pendahuluan yang bertujuan untuk mendapatkan pilihan parameter yang mampu menghasilkan penghitungan calcium score yang optimal yaitu dengan menggunakan modifikasi phantom thorax, yaitu phantom thorax diberi tambahan 3 calcium yang diletakan pada phantom jantung. Calcium yang diberikan dengan ukuran yang berbeda diumpamakan sebagai pembuluh darah jantung RCA, LCX dan LAD. Calcium buatan yang diletakan pada phantom sebelumnya telah ditentukan berat dan volume nya sebanyak 900mm<sup>3</sup>.

Hasil dari Studi pendahuluan didapatkan 2 parameter yang mendekati dengan nilai calcium scoring yang dipasangkan pada phantom buatan, kemudian dibandingkan dengan parameter standart yang dilakukan di RS Telogorejo Semarang. Penelitian ini dilakukan di instalasi Radiologi RS Telogorejo Semarang pada bulan April – Juni 2014. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 10 pasien MSCT Scan Calcium Scoring. Masing-masing dilakukan 3 variasi parameter sehingga dihasilkan 30 variasi parameter dan hasil penghitungan calcium scoring.

Pengolahan data dan analisis data menggunakan komputer yang dilengkapi program SPSS versi 16 for windows. Analisis terdiri dari analisis karakteristik subyek penelitian, analisis univariat, analisis bivariat dan skoring kualitas gambar. Analisa menggunakan uji paired t-test untuk membedakan hasil penghitungan antara parameter standart di di RS Telogorejo Semarang dengan parameter yang didapatkan dari hasil pre eksperimen.

Penilaian kualitas gambar dilakukan dengan skoring melalui survey questioner terhadap hasil citra imejing dengan melibatkan seorang expert dalam hal ini dokter spesialis radiologi yang sudah berpengalaman dalam pembacaan citra MSCT scan calcium scoring. Kriteria anatomis dalam standard MSCT Scan Calcium scoring irisan axial diberikan skor dengan 3 pilihan item (tidak jelas=1, cukup jelas=2 dan jelas=3).

Penelitian ini telah memenuhi persyaratan etik dan telah disetujui untuk dilaksanakan penelitian dengan memperhatikan prinsip – prinsip yang dinyatakan dalam Pedoman Nasional Etik Penelitian Kesehatan (KNEPK) Departemen Kesehatan RI 2007 sesuai dengan surat keterangan Kelaikan Etik Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.

**HASIL**

Hasil dari pre eksperimen pada tabel 1 didapatkan parameter yang optimal dalam menghitung volume calcium scoring pada panthom thorax yaitu pada Scan type *CINE* variasi *slice thickness* 0,625mm dengan volume yang diperoleh 880 mm<sup>3</sup>, Scan type *CINE* variasi *slice thickness* 1,25mm dengan volume calcium scoring yang diperoleh 878 mm<sup>3</sup>. sedangkan parameter rutin yang dilakukan di RS Telogorejo yaitu dengan Scan type *CINE*, *slice thickness* 2,5mm, volume calcium scoring yang diperoleh 867mm<sup>3</sup>.

Hasil pre eksperimen pemeriksaan MSCT Scan Calcium Scoring terbaik dalam menghitung volume *plaque* terdapat pada 1 scan type dan *Axial Thickness* yang sama, yaitu pada scan type *CINE* dengan *Axial Thickness* 2,5. Hasil pre eksperimen diaplikasikan pada eksperimen dengan 10 pasien dimana pada setiap sampel dilakukan 3 variasi parameter yang berbeda sehingga didapatkan 30 hasil. Hasil penelitian pada eksperimen secara statistik menunjukkan bahwa hasil penghitungan calcium scoring dengan variasi *slice thickness* 0,625mm, 1,25mm, 2,5mm terjadi perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).

Tabel 1. Hasil penghitungan calcium scoring pada pre eksperimen dengan variasi parameter-parameter pada pemeriksaan MSCT scan calcium scoring

No	Scan type	Pitch	Axial thick (mm)	recon thick. (mm)	Mass (mg)			Volume (mm <sup>3</sup> )			Rata-Rata Vol.
					RCA	LCX	LAD	RCA	LCX	LAD	
1	Hellical	0,531		0,625	13	18	11	24	32	24	27
2	Hellical	0,531		1,25	26	35	21	46	65	45	52
3	Hellical	0,531		2,5	52	72	41	94	131	88	104
4	Hellical	0,9		0,625	8	10	10	16	17	20	18
5	Hellical	0,9		1,25	16	18	21	31	33	39	34
6	Hellical	0,9		2,5	32	37	32	62	66	72	67
7	Hellical	1,3		0,625	7	9	8	12	16	16	15
8	Hellical	1,3		1,25	13	17	16	25	31	31	29
9	Hellical	1,3		2,5	28	34	36	51	63	65	60
10	CINE		0,625	0,625	507	489	481	871	862	859	864
11	CINE		0,625	1,25	508	485	479	874	865	859	866
12	CINE		0,625	2,5	499	460	472	862	853	844	853
13	CINE		1,25	0,625	508	488	479	871	867	860	866
14	CINE		1,25	1,25	507	485	477	868	869	862	866
15	CINE		1,25	2,5	502	460	472	866	855	851	857
16	CINE		2,5	0,625	503	489	484	871	900	870	880
17	CINE		2,5	1,25	501	486	483	867	900	867	878
18	CINE		2,5	2,5	497	470	472	864	879	857	867

\*no.18 adalah parameter standart yang dilakukan di RS Telogorejo Semarang

Tabel 2. Hasil analisis uji Paired T-Test pada hasil AJ130

	Kelompok	Mean	SD	Sig.
Pair 1	AJ130 - ST 0,625mm - AJ130 - ST 1,25mm	42.500	43.252	0.013
Pair 2	AJ130 - ST 0,625mm - AJ130 - ST 2,5mm	5.1682	566.776	0.018
Pair 3	AJ 130 - ST 1,25mm – AJ130 - ST 2,5mm	4.7500	532.701	0.020

Tabel 3. Hasil analisis uji Paired T-Test hasil Mass Calsium scoring

Kelompok	Mean	SD	Sig.
Pair 1 <i>Mass</i> - ST 0,625mm - <i>Mass</i> - ST 1,25mm	4.200	59.61251	0.018
Pair 2 <i>Mass</i> - ST 0,625mm - <i>Mass</i> - ST 2,5mm	17.300	19.494	0.065
Pair 3 <i>Mass</i> - ST 1,25mm - <i>Mass</i> - ST 2,5mm	13.100	18.758	0.018

Tabel 4. Hasil analisis uji Paired T-Test hasil Volume Calsium scoring

Kelompok	Mean	SD	Sig.
Pair 1 Voll - ST0,625mm - Voll - ST 1,25mm	7.600	10.167	0.042
Pair 2 Voll - ST 0,625mm - Voll - ST 2,5mm	2.08059E2	202.37783	0.010
Pair 3 Voll - ST 1,25mm - Voll - ST 2,5mm	1.63659E2	173.41827	0.015

Tabel 5. Hasil skoring kualitas gambar dengan variasi slice thickness

Kriteria	Rata-Rata Skor		
	ST. 0,625 mm	ST. 1,25 mm	ST. 2,5 mm
Kejelasan menampakan <i>plaque</i> pada LM	1.0	2.0	3.0
Kejelasan menampakan <i>plaque</i> pada LAD	2.3	2.7	3.0
Kejelasan menampakan <i>plaque</i> pada LCX	2.3	3.0	2.8
Kejelasan menampakan <i>plaque</i> pada RCA	1.9	2.7	2.7
Image Noise	2.7	1.6	1.1

Analisis Bivariat dalam menguji perbedaan hasil penghitungan calcium scoring yang meliputi Scoring calcium (AJ130), Mass dan volume antara *slice thickness* 0,625mm, 1,25mm dan 2,5mm dilakukan dengan menggunakan uji paired t-test, hasil dapat dilihat pada tabel 2.

Pada scoring calcium AJ-130 menunjukkan bahwa hasil skoring AJ130 antara *slice thickness* 0,625mm dengan *slice thickness* 1,25mm dan *slice thickness* 2,5mm diperoleh nilai signifikansi 0.013 ( $p < 0,05$ ) artinya ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$ .

Analisis bivariat pada scoring calcium Mass antara *slice thickness* 0,625mm dengan *slice thickness* 1,25mm diperoleh nilai signifikansi 0.018 ( $p < 0,05$ ) artinya terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$ . Pada *slice thickness* 0,625mm dengan *slice thickness* 2,5mm diperoleh nilai signifikansi 0.065 ( $p > 0,05$ ) artinya tidak ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p > 0,05$  pada hasil mass calcium scoring. Pada *slice thickness* 1,25mm dengan *slice thickness* 2,5mm diperoleh nilai signifikansi 0.018 ( $p < 0,05$ ) artinya ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$  pada hasil Mass calcium scoring. Hasil dapat dilihat pada tabel 3.

Analisis bivariat pada volume calcium scoring menunjukkan bahwa hasil skoring volume antara *slice*

*thickness* 0,625mm dengan *slice thickness* 1,25mm diperoleh nilai signifikansi 0.042 ( $p < 0,05$ ) artinya ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$ . Pada *slice thickness* 0,625mm dengan *slice thickness* 2,5mm diperoleh nilai signifikansi 0.010 ( $p < 0,05$ ) artinya ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$  pada hasil volume calcium scoring. Pada *slice thickness* 1,25mm dengan *slice thickness* 2,5mm diperoleh nilai signifikansi 0.015 ( $p < 0,05$ ) artinya ada perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$ . Hasil dapat dilihat pada tabel 4.

Pada penelitian ini dilakukan penilaian kualitas gambar masing-masing variasi *slice thickness* dalam melihat plaque pada pembuluh darah jantung. Hasil skoring kualitas gambar pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5. Rata-rata skor kualitas gambar dapat dilihat bahwa pada *slice thickness* 2,5mm rata-rata scoring dalam menampakan plaque yaitu 2,8 yang berarti kualitas gambar dalam melihat plaque pada pembuluh darah jantung dengan menggunakan *slice thickness* 2,5mm yaitu baik. Image noise pada *slice thickness* 2,5mm berdasarkan hasil skoring mempunyai skor yang rendah yaitu 1,1. Akan tetapi pada hasil pre eksperimen dengan menggunakan *slice thickness* 2,5mm menghasilkan selisih skoring yang tinggi (-33 volume calcium scoring buatan) sehingga akan mempengaruhi dalam pengelompokan kategori pasien jantung.

Kualitas gambar pada *slice thickness* 0.625mm rata-rata skoringnya adalah 2,2 yang berarti kualitas gambar dalam melihat *plaque* pada pembuluh darah jantung mempunyai nilai cukup jelas. Kualitas citra dari radiografi salah satunya dipengaruhi adanya noise. Pada studi pendahuluan dengan *slice thickness* 0.625mm hasil penghitungan *Calcium scoring* menunjukkan hasil *Volumeplaque* yang sesuai dengan *plaque* pada *coronary artery* buatan, akan tetapi penilaian yang dilakukan oleh dokter spesialis radiologi menunjukkan image noise yang dihasilkan pada *slice thickness* 0,625mm yaitu 2,7 yang berarti image noise yang terjadi sangat tinggi. Image noise yang tinggi akan menyebabkan kontras resolusi menurun, sehingga dapat memungkinkan mengganggu dalam melakukan penghitungan *Calcium scoring*.

Pada *slice thickness* 1,25mm memiliki rata-rata skoring 2,7 yang berarti pada *slice thickness* 1,25 mm gambaran pemeriksaan Calcium scoring dalam menampakan plaque pada *coronary artery* lebih dari cukup jelas, Sedangkan pengukuran secara subjektif Image noise yang terjadi pada *slice thickness* 1,25mm yaitu : 1,6. Yang berarti image noise yang dihasilkan pada gambaran hasil *slice thickness* 1,25mm masih berada dibawah cukup atau gambaran noise rendah.

Berdasarkan pada penelitian ini semua variasi *slice thickness* bisa digunakan dalam melihat plaque pada pembuluh darah jantung dengan cukup jelas. Akan tetapi peneliti *slice thickness* yang tepat untuk dipakai pada pemeriksaan MSCT Scan Calcium scoring yaitu dengan menggunakan *slice thickness* 1,25mm. Dengan menggunakan *slice thickness* 1,25mm kualitas gambaran yang dihasilkan sudah lebih dari cukup dengan rata-rata skor 2,7 (Jelas) dan Image noise pada gambaran relatif lebih rendah dengan skor rata-rata 1,6 (Rendah).

Di Rumah Sakit Telogorejo Semarang dalam melakukan pemeriksaan MSCT Scan *Calcium Scoring* menggunakan parameter *slice thickness* 2,5mm. Studi pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan selisih *Volume* dari penghitungan *Calcium Scoring* sebesar 13mm<sup>3</sup> terhadap *slice thickness* 0,625mm dan 11mm<sup>3</sup> terhadap *slice thickness* 1,25mm. Penelitian yang dilakukan oleh Noortje van der Bijl, 2010 yaitu dengan membandingkan pemeriksaan MSCT Scan *Calcium Scoring* dengan *slice thickness* 0,5mm dengan *slice thickness* 3,0mm pada 100 pasien, hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan *slice thickness* 3,0mm 100 pasien tidak terdapat *plaque* pada pembuluh darah jantung, kemudian dengan menggunakan *slice thickness* 0,5mm menunjukkan ada 21 dari 100 pasien positif terdapat *plaque* pada pembuluh darah jantung.

Pada penelitian ini didapatkan Scan type *CINE* dengan *slice thickness* 1,25mm sebagai protokol pemeriksaan MSCT Scan *Calcium scoring*. Pada pemilihan parameter tersebut menghasilkan dosis radiasi yang relatif lebih kecil dan informasi volume *calcium scoring* yang lebih akurat. Hasil penelitian yang diperoleh merupakan penelitian pengembangan terhadap parameter-parameter yang dilakukan dalam pemeriksaan MSCT Scan *Calcium scoring* khususnya yang berpengaruh terhadap penghitungan nilai *Calcium scoring*, kualitas gambar dan dosis radiasi. Pengembangan atau inovasi yang diperoleh yaitu perubahan terhadap parameter-parameter dalam pemeriksaan MSCT Scan *Calcium scoring* di RS Telogorejo Semarang dapat dilakukan untuk peningkatan optimalisasi kualitas dalam hal ini kemampuan dalam mendiagnosa patologi *plaque* dan akurasi dalam penghitungan *Calcium scoring* yang lebih optimal tanpa menambah dosis radiasi yang diterima oleh pasien, sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan dalam melakukan pengkategorian pasien yang menderita penyakit jantung koroner dapat lebih tepat karena *plaque* yang berukuran lebih kecil dari 2,5mm<sup>3</sup> dapat dinilai.

## SIMPULAN

Studi pendahuluan yang dilakukan menunjukkan bahwa pengaturan *Scan type* akan memberikan hasil penghitungan *calcium scoring* yang berbeda. Parameter yang menghasilkan volume *calcium scoring* paling optimal yaitu : *Scan type CINE*, *Axial Thickness* 2,5mm, *slice thickness* 0,625mm; *Scan type CINE*, *Axial Thickness* 2,5mm, *slice thickness* 1,25mm Analisis bivariat menunjukkan hasil penghitungan *calcium scoring* antara *slice thickness* 0,625mm, 1,25mm dan *slice thickness* 2,5mm (sebagai parameter standart RS Telogorejo Semarang) terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0.05$ ).

Parameter yang tepat dalam menghasilkan penghitungan *calcium scoring* paling optimal yaitu *Scan type CINE* dengan rekonstruksi nilai *Slice thickness* 1,25mm, dimana dengan *Scan type CINE* dosis radiasi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan *Scan type Hellical* dan gambaran *noise* pada *Slice thickness* 1,25mm lebih rendah sehingga hasil penghitungan *calcium scoring* lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- A deRoos, Kroft L J M, Bax J J, Lamb H J, and Geleijns J. 2006. Cardiac applications of multislice computed tomography (British Institute of Radiology). tanggal akses 13 Agustus 2013.
- Adams, Robert. 2009. Heart Diseases and Stroke Statistics. Jurnal Of The American Heart Association; 199.
- Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M, Detrano R. 1990. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. J. Am Coll Cardiol.
- Bontrager, Kenneth L. 2001. Textbook of Positioning and Related Anatomy, Fifth Edition. CV. Mosby Company, St. Louis.
- Bushong, Stewart C. 2001. Radiologic Science for Technologists. Physics, Biology and Protection. 7th edition. Missouri: The CV Mosby Company.
- Bushberg, J.T. 2003. The Essential Physics Of Medical Imaging, Second Edition. Philadelphia. USA.
- Ermadji Prajitno M. 2005. 'Non Invasive Coronary Angiography' Dengan 'Multiple Slice Ct' (MSCT). Multi slice CT Medical Seminar, Siloam Gleneagles Hospital Karawaci.
- General Electric Company. 2002. SmartScore Coronary Artery Calcification Scoring Operator Manual, Milwaukee, Wisconsin 53201 U.S.A. 2001-2002
- Nagel, H.D. 2007. Multislice CT Technology, Germany, Wwww.multislice.com. akses 12 Agustus 2013.
- Noortje van der Bijl, Paul W. de Bruin, Jacob Geleijns, Jeroen J. Bax, Joanne D. Schuijff, Albert de Roos, et al. 2009. Assesment of coronary artery calcium by using volumetric 320-row multi detector computed tomography : Comparison of 0.5 mm with 3.0 mm *slice thickness*. akses pada tanggal 12 Agustus 2013
- Ohnesorge. B.M., Becker. C.R., Flohr. T.G., Reiser. M.F. 2002. Multi-slice CT in Cardiac Imaging, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany.
- Prokop, M., dan Galanski, M. 2007. Spiral and Multislice Computed Tomography of The Body, Thieme, Stuttgart New York.
- Radiological Society of North America, Inc. (RSNA). 2007. Cardiac CT for Calcium Scoring.; Akses 18 Oktober 2012
- Seeram, Euclid, RT. 2001. Computed Tomography, Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, WB. Saunders, Pennsylvania, USA.
- SmartScore Coronary Artery Calcification Scoring Operator Manual, General Electric Company. Milwaukee, Wisconsin 53201 U.S.A. 2001-2002
- Sylvia A. Price. 2003. Pathophysiology Clinical Concept of disease processes. 6th ed. Mosby: EGC.