

Radiation during cardiovascular imaging

Ariel Roguin MD, PhD,
Cardiology
Rambam Medical Center



Introduction

- Several imaging modalities are available for the optimal management of patients with cardiovascular disease.
- When assessing any imaging technique, radiation dose must be considered along with the value of the imaging technique.



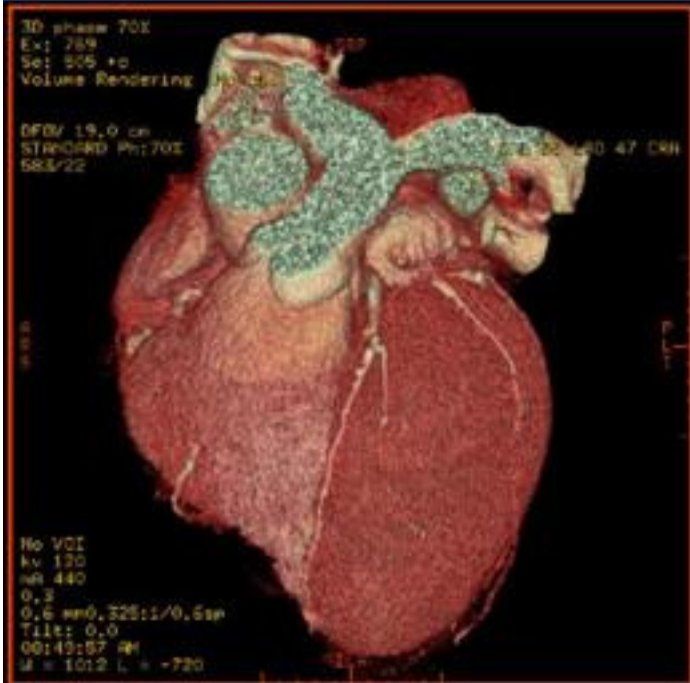
Introduction

- Coronary artery evaluation using MSCT was introduced in recent years.
- This imaging modality is expected by some, to become a major new player in the field of cardiac imaging.

AIM:

- to summarize the radiation doses associated with MSCT and other current available cardiovascular imaging techniques.

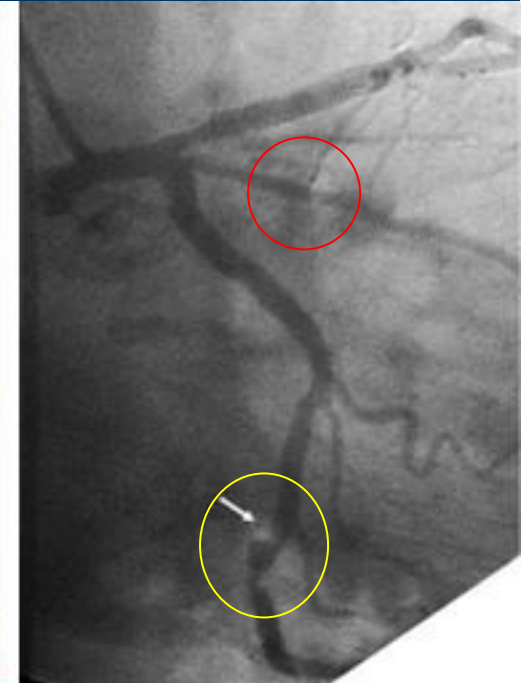




1A



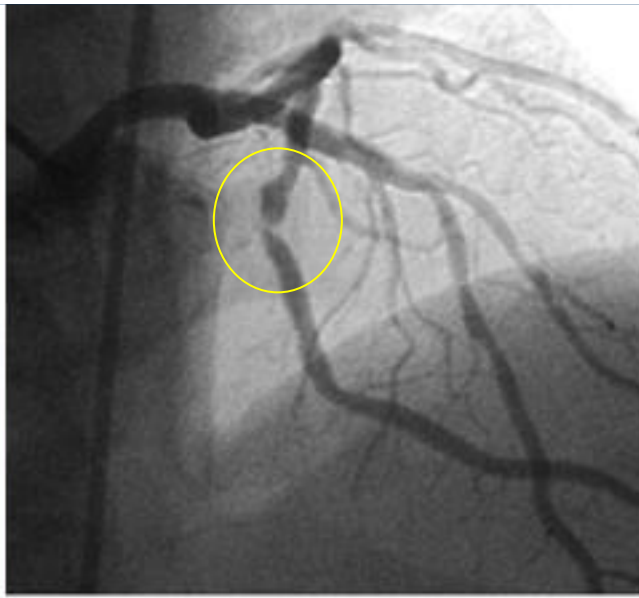
1B



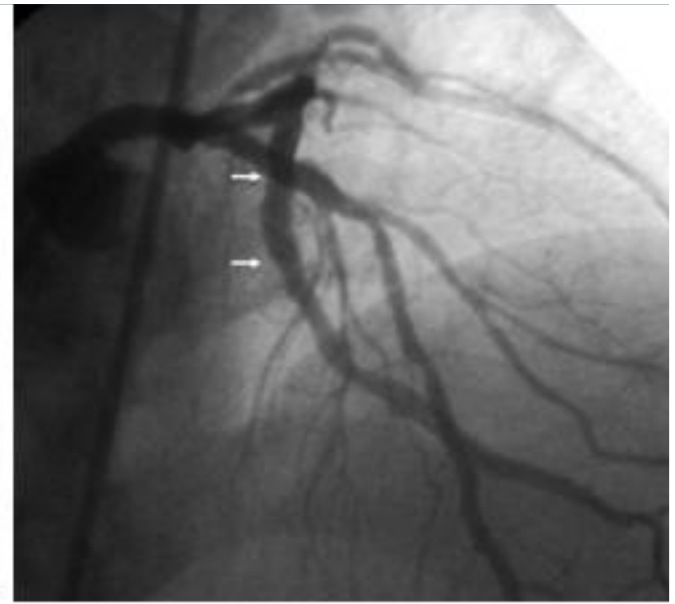
1C



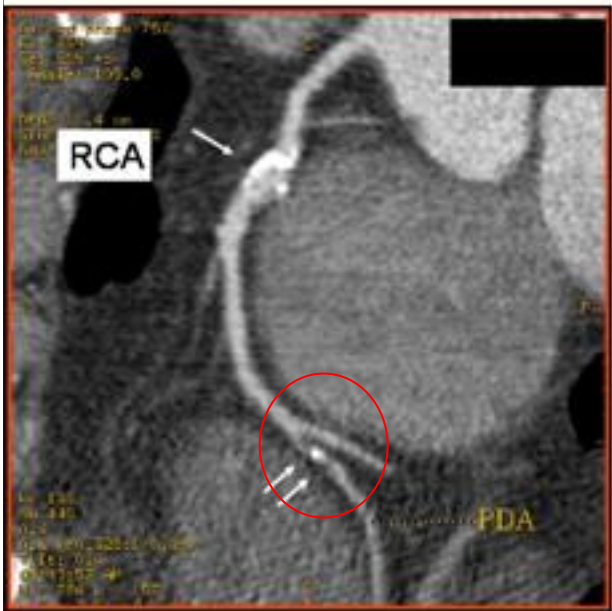
2A



2B



2C



3A



3B



3C

JAMA. 2007;298(3):317-323

Estimating Risk of Cancer Associated With Radiation Exposure From 64-Slice Computed Tomography Coronary Angiography

Andrew J. Einstein, MD, PhD

Milena J. Henzlova, MD, PhD

Sanjay Rajagopalan, MD

CORONARY ARTERY DISEASE (CAD) is the leading cause of death in men and women in the United States, accounting for 1 in 5 deaths, and a major cause of health care expenditures, with annual costs estimated at \$142 billion.¹ While the gold standard for CAD diagnosis remains conventional coronary angiography, its associated costs and morbidity, including a 1.7% rate of major complications,² have led to the development of noninvasive modali-

Context Computed tomography coronary angiography (CTCA) has become a common diagnostic test, yet there are little data on its associated cancer risk. The recent Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VII Phase 2 report provides a framework for estimating lifetime attributable risk (LAR) of cancer incidence associated with radiation exposure from a CTCA study, using the most current data available on health effects of radiation.

Objectives To determine the LAR of cancer incidence associated with radiation exposure from a 64-slice CTCA study and to evaluate the influence of age, sex, and scan protocol on cancer risk.

Design, Setting, and Patients Organ doses from 64-slice CTCA to standardized phantom (computational model) male and female patients were estimated using Monte Carlo simulation methods, using standard spiral CT protocols. Age- and sex-specific LARs of individual cancers were estimated using the approach of BEIR VII and summed to obtain whole-body LARs.

Main Outcome Measures Whole-body and organ LARs of cancer incidence.

Results Organ doses ranged from 42 to 91 mSv for the lungs and 50 to 80 mSv for the female breast. Lifetime cancer risk estimates for standard cardiac scans varied from

Ionizing radiation

- The most common ionizing radiations used in medicine are X-, gamma-, beta-rays and electrons.
- Ionizing radiation is only one part of the electromagnetic spectrum.
- There are numerous other radiations (e.g. visible light, infrared waves, ultrasound, high frequency and radiofrequency electromagnetic waves) that do not possess the ability to ionize atoms of the absorbing matter.

Radiation terms – absorbed Vs effective dose.

- Some ionizing radiation will pass through the body without any interaction, and with no biological effect.
- Unfortunately, the radiation which is absorbed - may potentially produce effects.

Radiation terms – absorbed Vs effective dose.

- The frequency or intensity of biological effects and probability of chromosomal aberrations is proportional to the radiation dose and is dependant upon the total energy of radiation absorbed per unit mass of a sensitive tissue or organ.
- This quantity is called **absorbed dose** and is expressed in gray (Gy) units.
- Absorbed doses of radiation can be measured and/or calculated and they form basis for evaluation of the probability of radiation-induced effects

Effective dose

- In our body, different tissues and organs have varying sensitivity to radiation exposure.
- For example the Breast or thyroid gland are more sensitive than the bones.
- Thus, the actual dose to different parts of the body from different imaging modalities varies.
- To compare risks of partial and whole body irradiation at doses experienced in medicine a quantity called *effective dose* is used, and is expressed in Sievert units.

Contemporary Reviews in Cardiovascular Medicine

Radiation Dose to Patients From Cardiac Diagnostic Imaging

Andrew J. Einstein, MD, PhD; Kevin W. Moser, PhD; Randall C. Thompson, MD;
Manuel D. Cerqueira, MD; Milena J. Henzlova, MD, PhD

Circulation 2007 (Sept) 116; 1290-1305



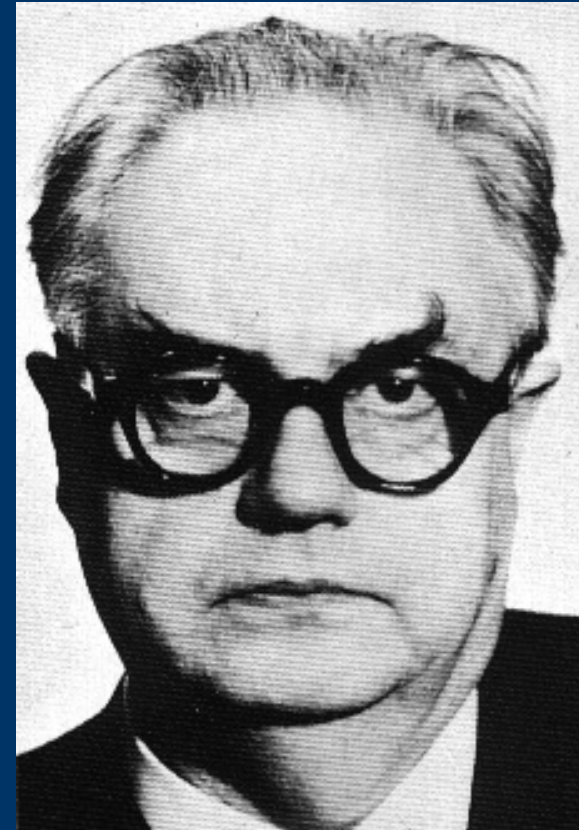
TABLE 1. Tissue Weighting Factors in ICRP Publication 26, ICRP Publication 60, and the 2007 Draft of ICRP Publication 103

	ICRP 26 ⁸ (1977)	ICRP 60 ⁴ (1991)	ICRP 103 ⁹ (2007)
Bladder	...	0.05	0.04
Bone	0.03	0.01	0.01
Brain	...	...	0.01
Breasts	0.15	0.05	0.12
Colon	...	...	0.12
Esophagus	...	0.05	0.04
Liver	...	0.05	0.04
Lower large intestine	...	0.12	...
Lungs	0.12	0.12	0.12
Ovaries/testes	0.25	0.20	0.08
Red marrow	0.12	0.12	0.12
Remainder tissues	0.30	0.05	0.12
Salivary glands	...	...	0.01
Skin	...	0.01	0.01
Stomach	...	0.12	0.12
Thyroid	0.03	0.05	0.04

Ellipses indicate no tissue weighting factor associated with organ.



- The unit honors the Swedish physicist Rolf Sievert (1898-1966), who worked over many years to measure and standardize the radiation doses used in cancer treatment.
- The sievert has the dimensions of J kg^{-1} in SI base, or joules per kilogram.



Natural background

- We are exposed to radiation from natural sources all the time.
- One mSv unit is defined as *"the average accumulated background radiation dose to an individual for 1 year, exclusive of radon, in the United States"*.
- The natural background effective dose rate varies considerably from place to place, but typically is around 3.5 mSv/year.



Natural background

- Altitude plays a significant role, and those living in mountains receive about 1.5 mSv more per year than those living near sea level.
- The added dose from cosmic rays during a coast-to-coast round trip flight in a commercial airplane is about 0.03 mSv

- One chest x-ray has an effective radiation dose of 0.02 mSv.
- To explain it in simple terms, the radiation from one chest x-ray is equivalent to the amount of radiation exposure one experiences from our natural surroundings in 3 days.

Hazards of radiation:

- Ionizing radiation can disrupt DNA in the cell, causing mutations, some of which are not repaired or not repaired correctly.
- This may form the first step of carcinogenesis, requiring also several subsequent mutations (most likely not induced by radiation) in the affected cells.

Is there a threshold ?

- For radiation protection purposes it is assumed that any dose above zero can increase the risk of radiation-induced cancer, in other words - that there is no threshold.
- Epidemiologic studies have found that the estimated lifetime risk of dying from cancer increases by about **0.004% per mSv of radiation dose** to the whole body.

- For a full body equivalent dose, 1 Sv causes slight blood changes, 2–5 Sv causes nausea, hair loss, hemorrhage, and will cause death in many cases.
- More than 6 Sv will lead to death in less than two months in more than 80% of cases. Most cardiovascular imaging modalities have around 10mSv.

Lifetime attributable risk estimates of all-cancer incidence per 100 000 persons exposed to a single 100-mGv dose to all organs

	Age at Exposure (years)										
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Males	2563	1816	1445	1182	977	686	648	591	489	343	174
Females	4777	3377	2611	2064	1646	1065	886	740	586	409	214

Einstein, A. J. et al. *Circulation* 2007;116:1290-1305



Circulation

Copyright © 2007 American Heart Association
 Campus Rodin, Hambam - Radiation during cardiovascular imaging



Learn and LiveSM

Clinical decision making

- Table #1 compares the effective radiation dose with background radiation exposure, and the equivalent number of chest X-rays, for several frequent imaging modalities used in Cardiology and in Medicine.
- The calculated doses estimates, originate from various manuscripts and were obtained in a heterogeneous patient population, at different institutes with different equipments.



Diagnostic modality	Ref.	Typical effective radiation dose (mSv)	equivalent number of chest X-rays	Approximate equivalent period of natural background radiation
Chest (single PA film)	[1-9]	0.02	1	3 days
Echocardiography	[2]	0	0	0
Electron-beam CT	[4,5]	1.5-2	75-100	7-9 months
Multislice Computed Tomography:				
Calcium Score	[4-7]	1.5-2.7	75-135	7-14 months
CTCA [16 slices]	[4-7]	6.5-10.7	325-535	2.7-4.4 years
CTCA s/p CABG [16 slices]	[6]	12.9	645	5.3 years
CTCA [64 slices]	[5]	10.5	400	3 years
Magnetic Resonance Imaging	[1-3]	0	0	0
Catheterization laboratory:				
Diagnostic coronary study (Coronary angiography and ventriculography)	[1,8,9]	2.1-7	105-350	0.9-2.9 years
Angiography S/P CABG	[8]	6.3	315	2.6 years
Aortography	[8]	4	200	1.6 years
Coronary angioplasty	[1, 3, 8, 9]	7.5-57	375-2850	3-23 years
Carotid stenting	[8]	10	500	4.1 years
Nuclear Cardiology: Radiation during cardiovascular imaging				



Diagnostic modality	Ref.	Typical effective radiation dose (mSv)	equivalent number of chest X-rays	Approximate equivalent period of natural background radiation
Chest (single PA film)	[1-9]	0.02	1	3 days
Nuclear Cardiology:				
²⁰¹ Thallium-Cl (2 mCi)	[1-3]	17	850	7 years
^{99m} Tc Tetrofosmin (30 mCi)	[1-3]	8.5	425	3.5 years
^{99m} Tc Sestimiibi (30 mCi)	[1-3]	8.9	445	3.7 years
Non Cardiology imaging				
Mammogram	[1]	0.13	6	18 days
Barium enema (10 images, 137 sec fluoroscopy)	[1]	7.0	350	2.9 years
CT head	[1]	2.0	100	9 months
CT-Abdomen	[1]	10	500	3 years
NON CARDIAC Nuclear Medicine				
Bone [^{99m} Tc MDP (20 mCi)]	[3]	4.4	220	1.8 years
Lung Perfusion/Ventilation [^{99m} Tc MAA & ¹³³ Xe (5 & 10 mCi)]	[3]	1.5	75	6 months
Kidney [^{99m} Tc DTPA (20 mCi)]	[3]	3.1	155	1 year
Tumor [⁶⁷ Ga (3 mCi)]	[3]	12.2	610	5 years
PET CT [¹⁸ F FDG (10 mCi)]	[1-3]	5-25	250-1250	2.3-11.5 years

TABLE 2. Estimates of Effective Doses of Standard Myocardial Perfusion Imaging Protocols

Protocol	Injected Activity (mCi)		Effective Doses, mSv			
			From ICRP Tables		From Manufacturers' PIs	
	Rest	Stress	E_1	E_2	E_1	E_2
^{99m}Tc sestamibi rest-stress	10.0	27.5	11.3	11.4	14.6	NR
^{99m}Tc sestamibi stress only	0.0	27.5	7.9	8.0	10.0	NR
^{99m}Tc sestamibi 2-day	25.0	25.0	15.7	15.6	20.6	NR
^{99m}Tc tetrofosmin rest-stress	10.0	27.5	9.3	9.9	9.7	12.9
^{99m}Tc tetrofosmin stress only	0.0	27.5	6.6	7.1	6.7	8.8
^{99m}Tc tetrofosmin 2-day	25.0	25.0	12.8	13.5	13.7	18.3
^{201}Tl stress-redistribution	0.0	3.5	22.0	22.0	28.7 (PI 1) 9.3 (PI 2) 28.4 (PI 3)	46.6 (PI 1) NR (PI 2) 46.6 (PI 3)
^{201}Tl stress-reinjection	1.5	3.0	31.4	31.5	43.0 (PI 1) 14.0 (PI 2) 42.6 (PI 3)	69.9 (PI 1) NR (PI 2) 69.9 (PI 3)
Dual isotope ^{201}Tl - ^{99m}Tc sestamibi	3.5	25.0	29.2	29.3	37.8 (PI 1) 18.4 (PI 2) 37.5 (PI 3)	NR (PI 1) NR (PI 2) NR (PI 3)
^{99m}Tc -labeled erythrocytes	22.5	0.0	5.7	5.8	2.3	NR
^{82}Rb	50.0	50.0	13.5	12.6	3.0	NR
^{13}N -ammonia	15.0	15.0	2.4	2.2	NA	NA
^{15}O -water*	29.7	29.7	2.5	2.4	NA	NA
^{18}F -FDG	10.0	0.0	7.0	7.0	NA	NA

E_1 indicates effective dose estimated from tissue dose coefficients, using ICRP Publication 60 tissue weighting factors. Calculations were performed with the use of the "splitting rule,"¹⁴ arithmetic averaging rather than mass averaging of individual remainder organ dose contributions.¹⁸ and uses a long interaction rather than a short-term, acute, or emergency exposure scenario originally specified in



TABLE 3. Effect of ICRP Tissue Weighting Factors w_T on Estimates of Effective Dose E_1 (mSv)

Protocol	Dose Coefficients D_T/A From ICRP Tables			Dose Coefficients D_T/A From Manufacturers' Pls		
	ICRP 26 w_T	ICRP 60 w_T	ICRP 103 w_T	ICRP 26 w_T	ICRP 60 w_T	ICRP 103 w_T
^{99m}Tc sestamibi rest-stress	7.8	11.3	10.7	8.0	14.6	12.1
^{99m}Tc sestamibi stress only	5.6	7.9	7.5	5.6	10.0	8.4
^{99m}Tc sestamibi 2-day	10.7	15.7	14.8	11.2	20.6	17.0
^{99m}Tc tetrofosmin rest-stress	5.7	9.3	8.6	7.1	9.7	8.9
^{99m}Tc tetrofosmin stress only	4.1	6.6	6.2	4.9	6.7	6.2
^{99m}Tc tetrofosmin 2-day	7.9	12.8	11.8	9.9	13.7	12.5
^{201}Tl stress-redistribution	19.2	22.0	16.9	23.5 (PI 1)	28.7 (PI 1)	21.7 (PI 1)
				7.5 (PI 2)	9.3 (PI 2)	6.4 (PI 2)
				23.7 (PI 3)	28.4 (PI 3)	21.4 (PI 3)
^{201}Tl reinjection	27.4	31.4	24.2	35.3 (PI 1)	43.0 (PI 1)	32.6 (PI 1)
				11.3 (PI 2)	14.0 (PI 2)	9.5 (PI 2)
				35.5 (PI 3)	42.6 (PI 3)	32.1 (PI 3)
Dual isotope ^{201}Tl - ^{99m}Tc -sestamibi	24.2	29.2	23.7	28.6 (PI 1)	37.8 (PI 1)	29.3 (PI 1)
				12.6 (PI 2)	18.4 (PI 2)	14.0 (PI 2)
				28.8 (PI 3)	37.5 (PI 3)	29.0 (PI 3)
^{99m}Tc -labeled erythrocytes	4.9	5.7	5.7	2.8	2.3	1.7
^{82}Rb	10.5	13.5	12.8	3.2	3.0	2.4
^{13}N -ammonia	2.0	2.4	2.3	NA	NA	NA
^{15}O -water	1.6	2.5	2.3	NA	NA	NA
^{18}F -FDG	6.4	7.0	6.4	NA	NA	NA

NA indicates not available for cyclotron-produced tracers.

TABLE 7. Studies Reporting Effective Dose in CTCA

Study	Slices	Vendor	Method	Mean Effective Dose Estimates, mSv					
				CTCA			Calcium Scoring		
				Without ECTCM	Mixed	With ECTCM	Without ECTCM	With ECTCM	Prospective Gating
Hunold et al ³³	4	Siemens	TLD-ARP (low)	6.7♂ 8.1♀	...	...	3.0♂ 3.6♀	...	1.5♂ 1.8♀
	4	Siemens	TLD-ARP (high)	10.9♂ 13.0♀	...	...	5.2♂ 6.2♀	...	...
McCollough ³⁵	4	... (1st)	Multiple	9.0	...	...	2.5	...	0.9
	4	... (2nd)	Multiple	12.0	...	...	4.5	...	1.1
Poll et al ³⁴	4	Siemens	DLP	8.3♂ 11.0♀	...	4.0♂ 5.4♀	1.9♂ 2.5♀	1.2♂ 1.6♀	...
	4	Siemens	TLD-ARP	10.3♂ 12.7♀	...	4.6♂ 5.6♀	2.4♂ 2.9♀	1.5♂ 1.8♀	...
Hacker et al ³⁵	12	Siemens	...	...	...	4.3	...	...	...
Coles et al ³⁶	12	Siemens	CTDosimetry.xls	14.2	...	...	4.1	2.6	...
	16	Siemens	CTDosimetry.xls	15.3	...	...	...	...	...
Fohr et al ³⁷	16	Siemens	WinDose	7.1♂ 10.5♀	...	4.3♂ 6.4♀	2.2♂ 3.1♀	...	0.45♂ 0.65♀
Garcia et al ³⁸	16	Philips	DLP	...	8	...	...	...	...
Gerber et al ³⁹	16	Siemens	Modified DLP	11.3	...	8.1	...	...	...
Hoffmann et al ⁴⁰	16	Philips	...	4.9	...	8.1	...	...	...
Nawfel and Yoshizumi ⁴¹	16	GE	MOSFET-CIRS	20.6	...	...	...	...	...
	16	Siemens	MOSFET-CIRS	18.8	...	...	...	...	...
Sato et al ⁴²	4	Siemens	...	4-5	...	...	...	...	...
	16	Toshiba	...	7-8	...	...	...	...	...
Trabold et al ⁴³	16	Siemens	TLD-ARP	8.1♂ 10.9♀	...	4.3♂ 5.6♀	2.9♂ 3.6♀	1.6♂ 2.0♀	...
Gaspar et al ⁴⁴	40	Philips	Modified DLP	9.9	...	...	...	...	...
Caussin et al ⁴⁵	64	Siemens	...	...	8.4	...	...	...	...
Hausleiter et al ⁴⁶	16	Siemens	DLP	10.6	...	6.4	...	...	...
	64	Siemens	DLP	14.8	...	9.4	...	...	...
Ghostine et al ⁴⁷	64	Siemens	DLP	...	...	7	...	...	...
Leber et al ⁴⁸	64	Siemens	...	...	...	10-14	...	...	...
Mollet et al ⁴⁹	64	Siemens	WinDose	15.2♂ 21.4♀	...	...	...	1.3♂ 1.7♀	...
Muhlenbruch et al ⁵⁰	64	Siemens	...	13.6♂ 17.2♀	...	...	...	...	...
Nikolaou et al ⁵¹	64	Siemens	WinDose	8-10	...	...	...	...	...
Pugliese et al ⁵²	64	Siemens	...	15♂ 20♀	...	...	...	...	...
Raff et al ⁵³	64	Siemens	...	13♂ 18♀	...	...	...	...	...

Ellipses (...) indicate not specified; TLD-ARP, thermoluminescent dosimeters in an Alderson-Rando phantom; DLP, derived from dose-length product on scanner console; ♂, male; ♀, female; and MOSFET-CIRS, metal oxide semiconductor field effect transistors in a CIRS Phantom.

	16	Siemens	MOSFET-CIRS	18.8	...	...
Sato et al ⁴²	4	Siemens	...	4-5	...	...
	16	Toshiba	...	7-8	...	...
Trabold et al ⁴³	16	Siemens	TLD-ARP	8.1 ♂ 10.9 ♀	...	4.3 ♂ 5.6 ♀
Gaspar et al ⁴⁴	40	Philips	Modified DLP	9.9	...	...
Caussin et al ⁴⁵	64	Siemens	...	...	8.4	...
Hausleiter et al ⁴⁶	16	Siemens	DLP	10.6	...	6.4
	64	Siemens	DLP	14.8	...	9.4
Ghostine et al ⁴⁷	64	Siemens	DLP	...	...	7
Leber et al ⁴⁸	64	Siemens	...	...	...	10-14
Mollet et al ⁴⁹	64	Siemens	WinDose	15.2 ♂ 21.4 ♀	...	...
Muhlenbruch et al ⁵⁰	64	Siemens	...	13.6 ♂ 17.2 ♀	...	...
Nikolaou et al ⁵¹	64	Siemens	WinDose	8-10	...	...
Pugliese et al ⁵²	64	Siemens	...	15 ♂ 20 ♀	...	...
Raff et al ⁵³	64	Siemens	...	13 ♂ 18 ♀	...	...

Ellipses (. . .) indicate not specified; TLD-ARP, thermoluminescent dosimeters in an Alderson-Rando phantom; ner console; ♂, male; ♀, female; and MOSFET-CIRS, metal oxide semiconductor field effect transistors in a CIRS

TABLE 8. Studies Reporting Effective Dose of Conventional Coronary Angiography in Nonpediatric Populations

Study	Year	Group	Mean Effective Dose Estimate, mSv					
			CA	CA±PTCA	PTCA	CA+PTCA	ICS	CA+ICS
Karppinen et al ⁶⁶	1995	...	...	10.6	...	...	...	...
Leung and Martin ⁶⁷	1996	...	3.1	...	...	...	...	...
Broadhead et al ⁶⁸	1997	Room A	9.4	...	14.2	...	...	...
		Room B	4.6	...	10.2	...	...	...
Betsou et al ⁶⁹	1998	...	5.6	...	6.9	9.3	9	13
Harrison et al ⁷⁰	1998	...	3.4	...	...	...	...	...
Neofotistou et al ⁷¹	1998	...	4.6-15.8	...	...	5.4-41.0	...	...
Katritsis et al ⁷²	2000	...	5	...	6.6	13.6	10.2	16.7
Lobotessi et al ⁶²	2001	...	13.2	...	...	...	...	...
Delichas et al ⁷³	2003	Hospital A	22.7	...	30.5	...	...	...
		Hospital B	17.9	...	14.7	...	...	...
Efstathopoulos et al ⁷⁴	2003	...	5	...	...	14.8	...	...
Hunold et al ³⁹	2003	...	2.3	...	...	...	...	...
Sandborg et al ⁶⁴	2004	Femoral	6.8	...	...	8.6	...	...
		Radial	9.2	...	...	13.5	...	...
Stisova ⁷⁵	2004	Workplace A1	8.8	...	...	...	...	...
		Workplace A2	3.6	...	...	9.7	...	...
		Workplace B	7.9	...	...	15.3	...	...
		Workplace C	2.7	...	...	5.7	...	...
Coles et al ³⁶	2006	...	5.6	...	...	...	...	...
Vijayalakshmi et al ⁶	2007	...	4.4	...	...	...	...	...

CA indicates coronary angiography; PTCA, percutaneous transluminal coronary angioplasty; ICS, intracoronary stenting; and ellipses (-.-), not specified.

Diagnostic modality	Ref.	Typical effective radiation dose (mSv)	equivalent number of chest X-rays	Approximate equivalent period of natural background radiation
Chest (single PA film)	[1-9]	0.02	1	3 days
Echocardiography	[2]	0	0	0
Electron-beam CT	[4,5]	1.5-2	75-100	7-9 months
Multislice Computed Tomography:				
Calcium Score	[4-7]	1.5-2.7	75-135	7-14 months
CTCA [16 slices]	[4-7]	6.5-10.7	325-535	2.7-4.4 years
CTCA s/p CABG [16 slices]	[6]	12.9	645	5.3 years
CTCA [64 slices]	[5]	10.5	400	3 years
Magnetic Resonance Imaging	[1-3]	0	0	0
Catheterization laboratory:				
Diagnostic coronary study (Coronary angiography and ventriculography)	[1,8,9]	2.1-7	105-350	0.9-2.9 years
Angiography S/P CABG	[8]	6.3	315	2.6 years
Aortography	[8]	4	200	1.6 years
Coronary angioplasty	[1, 3, 8, 9]	7.5-57	375-2850	3-23 years
Carotid stenting	[8]	10	500	4.1 years
Nuclear Cardiology:				
²⁰¹ Thallium-Cl (2 mCi)	[1-3]	17	850	7 years
^{99m} Tcnetium tetrofosmi (30 mCi)	[1-3]	8.5	425	3.5 years
^{99m} Tcnetium sestimibi (30 mCi)	[1-3]	8.9	445	3.7 years
Non Cardiology imaging				
X-Ray:				
Mammogram	[1]	0.13	6	18 days
Barium enema (10 images, 137 sec fluoroscopy)	[1]	7.0	350	2.9 years
CT head	[1]	2.0	100	9 months
CT-Abdomen	[1]	10	500	3 years
Nuclear Medicine				
Bone [^{99m} Tc MDP (20 mCi)]	[3]	4.4	220	1.8 years
Lung Perfusion/Ventilation [^{99m} Tc MAA & ¹³³ Xe (5 & 10 mCi)]	[3]	1.5	75	6 months
Kidney [^{99m} Tc DTPA (20 mCi)]	[3]	3.1	155	1 year
Tumor [⁶⁷ Ga (3 mCi)]	[3]	12.2	610	5 years
PET CT [¹⁸ F FDG (10 mCi)]	[1-3]	5-25	250-1250	2.3-11.5 years

Multi Slice CT

- The new imaging modality for the non-invasive visualization of the coronary arteries, is still in its early phase of clinical evaluation.
- All scans are gated to the EKG trace.
- This allows positioning the acquired data accurately in specific phases of the heart cycle.
- Usually a test image is taken to determine location of the heart and the best scan settings, and then a short scan for calcium score is performed.



- CT angiography is obtained using an injection of dye to a vein, waiting several seconds to allow the dye time reach the heart, and then scanning the chest.
- Recording of the images takes usually only 10-25 seconds, in which a breath-hold is required.
- The medical community is studying and investigating the place of MSCT in the current cardiovascular imaging arsenal.

- Both the 16-slice and the 64-slice CT scanners are associated with substantial radiation dose.
- Nevertheless, this dose is comparable (or even less) to other frequent non-invasive procedures such as myocardial nuclear imaging scans

- Of note, nuclear scans and MSCT are **non-invasive** and allow only diagnosis with no therapeutic options.
- Heart catheterization is an invasive diagnostic procedure that has the advantage that it can also be **therapeutic**.
- The diagnostic portion of this imaging modality has lower radiation exposure than current non invasive diagnostic imaging modalities as nuclear stress test and MSCT



- In general, coronary interventions use more radiation, depending on the complexity and length of the procedure.
- Yet, such procedures improve symptoms and may also be lifesaving in their benefit thus the risks associated with the radiation usually are of secondary consideration

Summary

- Physician judgment has a crucial role in the face of diverse clinical presentations and varying patient characteristics.
- The physician's aim is to improve patient care and health outcomes not only in a cost-effective manner, but also in safe usage of available technology.



Summary

- Ionizing radiation has low risk for hazards.
- However, the risk of radiation exposure is not a major concern when compared to the information obtained and the benefits of the procedure.
- Since the risk for such complications depends on the individual circumstances, the physician should weigh carefully which test should each patient be recommended, and discuss these possibilities with the patient.



Diagnostic modality	Ref.	Typical effective radiation dose (mSv)	equivalent number of chest X-rays	Approximate equivalent period of natural background radiation
Chest (single PA film)	[1-9]	0.02	1	3 days
Echocardiography	[2]	0	0	0
Electron-beam CT	[4,5]	1.5-2	75-100	7-9 months
Multislice Computed Tomography:				
Calcium Score	[4-7]	1.5-2.7	75-135	7-14 months
CTCA [16 slices]	[4-7]	6.5-10.7	325-535	2.7-4.4 years
CTCA s/p CABG [16 slices]	[6]	12.9	645	5.3 years
CTCA [64 slices]	[5]	10.5	400	3 years
Magnetic Resonance Imaging	[1-3]	0	0	0
Catheterization laboratory:				
Diagnostic coronary study (Coronary angiography and ventriculography)	[1,8,9]	2.1-7	105-350	0.9-2.9 years
Angiography S/P CABG	[8]	6.3	315	2.6 years
Aortography	[8]	4	200	1.6 years
Coronary angioplasty	[1, 3, 8, 9]	7.5-57	375-2850	3-23 years
Carotid stenting	[8]	10	500	4.1 years
Nuclear Cardiology:				
²⁰¹ Thallium-Cl (2 mCi)	[1-3]	17	850	7 years
^{99m} Tcnetium tetrofosmi (30 mCi)	[1-3]	8.5	425	3.5 years
^{99m} Tcnetium sestimibi (30 mCi)	[1-3]	8.9	445	3.7 years
Non Cardiology imaging				
X-Ray:				
Mammogram	[1]	0.13	6	18 days
Barium enema (10 images, 137 sec fluoroscopy)	[1]	7.0	350	2.9 years
CT head	[1]	2.0	100	9 months
CT-Abdomen	[1]	10	500	3 years
Nuclear Medicine				
Bone [^{99m} Tc MDP (20 mCi)]	[3]	4.4	220	1.8 years
Lung Perfusion/Ventilation [^{99m} Tc MAA & ¹³³ Xe (5 & 10 mCi)]	[3]	1.5	75	6 months
Kidney [^{99m} Tc DTPA (20 mCi)]	[3]	3.1	155	1 year
Tumor [⁶⁷ Ga (3 mCi)]	[3]	12.2	610	5 years
PET CT [¹⁸ F FDG (10 mCi)]	[1-3]	5-25	250-1250	2.3-11.5 years



החוג לקרדיולוגיה התערבותית
THE ISRAEL WORKING GROUP ON INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

האיגוד הקרדיולוגי בישראל
ISRAEL HEART SOCIETY



החוג הישראלי לקיצוב ואלקטרופיזיולוגיה
THE ISRAEL WORKING GROUP ON PACING AND
ELECTROPHYSIOLOGY

קרינה בחדרי הצנתורים בישראל: חשיפת יתר לקרינה במסגרת העבודה של קרדיולוגים מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים

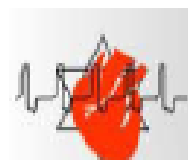
פרופ' אריאל רוגין
קרדיולוגיה פולשנית
מרכז רפואי רמב"ם

כנס מודעות לסכנת הקרינה הרפואית
חשיפת הרופא לקרינה והשלכותיה



26.5.11 - מוזיאון ארץ ישראל אודיסוריום קלצ'קין, רח' חיים לבנון 2, ת"א

האיגוד הקרדיולוגי בישראל
ISRAEL HEART SOCIETY



החוג הישראלי לקיצוב ואלקטרופיזיולוגיה
THE ISRAEL WORKING GROUP ON PACING AND
ELECTROPHYSIOLOGY

30 ליולי 2010

לכב'

פרופ' גדי קרן - נשיא

פרופ' דורון זגר – מזכיר

האיגוד הקרדיולוגי בישראל

הנדון : חשיפת יתר לקרינה במסגרת העבודה של קרדיולוגים מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים

עבודתם של הקרדיולוגים התערבותיים – מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים כאחד כרוכה בחשיפה רבה לקרינת רנטגן מיננת העלולה לסכן את בריאותם לאורך זמן.

בסקר שערך החוג לקרדיולוגיה התערבותית בקרב מצנתרים בכירים בשנת 2008 עלו נתוני החשיפה הבאים:
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג הזה: 267 mRAM ולחמש שנים: 885 mRAM .
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג עין: 1058 mRAM ולחמש שנים: 7266 mRAM .



30 ליולי 2010

לכב'
 פרופ' נדי קרן - נשיא
 פרופ' דורון זר - מזכיר
 האיגוד הקרדיולוגי בישראל

הנדון: חשיפת יתר לקרינה בטכונת העבודה של קרדיולוגים מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים

עבודתם של הקרדיולוגים ההתערבותיים – מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים כאחד כרוכה בחשיפה רבה לקרינת רנטגן מיננט הפלולה לסכן את בריאותם לאורך זמן.

בסקר שערך החוג הקרדיולוגיה התערבותית בקרב מצנתרים בכירים בשנת 2008 עלו נתוני החשיפה הבאים:
 מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג הזה: 267 mRAM ולחמש שנים: 885 mRAM .
 מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג עין: 1058 mRAM ולחמש שנים: 7266 mRAM .

רמת החשיפה של קרדיולוגים אלקטרופיזיולוגים התערבותיים עשויה להיות גבוהה אף יותר מהנתונים הללו לאור העלייה בשנים האחרונות בשיעור הפעולות השורכות שהללו מבצעים ובמיוחד השתלה של קוצבים דו-חדריים וכן צריבה ע"י גלי רדיו של הפרשת קצב מורכבות. פעולות אלו כרוכות בנטי קרינה ארוכים שעלולים אף להגיע ל 120 דקות קרינה בפעולה. בנוסף, כפת ביצוע השתלות של קוצבי לב וחיבריליטור אוטומאטי שוהה האלקטרופיזיולוג בקרבה רבה מאוד למקור הקרינה דבר המגביר בשיעור ניכר החשיפה לקרינה באברי הגוף הלא מוגנים- ראש, צוואר ועיניים.

מבדיקה שנעשתה לצורך השוואה באחד מבתי החולים הגדולים בארץ בקרב רופאים רדיולוגים התקבלו הנתונים הבאים לחשיפה משך 5 שנים:
 הזה: 726, עין: 1131. נתונים אלה מדגישים עוד יותר את הקיפות של הקרדיולוגים העוסקים בקרינה מול עמיתיהם הרדיולוגים המקבילים את מלוא ההתמחות של עובדי קרינה.

ממוצע השעות בהן שוהה מצנתר בחדר הצנתור הינו 640 שעות בשנה. מצנתרים במשרה מלאה המבצעים פעולות מורכבות במיוחד עשויים לשהות בחדר הצנתורים לשעלה מ-800 שעות בשנה.
 ממוצע השעות בהן שוהה אלקטרופיזיולוג התערבותי בחדר הצנתורים הינו כ 700 שעות בשנה.

קיימת שנות בין מצנתרים ובין מעבדות צנתור בהקשר לחשיפה לקרינה וזאת כחלות בכמות הפעולות המבוצעות, במורכבותן, במשכן, באיכות מכשור הרנטגן וברמת המיגון המיושמת. יחד עם זאת באופן כללי מדובר בחשיפה משמעותית ומכבדת ביותר שאינה תורמת (בלשון המעטה) לבריאותם של העוסקים במלאכה.

הקשר בין חשיפה לקרינה לבין התפתחות מחלות שונות ובעיקר ממאירות מוכח ומוכר מה שנים רבות. הקשר בין עבודה בחורי צנתור תחת מיגון לבין ממאירות ברור פחות. תיאורי מקרים וסדרות קטנות מעלים חשד לסיכון יתר בקרב העובדים בחורי הצנתור. התיאורים מחשידים לפגישה באיברים שאינם מוגנים – ממאירות המטולוגית וגידולי מוח. הקרינה כרוכה גם בשיעור יתר של ירוד עיני – קטרקט. עבודה בחורי צנתור עם מיגון של חלוק עופרת כבד משקל כרוכה בשיעור יתר של מחלות שלד ובעיקר כאבי גב כרוניים ודיסקוספסיות קשות.

הקרדיולוגים נוטים לקבל את סיכויי הקרינה כרצ הכרחי או "כמחיר הנדרש לפסוק במקצוע". רובנו נוטים להדחיק את הבעיה "הבלתי נראית לעין" תוך תקווה טקוזה שציון המיגון ימנע חשיפה עודפת ואת הסיכון לממאירות. ציון המיגון עצמו, לא השתנה כמעט בעשרים השנים האחרונות בו נוטן שהפעולות נעשו מורכבות וארוכות יותר אך למרות זאת ההתפתחות הטכנולוגית בתחום בטיחות ומיגון הפעולות נשארה מינימלית.

בנוסף ולצערנו הרב, המגפטיקים מעדיפים להדחיק את סיכויי המצנתר. למרות שעות הארוכות של עבודה תחת חשיפה לקרינה - ארוכות הרבה יותר ומשוגגות הרבה פחות מכל "עבוד קרינה" אחר, איננו זוכים בכל בתי החולים לזכויות ערפוח ולא להכרה חלילה - כתאונת עבודה - בעת החלואה.

במקביל, רופאים רדיולוגים וטכנאי רנטגן, הנחשפים לקרינה בכמות נמוכה בהרבה מוז שלה נחשפים הקרדיולוגים המצנתרים והאלקטרופיזיולוגים ההתערבותיים, זוכים לתנאי עבודה מועדפים כולל ימי חופשה ביתר .

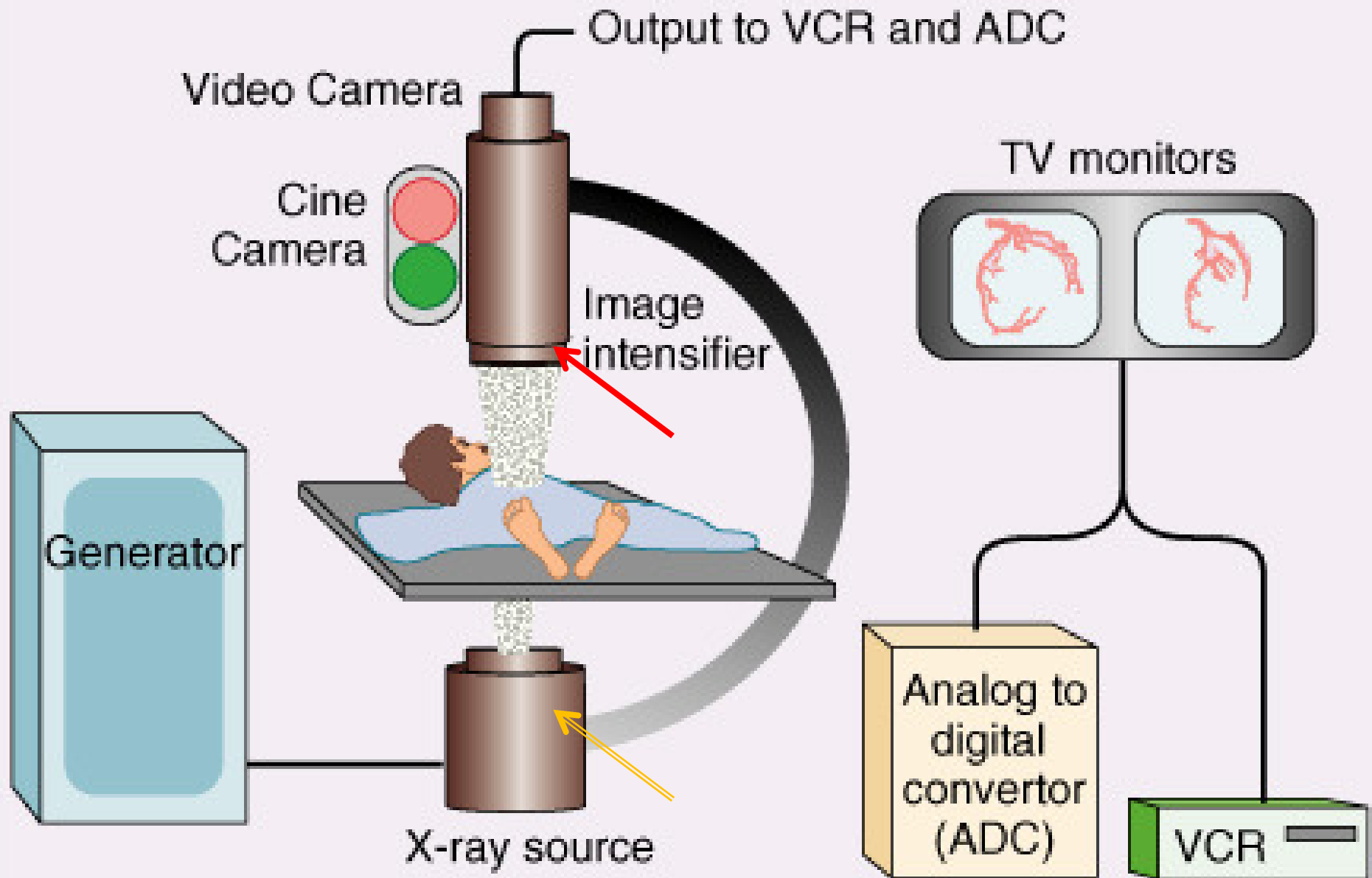
אי לכך אנו פונים בבקשה להכרה בקרדיולוגים ההתערבותיים (מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים) כעובדי קרינה עם תנאי העבודה הנלווים כמו גם הכרה במחלות קרינה כתאונת עבודה. באופן ספציפי אנו דורשים:

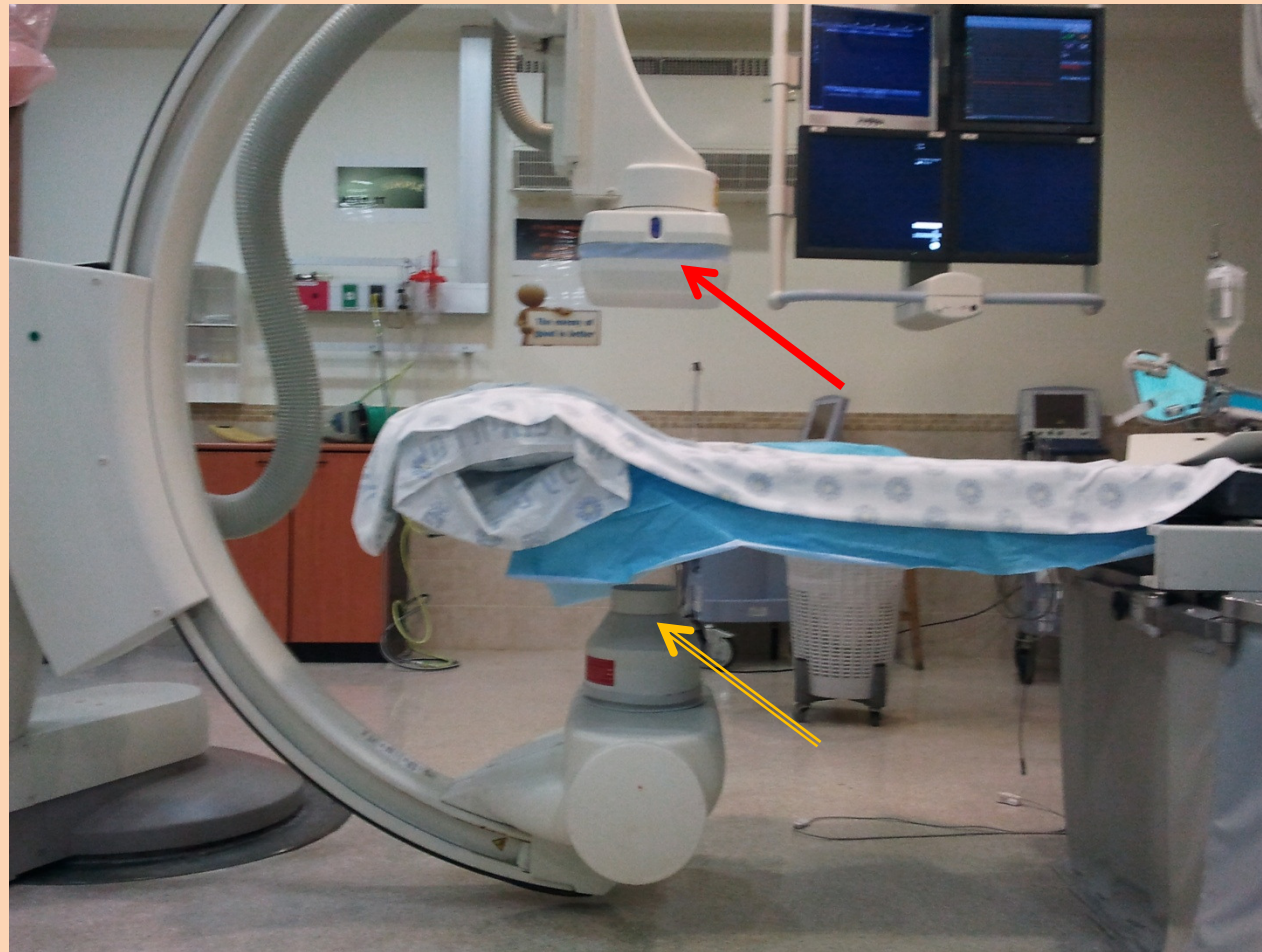
- 1) תוספת 12 ימי חופשה בשנה (יום לכל חודש עבודה מעבר לימי החופשה הסטנדרטים המגיעים לרופאים לפי תפקידם ודרגתם) לקרדיולוגים החשופים לקרינה במסגרת עבודתם במשרה מלאה.
- 2) תוספת 20% לשמורת הבסיסית ובהגדרה של "תוספת חריגה לקרדיולוגים עובדי קרינה" לקרדיולוגים החשופים לקרינה במסגרת עבודתם במשרה מלאה.
- 3) הכרה במחלות קרינה ומחלות ארטופדיות הקשורות בלבישת ציוד מגן כתאונת עבודה על כל המשתמע מבחינת האחריות הביטוחית בנושא זה.
- 4) הסמכה בבדיקה השנתית שגורש כל עובד קרינה לעבור, בדיקת ציוד המיגון – הציוד חלוק העופרת, משקפי המגן וההאטמה האיטית לעובד.
- 5) כניסה לתהליך של רכישה והטמעת שימוש באמצעי מיגון מיסבכים כולל שימוש בתאי מיגון מקרינה ההופכים להיות נפוצים בשימוש ומייתרים הצורך בלבישת חלוקי עופרת ועשויים להפחית בעיות ארטופדיות משמעותיות וכן אובדן ימי עבודה כתוצאה מכך.

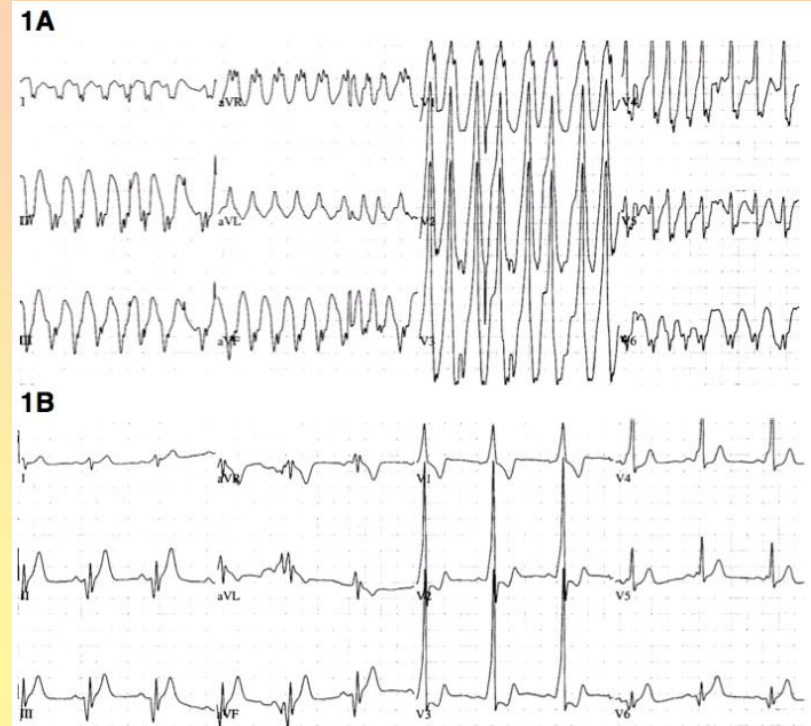
ברכות,

פרופ' רן קורנבסקי – יו"ר פרופ' חיים דנברג - מזכיר עמית שגב - גיזבר
 בשם החוג לקרדיולוגיה התערבותית

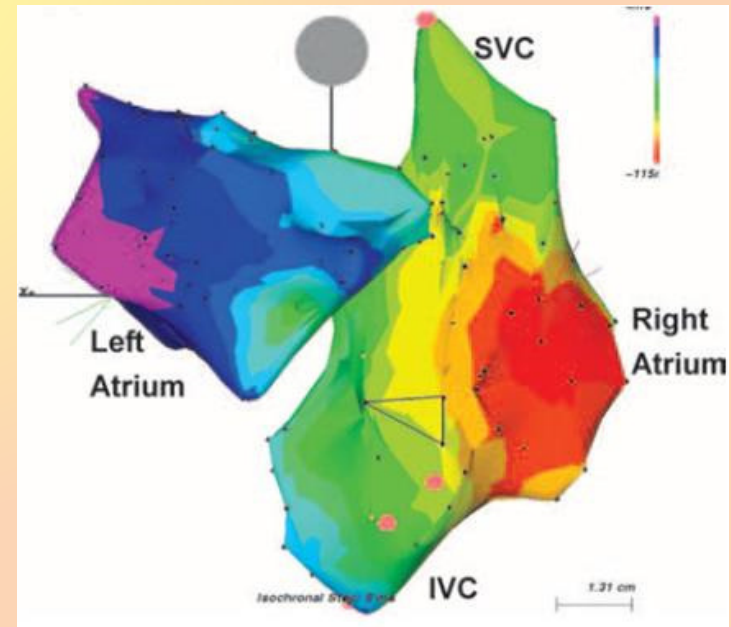
פרופ' מיכאל גליקסון – יו"ר פרופ' מטי וסקון – מזכיר ד"ר מוטי חיים – חבר ועד בטיחות קרינה
 בשם החוג לאלקטרופיזיולוגיה וקוצבים





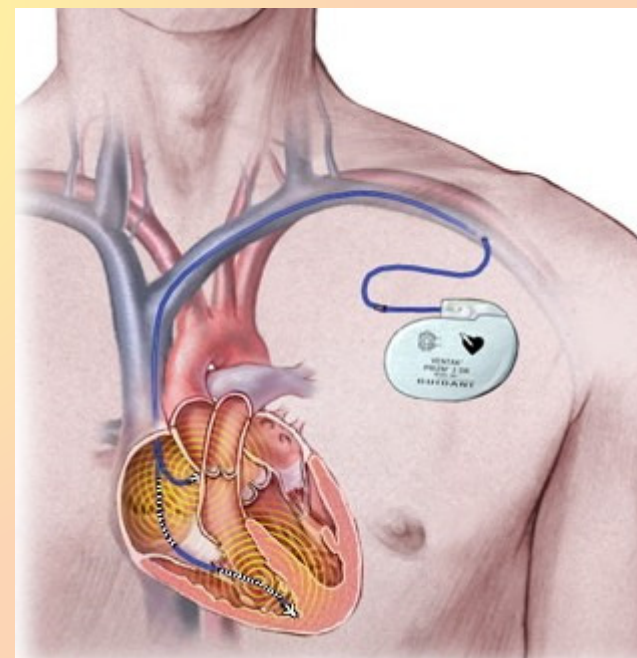
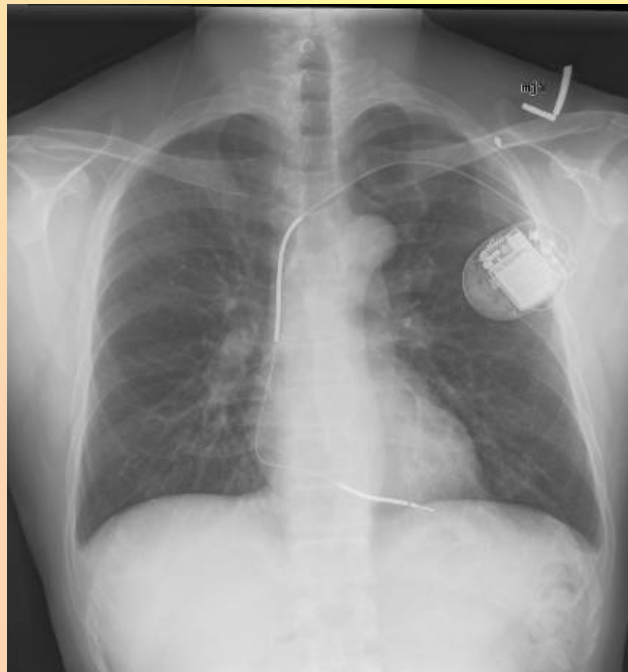
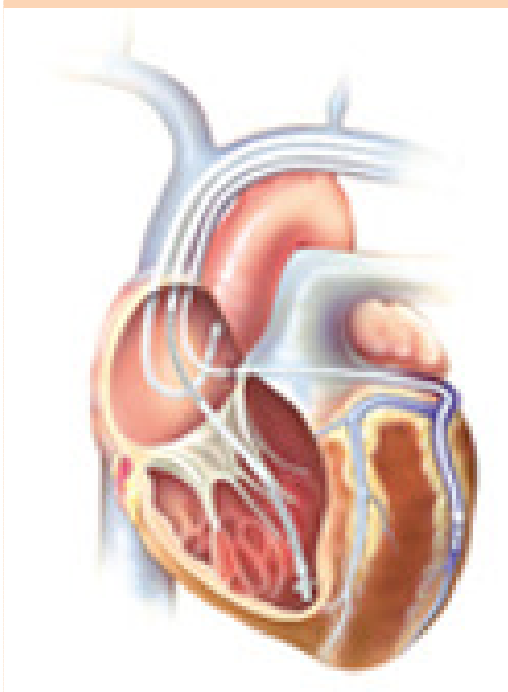


בדיקות אלקטרופיזיולוגיה





השתלת קוצבים, ICD או CRTD

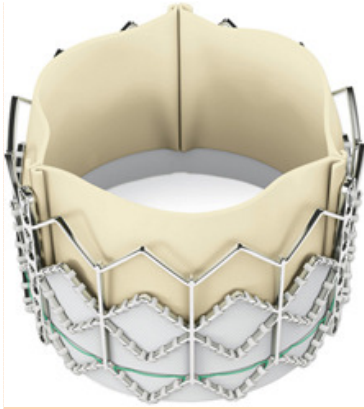




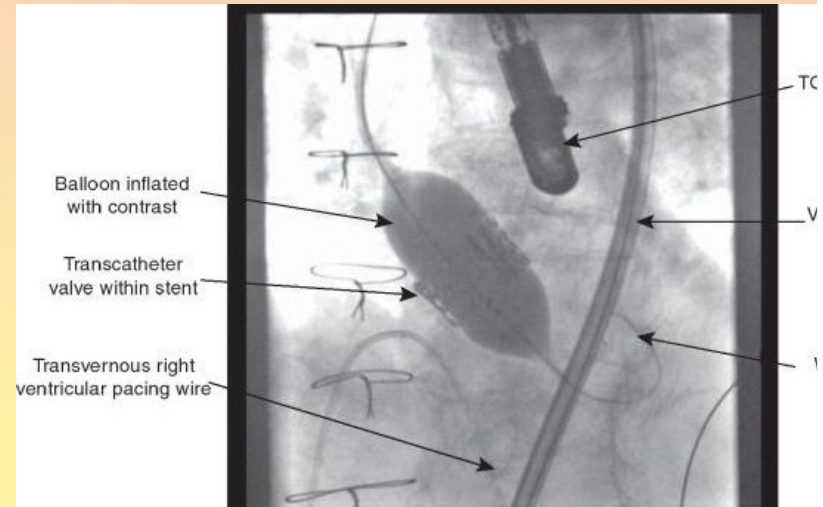
צנתורי לב בילדים

בדיקות המודינמיקה, וסגירת מומי לב מולדים PDA VSD ASD



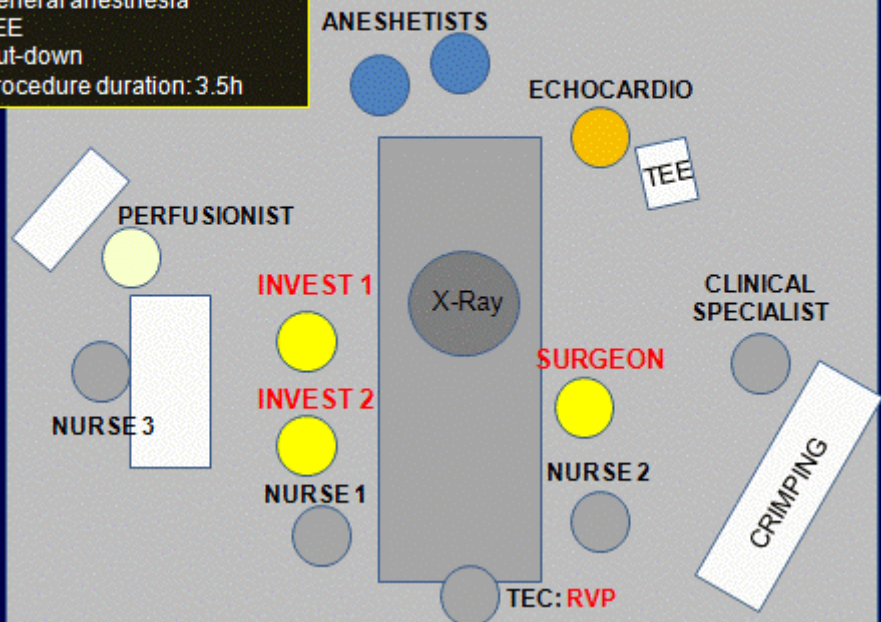


השתלת מסתם אורטלי בחדר צנתורים



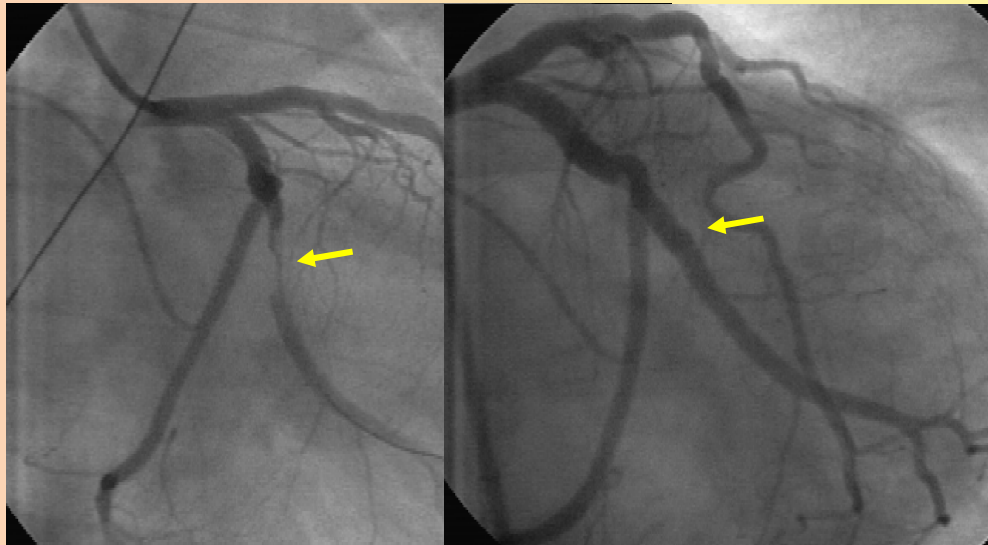
Room set-up: Edwards Sapien

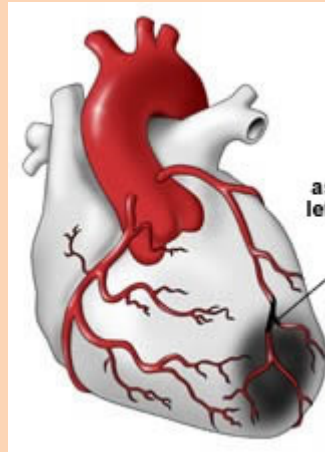
General anesthesia
TEE
Cut-down
Procedure duration: 3.5h



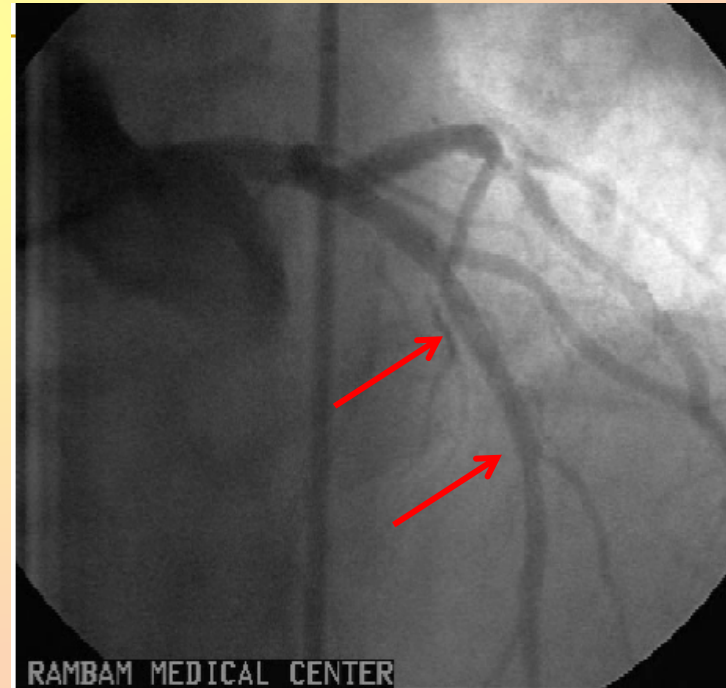
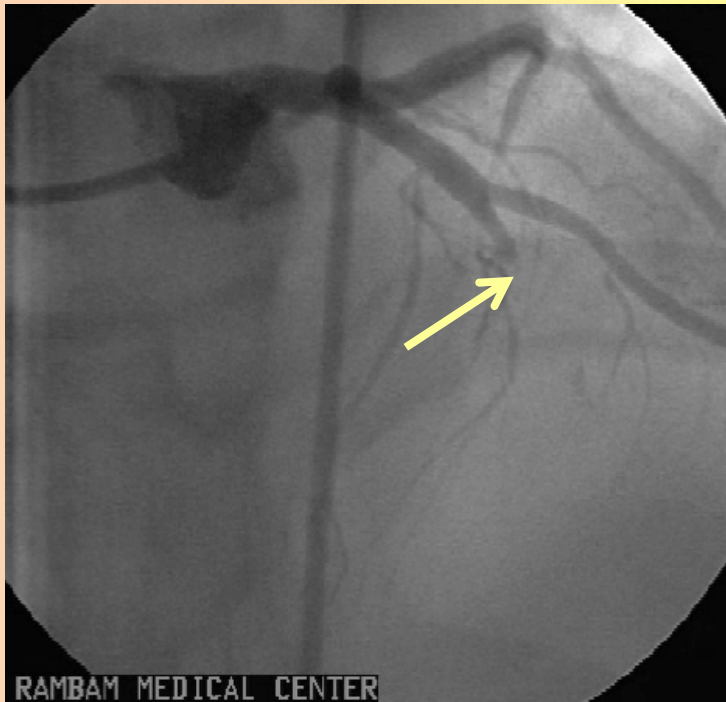
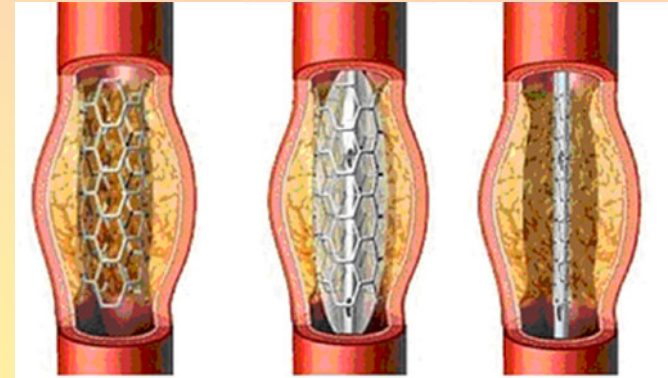


צנתור כלילי





צנתור לב – טיפול הבחירה בחולים עם אוטם שריר הלב

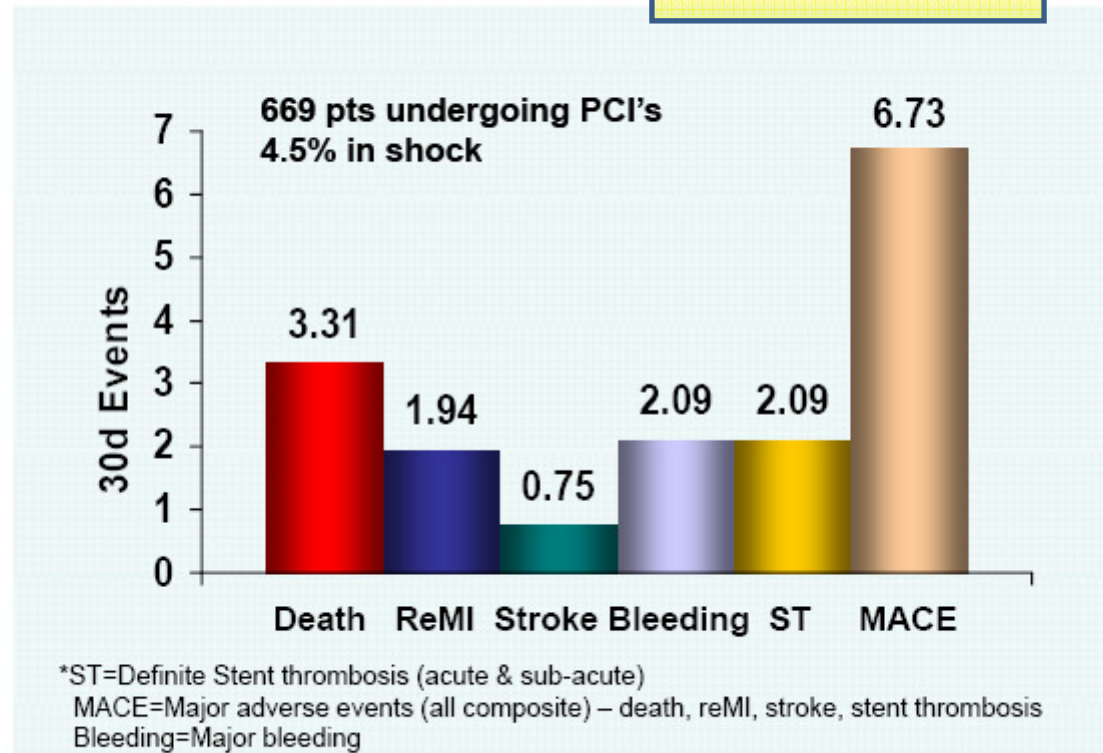




בישראל – רמה מצויינת בטיפול באוטם חד של שריר הלב - תוצאת צנתור מיידית ודחוף

Primary PCI

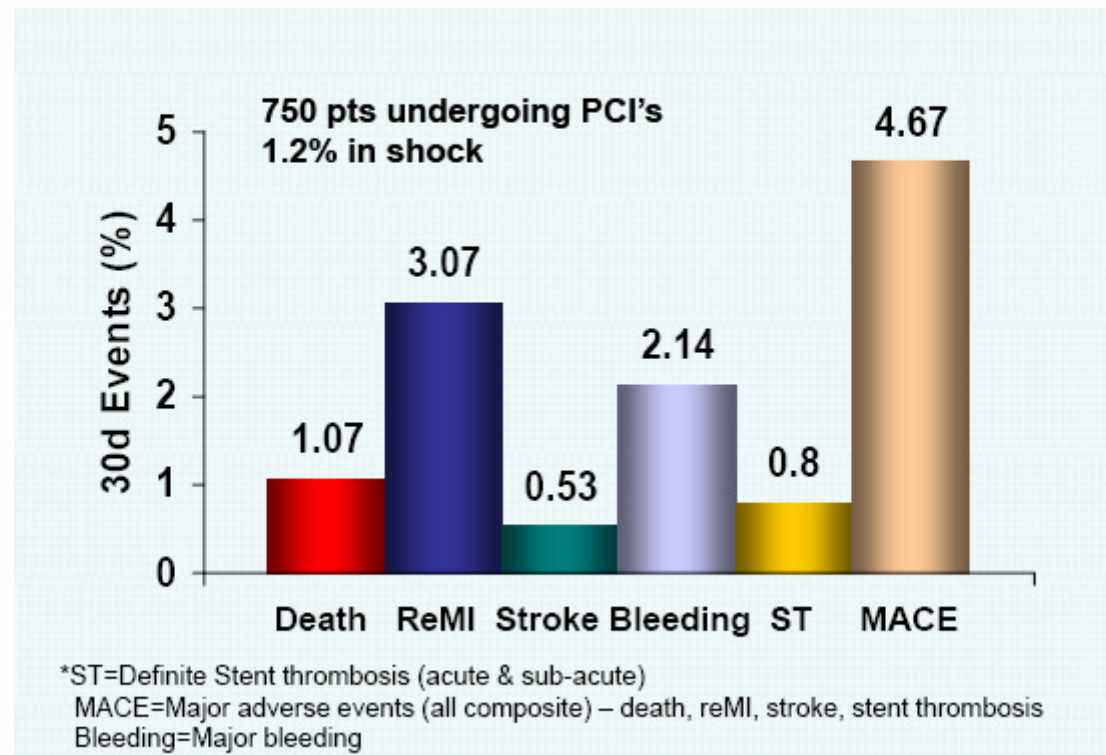
Results following **STEMI PCI**





בישראל – רמה מצויינת בטיפול בחולה לב מורכב - תוצאת צנתור מוקדם

Results following Non-STEMI/UAP PCI





**עבודתם של הקרדיולוגים ההתערבותיים - מצנתרים
ואלקטרופיזיולוגים כאחד כרוכה בחשיפה רבה
לקרינת רנטגן ייננת העלולה לסכן את בריאותם
לאורך זמן.**



☹️ הקשר בין חשיפה לקרינה לבין התפתחות מחלות שונות ובעיקר ממאירות מוכח ומוכר מזה שנים רבות.

☹️ הקשר בין עבודה בחדרי צנתור תחת מיגון לבין ממאירות ברור פחות.

☹️ תיאורי מקרים וסדרות קטנות מעלים חשד לסיכון יתר בקרב העובדים בחדרי הצנתור.



התיאורים מחשידים לפגיעה באיברים שאינם מוגנים -
ממאירות המטולוגית וגידולי מוח.

הקרינה כרוכה גם בשיעור יתר של ירוד עיני - קטרקט.

עבודה בחדרי צנתור עם מיגון של חלוק עופרת כבד
משקל כרוכה בשיעור יתר של מחלות שלד ובעיקר כאבי
גב כרוניים ודיסקופטיות קשות.





The British Journal of Radiology, 71 (1998), 954–960 © 1998 The British Institute of Radiology

Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology

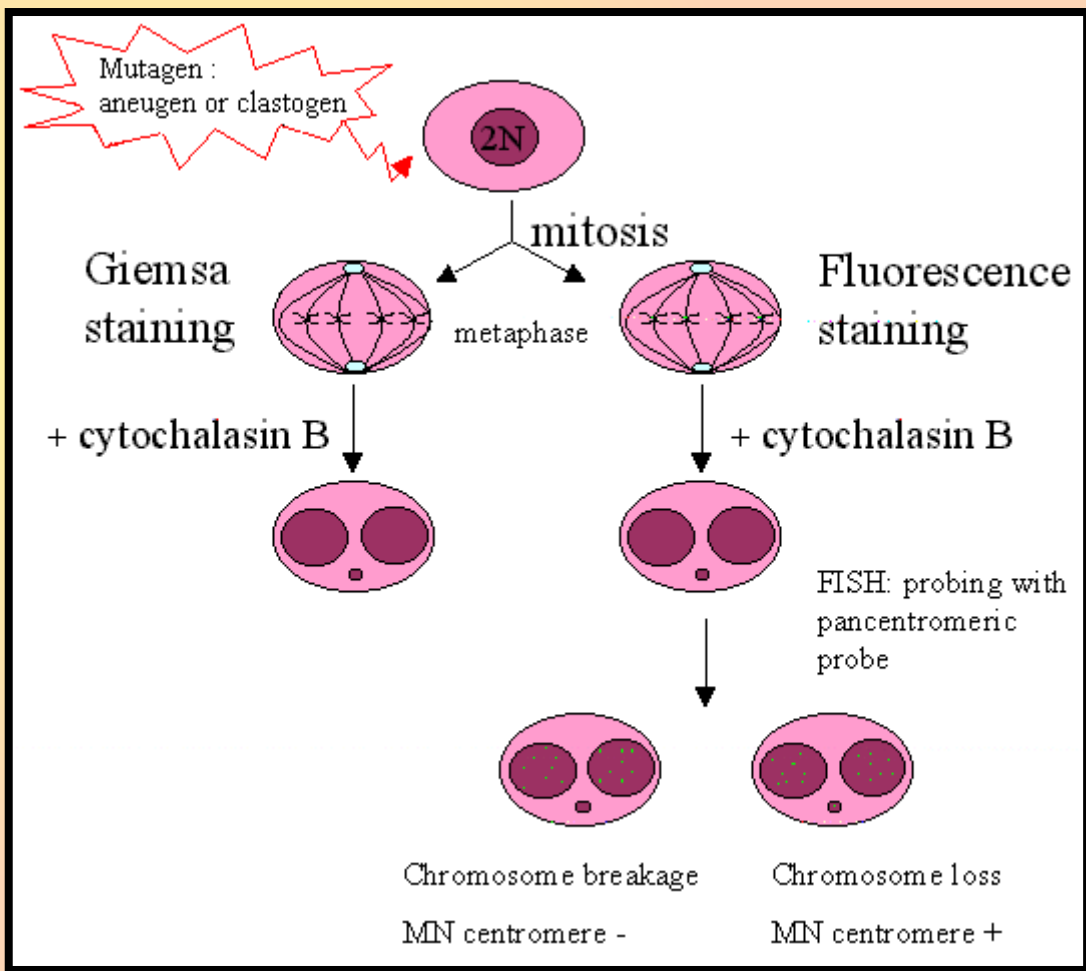
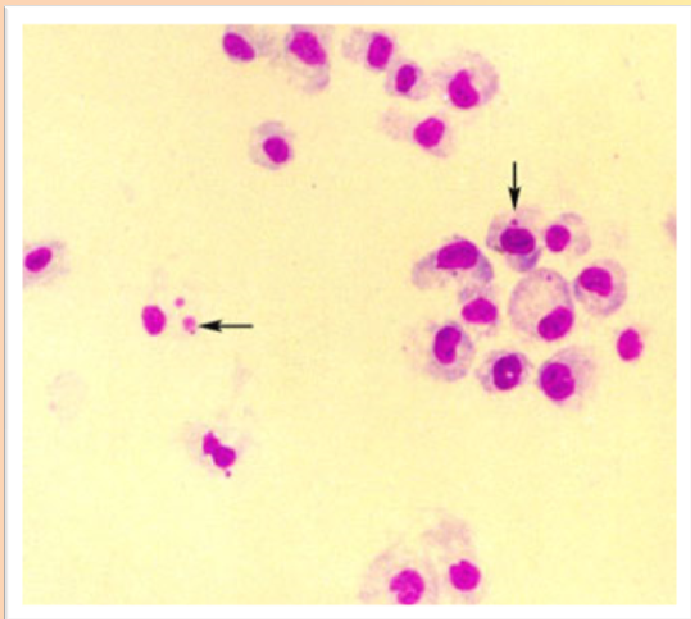
^{1,2}E VAÑÓ, PhD, ¹L GONZÁLEZ, PhD, ¹E GUIBELALDE, PhD, ²J M FERNÁNDEZ, BSc and ²J I TEN, BSc

¹Medical Physics Group, Radiology Department, Complutense University, 28040 Madrid, and ²San Carlos University Hospital, 28040 Madrid, Spain

- בעיות אורטופדיות
- קטרקט
- בעיות בבלוטת התריס
- ממאירות

Micronuclei (MNs) in dividing cells

MN mainly originate from chromosome breaks or whole chromosomes that fail to engage with the mitotic spindle when the cell divides.





- Indeed, the MN assay has recently been endorsed by the International Atomic Energy Agency as one of the main cytogenetic methods for assessing chromosome damage after radiation accidents and as a biological dosimeter of radiation exposure



©2005 FASEB

The FASEB Journal express article 10.1096/fj.04-3287fje. Published online March 31, 2005.

Somatic DNA damage in interventional cardiologists: a case-control study

Maria Grazia Andreassi,* Angelo Cioppa,[†] Nicoletta Botto,* Gordana Joksic,[‡]
Samantha Manfredi,* Chiara Federici,* Miodrag Ostojic,[‡] Paolo Rubino,[†] and Eugenio Picano*[†]

*Institute of Clinical Physiology CNR, Pisa, Italy; [†]Cardiology Clinic Montevergine, Mercogliano, Italy; [‡]Vinča Institute of Nuclear Sciences, Belgrade, Serbia and Montenegro

Corresponding author: Maria Grazia Andreassi, Institute of Clinical Physiology, CNR, Via Aurelia Sud, 54100 Massa, Italy. E-mail: andreas@ifc.cnr.it

- 31 interventional cardiologists were compared to 31 age- and sex-matched clinical cardiologists
- Chromosomal abnormalities can reliably be assessed by evaluating the frequency of occurrence of micronuclei (MNs) in dividing cells



Interventional Cardiologists showed higher MN values (20.5 ± 1.6 vs. 12.8 ± 1.3 , $P=0.001$),

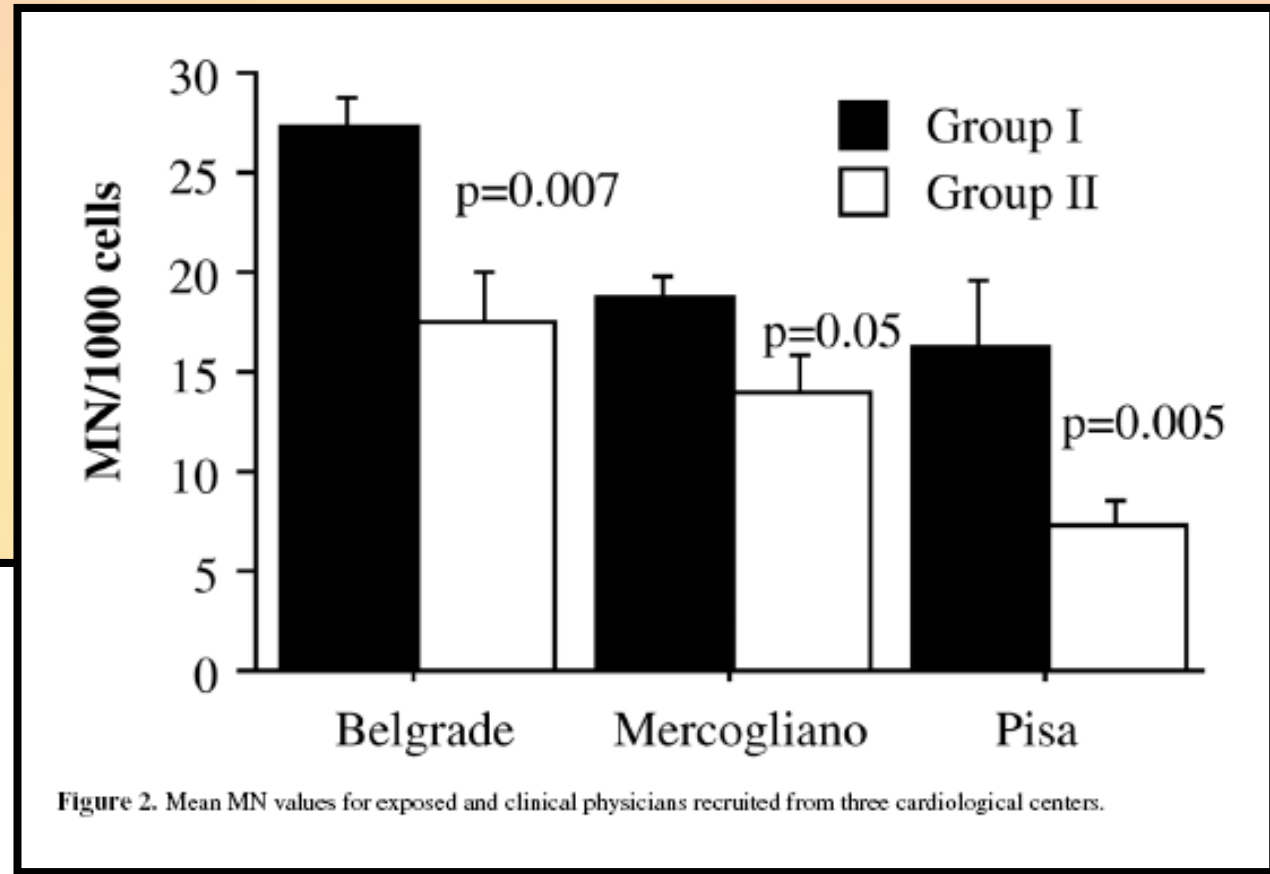


Figure 2. Mean MN values for exposed and clinical physicians recruited from three cardiological centers.

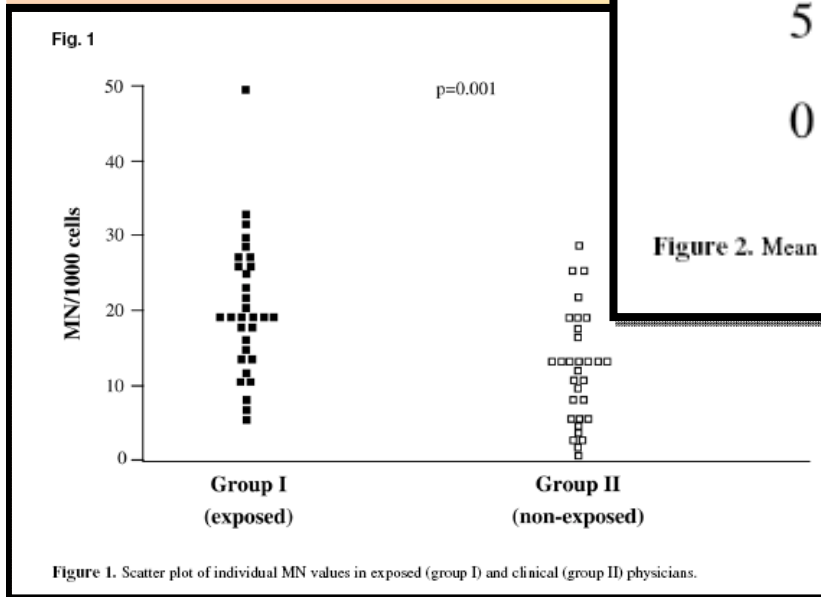


Figure 1. Scatter plot of individual MN values in exposed (group I) and clinical (group II) physicians.

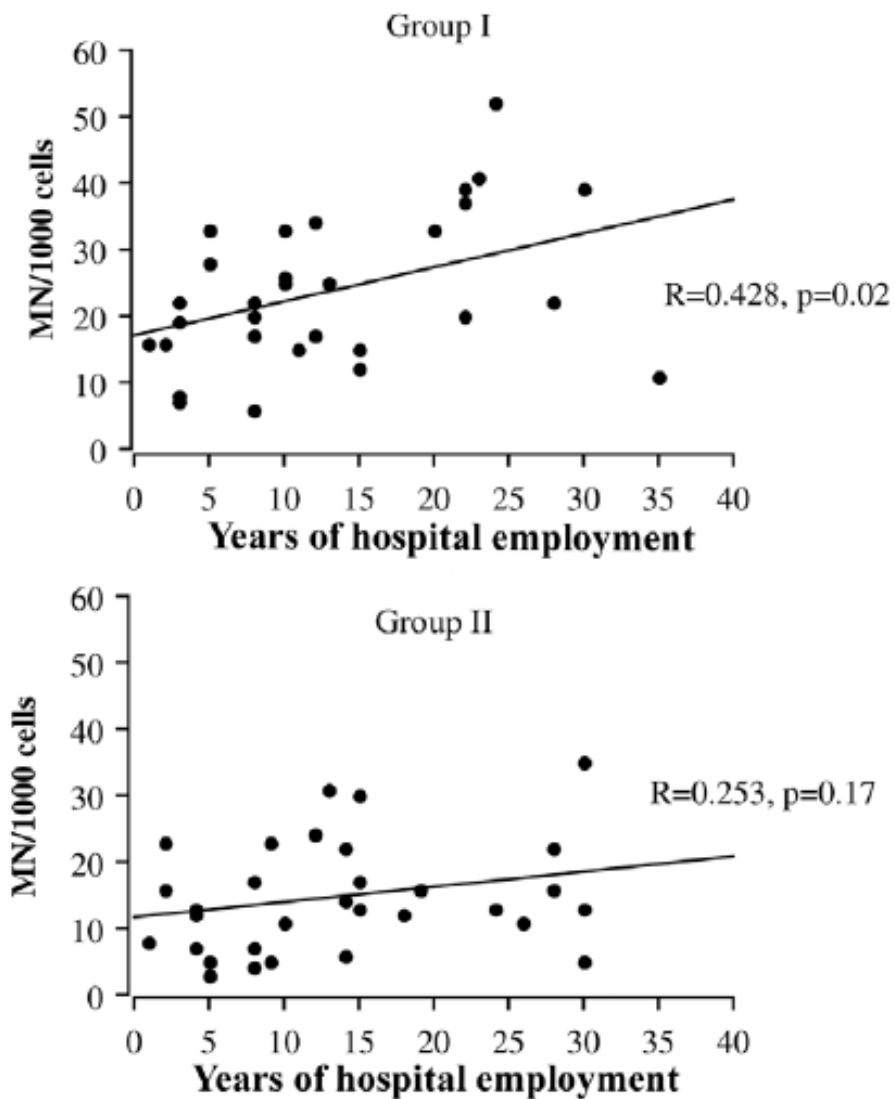


Figure 3. Correlation between years of work and MN values for group I and group II.

A correlation between years of professional activity and MN frequency value was detectable for interventional cardiologists ($r=0.428, P=0.02$) but not for clinical cardiologists ($r=0.253, P=0.17$).



©2005 FASEB

The FASEB Journal express article 10.1096/fj.04-3287je. Published online March 31, 2005.

Somatic DNA damage in interventional cardiologists: a case-control study

- The results indicated that, overall, interventional cardiologists working in a high-volume catheterization laboratory have higher levels of somatic DNA damage when compared with clinical cardiologists working outside the catheterization laboratory.



Interventional Cardiology

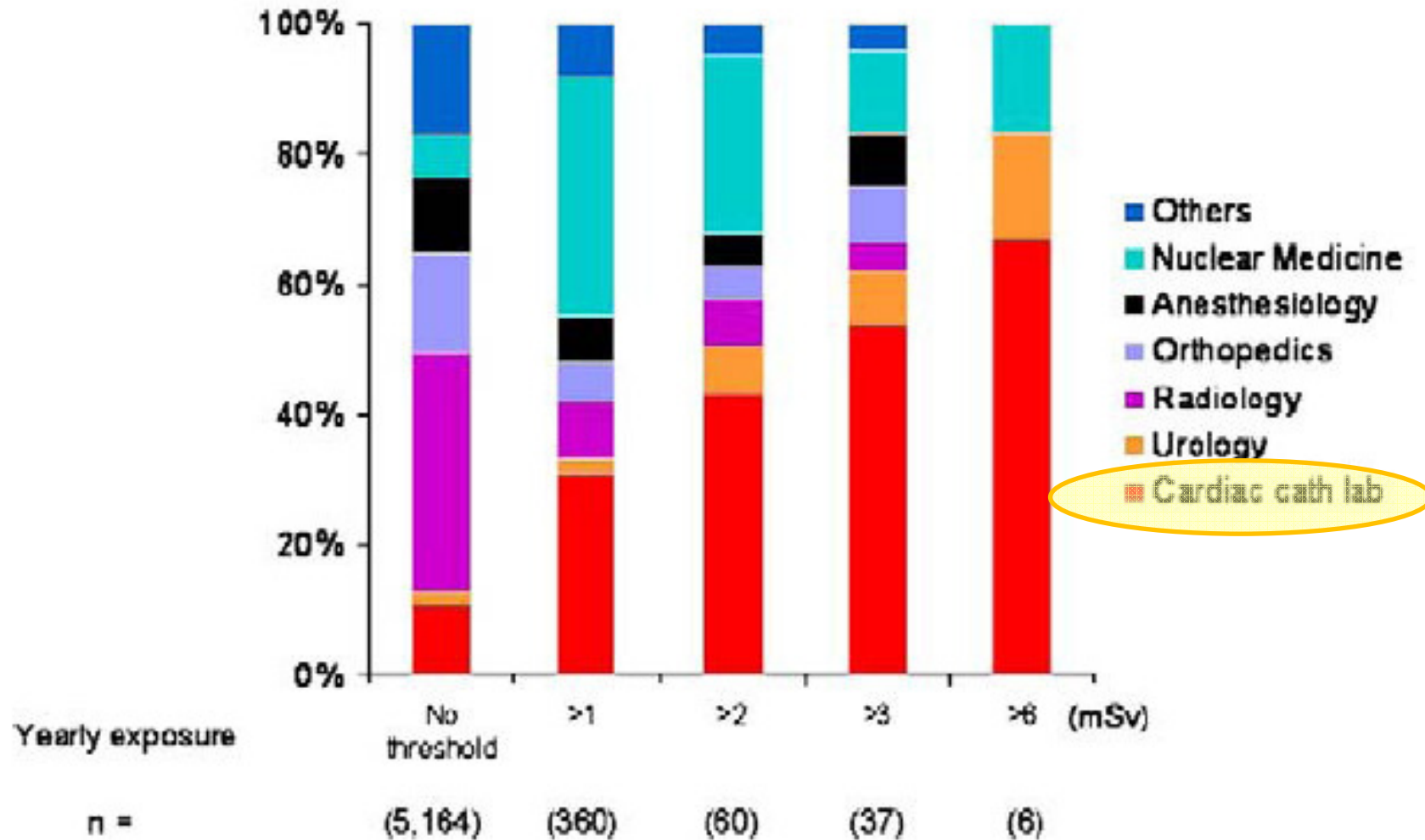
Cancer risk from professional exposure in staff working in cardiac catheterization laboratory: Insights from the National Research Council's Biological Effects of Ionizing Radiation VII Report

Lucia Venneri, MD, PhD,^a Francesco Rossi, BSc,^b Nicoletta Botto, BSc,^a Maria Grazia Andreassi, BSc, PhD,^a Nicoletta Salcone, BSc,^c Ahmed Emad, MD,^a Mauro Lazzeri, MD,^c Cesare Gori, BSc,^b Eliseo Vano, BSc, PhD,^d and Eugenio Picano, MD, PhD^a *Pisa, Florence, Italy; and Madrid, Spain*

Am Heart J. 2009;157:118-24.

Tuscany (Florence-Pisa) Health Physics data bank YEAR 2006

ברפואה – איזה מקצוע נחשף לקרינה מייננת ברמה הגבוהה ביותר?





מבדיקה שנעשתה לצורך השוואה באחד מבתי החולים הגדולים בארץ ☹️
בקרב רופאים רדיולוגים התקבלו הנתונים הבאים לחשיפה משך 5
שנים:

חזה: 726mRAM , עין: 1131mRAM.



מבדיקה שנעשתה לצורך השוואה באחד מבתי החולים הגדולים בארץ ☹️
בקרב רופאים רדיולוגים התקבלו הנתונים הבאים לחשיפה משך 5
שנים:

חזה: 726mRAM , עין: 1131mRAM.

תג חזה מצטבר ל 5 שנים: 409
תג עין מצטבר ל 5 שנים: 8799

בסקר שערך החוג לקרדיולוגיה התערבותית בקרב מצנתרים בכירים בשנת 2008 עלו נתוני החשיפה הבאים:
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג חזה: 267 mRAM ולחמש שנים: 885 mRAM .
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג עין: 1058 mRAM ולחמש שנים: 7266 mRAM .



הועדה לאנרגיה אטומית, המרכז למחקר גרעיני שורק, יבנה 81800

תאריך 18/03/2010

המרכז למחקר גרעיני נחל שורק
 מדור דווימטריה אישית מל: 08-9434505/784 פקס: 08-9434656

ד י ו ו ח ת ו צ א ו ת מ נ ו ת ק ר י נ ה

המנות נתונות במילירם. סף רישום קרינה חודרת לחודש:
 חזה, ראש, יד, רגל, נ.תרמי: 10 נ.מהיר: 20, אצבע: 50, עורית: 50.
 בעמודות בהן לא רשומה מנה, מנת החשיפה מתחת לסף הדווח.

יחידה 9063 מכון הלב - עקיבא הובר ביה"ח רמב"ם חיפה רכז-18
 דיווח לחודש-ים ינואר 2010

מס.	שם משפחה	שם פרטי	מס זהות	ה ע ר ה	סוג תג	מספר תג	חודרת איקס נ.נאמא	חודר נ.תרמי	חודר נ.מהיר	חודרת סהכ	חודרת לשנה	חודרת ל 5 שנים	עורית לשנה זו	עורית לשנה זו
68					אצבע	5793	508			508	508	3882		
69					חזה	63193	13			13	13	662		
70					עין	24669	208			208	208	10795		



מבדיקה שנעשתה לצורך השוואה באחד מבתי החולים הגדולים בארץ ☹️
בקרב רופאים רדיולוגים התקבלו הנתונים הבאים לחשיפה משך 5 שנים:

חזה: 726mRAM , עין: 1131mRAM.

בסקר שערך החוג לקרדיולוגיה התערבותית בקרב מצנתרים בכירים בשנת 2008 עלו נתוני החשיפה הבאים:
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג חזה: 267 mRAM ולחמש שנים: 885 mRAM .
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג עין: 1058 mRAM ולחמש שנים: 7266 mRAM .

מצטבר ל 5 שנים

עין	חזה	
1122	683	מצנתר א
6301	414	מצנתר ב
8893	1206	מצנתר ב
8799	409	מצנתר ד
2401	2172	מצנתר ה
4301	414	א EP
1467	247	ב EP
1337	259	ג EP

נתונים מחדר צינתורים רמב"ם:

נתונים אלה מדגישים עוד יותר את הקיפוח של הקרדיולוגים העוסקים ☹️
בקרינה מול עמיתיהם הרדיולוגים המקבלים את מלוא ההטבות של
עובדי קרינה



ממוצע השעות בהן שוהה מצנתר בחדר הצנתור הינו ☹️
640 שעות בשנה.

מצנתרים במשרה מלאה המבצעים פעולות מורכבות ☹️
במיוחד עשויים לשהות בחדר הצנתורים למעלה
מ 800 - שעות בשנה.

ממוצע השעות בהן שוהה אלקטרופיזיולוג התערבותי ☹️
בחדר הצנתורים הינו- כ 700 שעות בשנה



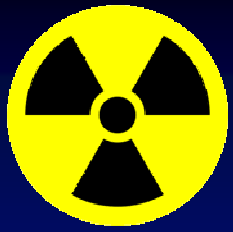
רמת החשיפה של קרדילוגים אלקטרופיזיולוגים התערבותיים 😞
עשויה להיות גבוהה אף יותר מהנתונים הללו לאור העלייה
בשנים האחרונות בשיעור הפעולות המורכבות שהללו מבצעים
ובמיוחד השתלה של קוצבים דו-חדריים CRTD וכן צריבה ע"י
גלי רדיו של הפרעות קצב מורכבות [EPS ואבלציה].

פעולות אלו כרוכות בזמני קרינה ארוכים שעלולים אף להגיע ל
120 דקות קרינה בפעולה. 😞

בנוסף, בעת ביצוע השתלות של קוצבי לב ודפיברילטור
אוטומאטי שוהה האלקטרופיזיולוג בקרבה רבה מאד למקור
הקרינה דבר המגביר בשיעור ניכר החשיפה לקרינה באברי
הגוף הלא מוגנים- ראש, צוואר ועיניים



ציוד מגן אישי:



הקפדה על הצמדת מסך עופרת להגנה ויצירת "קיר הגנה"





**קיימת שונות בין מצנתרים ובין מעבדות צנתור
בהקשר לחשיפה לקרינה וזאת כתלות בכמות
הפעולות המבוצעות, במורכבותן, במשכן, באיכות
מכשור הרנטגן וברמת המיגון המיושמת.**

**יחד עם זאת ובאופן כללי מדובר בחשיפה
משמעותית ונכבדת ביותר שאיננה תורמת (בלשון
המעטה) לבריאותם של העוסקים במלאכה.**



בגישה רדיאלית – יותר קרינה לרופא





הקרדיולוגים נוטים לקבל את סיכוני הקרינה כרע הכרחי או "כמחיר הנדרש לעסוק במקצוע".

רובנו נוטים להדחיק את הבעיה "הבלתי נראית לעין" תוך תקווה מקווה שציוד המיגון ימנע חשיפה עודפת ואת הסיכון לממאירות.

ציוד המיגון עצמו, לא השתנה כמעט בעשרים השנים האחרונות בו בזמן שהפעולות נעשו מורכבות וארוכות יותר. אך למרות זאת ההתפתחות הטכנולוגית בתחום בטיחות ומיגון הפעולות נשארה מינימלית.



בנוסף, ולצערנו הרב, המעסיקים מעדיפים להדחיק את סיכוני המצנתר.

למרות שעות הארוכות של עבודה תחת חשיפה לקרינה - ארוכות הרבה יותר וממוגנות הרבה פחות מכל "עובד קרינה" אחר, איננו זוכים בכל בתי החולים לזכויות עודפות ולא להכרה חלילה - כתאונת עבודה - בעת תחלואה.



**במקביל, רופאים רדיולוגים וטכנאי רנטגן,
הנחשפים לקרינה בכמות נמוכה בהרבה מזו
שלה נחשפים הקרדיולוגים המצנתרים
והאלקטרופיזיולוגים ההתערבותיים, זוכים
לתנאי עבודה מועדפים כולל ימי חופשה ביתר**



VIEWPOINT

Is brain cancer an occupational disease of cardiologists?

Murray M Finkelstein PhD MDCM CCFP

- Finkelstein MM.
- Is brain cancer an occupational disease of cardiologists?
- Can J Cardiol. 1998;14:1385-8.



Malignancies among physicians working with radiation

Country	Year diagnosed	Age	Years of radiation exposure [Latency period]	Type	Side
Toronto, Canada	1997	62	20	Glioblastoma	NA
Toronto, Canada	1997	53	20 [including Nuclear Medicine]	Glioblastoma	NA
Paris, France	2001	56	25	Glioblastoma	Left side
Paris, France	2005	49	22	Glioblastoma	Left side
Haifa, Israel	2009	62	32	Glioblastoma	Left side
Sweden	NA		20	acoustic neurinoma	
Sweden	NA		28	meningioma	
Sweden	NA		31	oligodendrinoma	

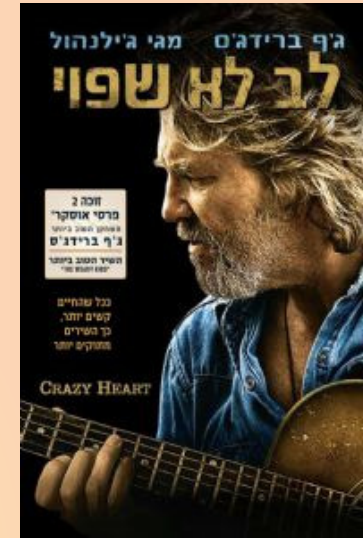
Roguin et al, In press



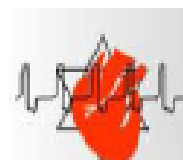
**Hardell et al, Ionizing radiation, cellular telephones
and the risk for brain tumours.**

Eur J Cancer Prev. 2001; 10:523-9.

- Increased risk for brain tumors in the work as a physician of OR 6.00, 95% CI 0.62-5



האיגוד הקרדיולוגי בישראל
ISRAEL HEART SOCIETY



החוג הישראלי לקיצוב ואלקטרופיזיולוגיה
THE ISRAEL WORKING GROUP ON PACING AND
ELECTROPHYSIOLOGY

30 ליולי 2010

לכב'

פרופ' גדי קרן - נשיא

פרופ' דורון זגר – מזכיר

האיגוד הקרדיולוגי בישראל

הנדון : חשיפת יתר לקרינה במסגרת העבודה של קרדיולוגים מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים

עבודתם של הקרדיולוגים התערבותיים – מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים כאחד כרוכה בחשיפה רבה לקרינת רנטגן מיננת העלולה לסכן את בריאותם לאורך זמן.

בסקר שערך החוג לקרדיולוגיה התערבותית בקרב מצנתרים בכירים בשנת 2008 עלו נתוני החשיפה הבאים:
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג הזה: 267 mRAM ולהמש שנים: 885 mRAM .
מנת הקרינה הממוצעת לשנה בתג עין: 1058 mRAM ולהמש שנים: 7266 mRAM .



אי לכך אנו פונים בבקשה להכרה בקרדילוגים ההתערבותיים (מצנתרים ואלקטרופיזיולוגים) כעובדי קרינה עם תנאי העבודה הנלווים כמו גם הכרה במחלות קרינה כבתאונת עבודה.

באופן ספיציפי אנו דורשים:

1. תוספת 12 ימי חופשה בשנה (יום לכל חודש עבודה מעבר לימי החופשה הסטנדרטים המגיעים לרופאים לפי תפקידם ודרגתם) לקרדילוגים החשופים לקרינה במסגרת עבודתם במשרה מלאה.

2. תוספת 20% למשכורת הבסיסית ובהגדרה של "תוספת חריגה לקרדילוגים עובדי קרינה" לקרדילוגים החשופים לקרינה במסגרת עבודתם במשרה מלאה.

3. הכרה במחלות קרינה ומחלות אורטופדיות הקשורות בלבישת ציוד מגן כבתאונת עבודה על כל המשתמע מבחינת האחריות הביטוחית בנושא זה.

4. הטמעה בבדיקה השנתית שנדרש כל עובד קרינה לעבור, בדיקת ציוד המיגון - דהיינו חלוק העופרת, משקפי המגן והתאמתם האישית לעובד.

5. כניסה לתהליך של רכישה והטמעת שימוש באמצעי מיגון מיטביים כולל שימוש בתאי מיגון מקרינה

6. ההופכים להיות נפוצים בשימוש ומייתרים הצורך בלבישת חלוקי עופרת ועשויים להפחית בעיות

7. אורטופדיות משמעותיות וכן אובדן ימי עבודה כתוצאה מכך.



כנס מודעות לסכנת הקרינה הרפואית חשיפת הרופא לקרינה והשלכותיה

26.5.11 - מוזיאון ארץ ישראל אודיטוריום קלצ'קין, רח' חיים לבנון 2, ת"א

10:15-10:00 התכנסות - קפה ומאפה

10:30-10:15 ברכות - ר"ד ליאוניד אידלמן - יו"ד הר"י /

ר"ד ישראל אייליג, סגן יו"ד הר"י / ד"ד נמרוד רחמימוב, סגן יו"ד הר"י

11:30-10:30 חשיפת הרופא לקרינה והשלכותיה - ד"ד גני ברסל, יו"ד החברה לרדיולוגיה פולשנית ומנהל מחלקת דימות רפואי, בי"ח מאיר

11:45-11:30 עמדת איגוד הקרדיולוגים בנוגע לקרינה כחדרי הצנתורים בישראל - פרופ' רוגין אריאל, מנהל היחידה לקרדיולוגיה פולשנית, בי"ח רמב"ם

12:00-11:45 Occupational Exposure to Ionizing Radiation for Nuclear Medicine Physicians - ד"ר ג'ון קנרי, המכון לרפואה גרעינית בי"ח רמב"ם

12:20-12:00 טיפול ביסוח לאומי בנפגעי קרינה -

ר"ד מריו סקולסקי, המנהל הרפואי, המוסד לביסוח לאומי

13:30-12:20 פאנל נציגי האיגודים המדעיים בהנחיית ד"ד ליאוניד אידלמן

איגוד האורולוגים הישראלי / איגוד המרדמים בישראל / האיגוד הישראלי לרפואה דחופה /

איגוד הישראלי לאורתופדיה - ר"ד אלן ענר / האיגוד הישראלי לכירורגיית כלי דם -

פרופ' יהודה וולף, יו"ד האיגוד / האגודה לרפואת כאב - ר"ד סילביו בריל, יו"ד האגודה /

איגוד הישראלי לנוירוכירורגיה, ר"ד זאב פלדמן

14:00-13:30 מזנון צהריים



ייחכנו שיטיים בסדר היום /
הסדר חניה חינם בחניון המוזיאון /
כנס זה יחשב כיום השתלמות בגיבוי הר"י

תודה רבה

Radiation during cardiovascular imaging

Ariel Roguin MD, PhD,
Cardiology
Rambam Medical Center

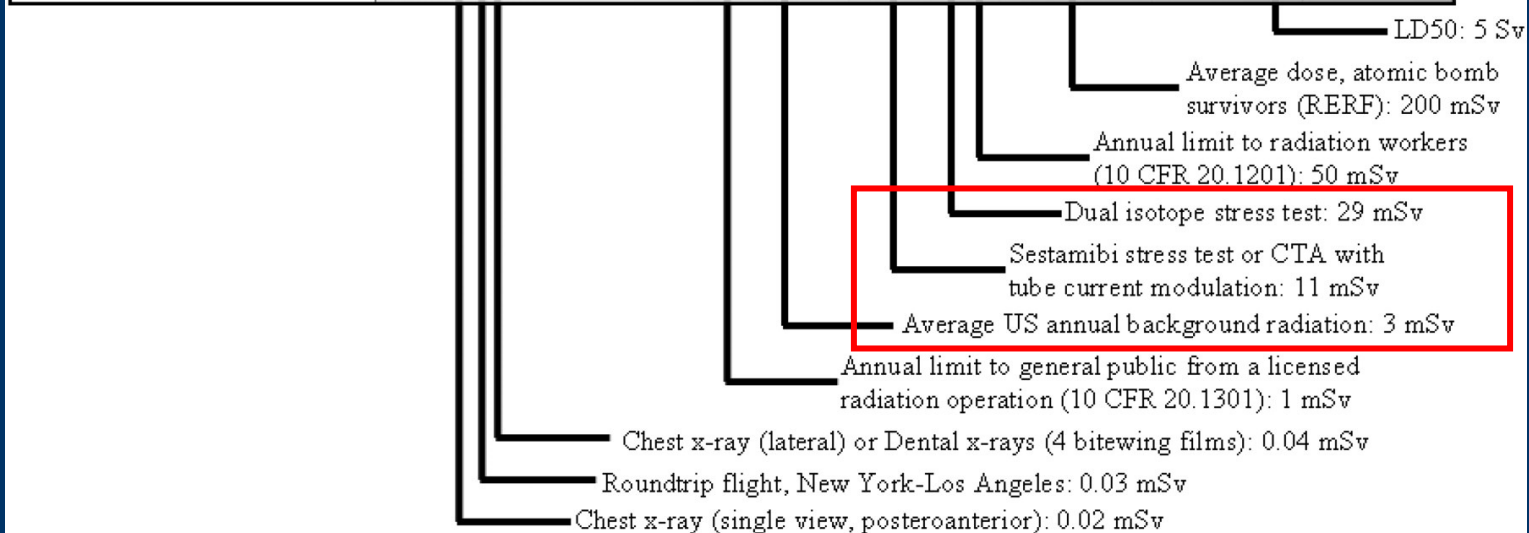


Units of Absorbed Dose

Units not normalized by w_R	mGy	0.01	0.1	1	10	100	1,000	10,000
	rad=cGy	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1,000
	Gy	0.00001	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10

Units of Effective Dose, Equivalent Dose, and Weighted Equivalent Dose

Units normalized by w_R	mSv	0.01	0.1	1	10	100	1,000	10,000
	rem=cSv	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1,000
	Sv	0.00001	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10
# of Chest x-rays (PA)		0.5	5	50	500	5,000	50,000	500,000

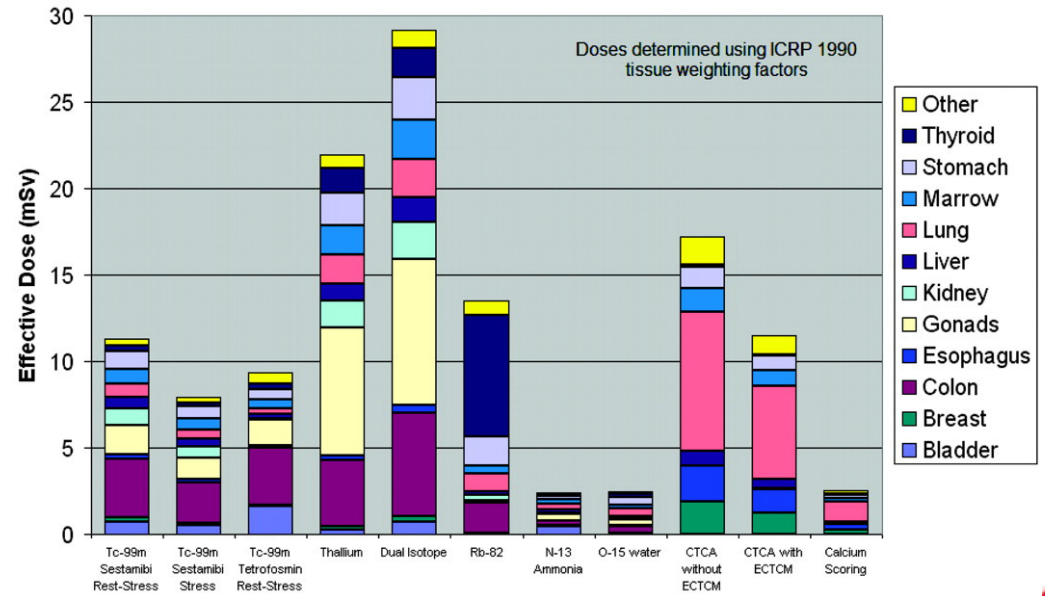
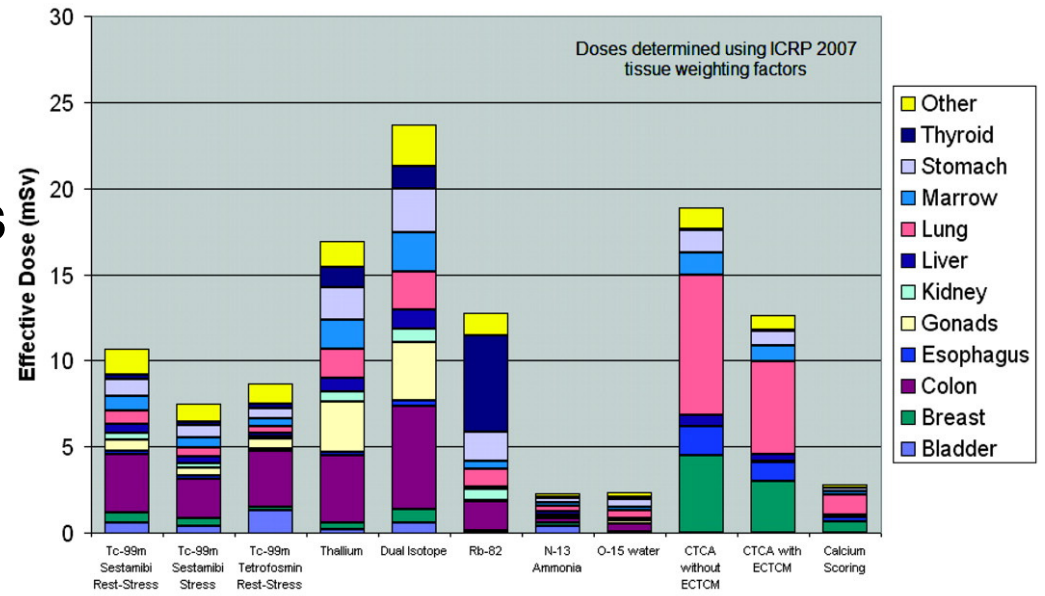


Top, Relationship between units of organ absorbed dose, using a log scale. Bottom, Relationship between units of effective dose, with effective doses of some representative **radiation** sources.

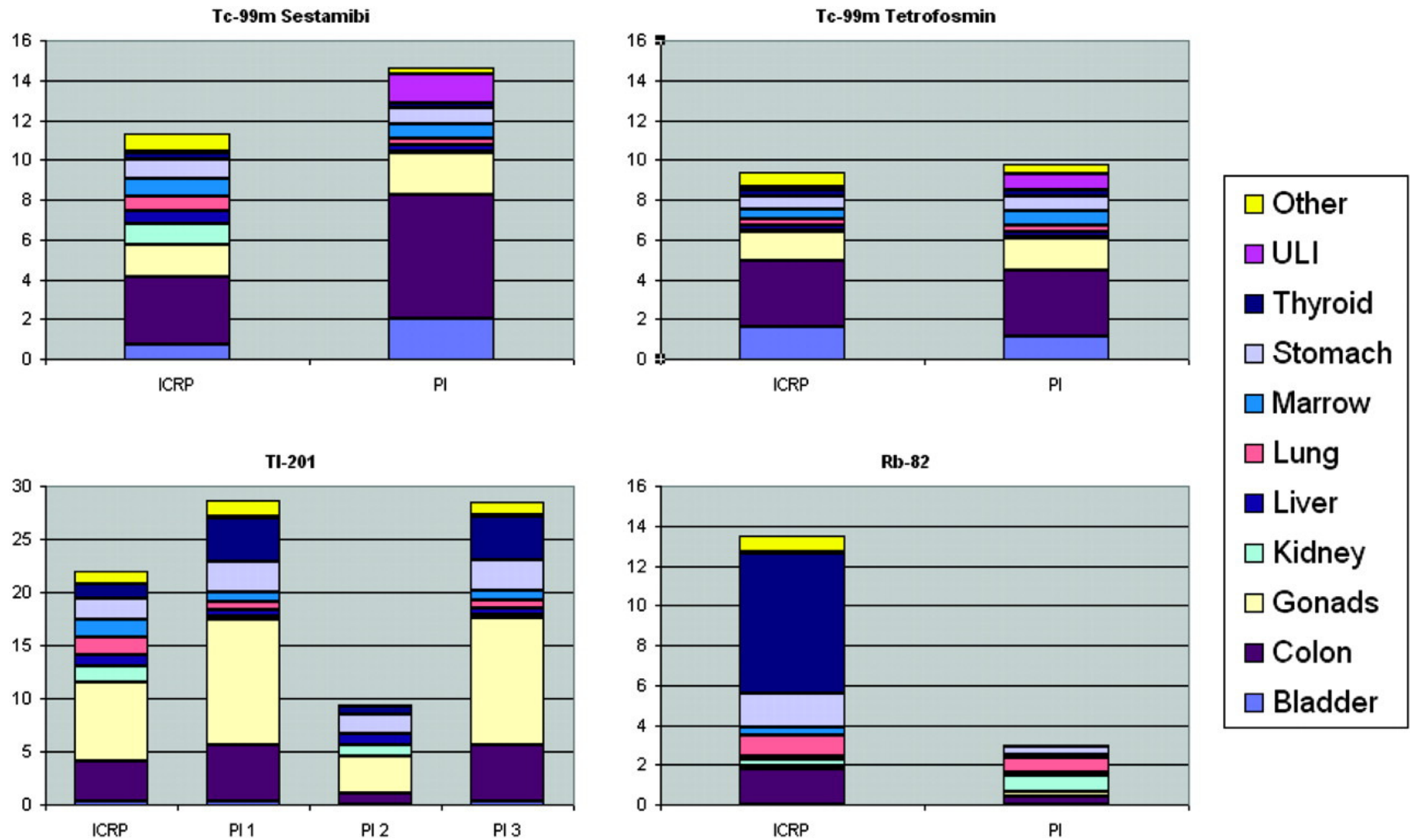
CFR indicates Code of Federal Regulations; RERF, **Radiation** Effects Research Foundation; LD50, lethal dose to 50% of individuals; and w_R , **radiation** weighting factor (=1 for x-rays and γ -rays). Chest x-ray dose of 0.02 mSv per European Commission.



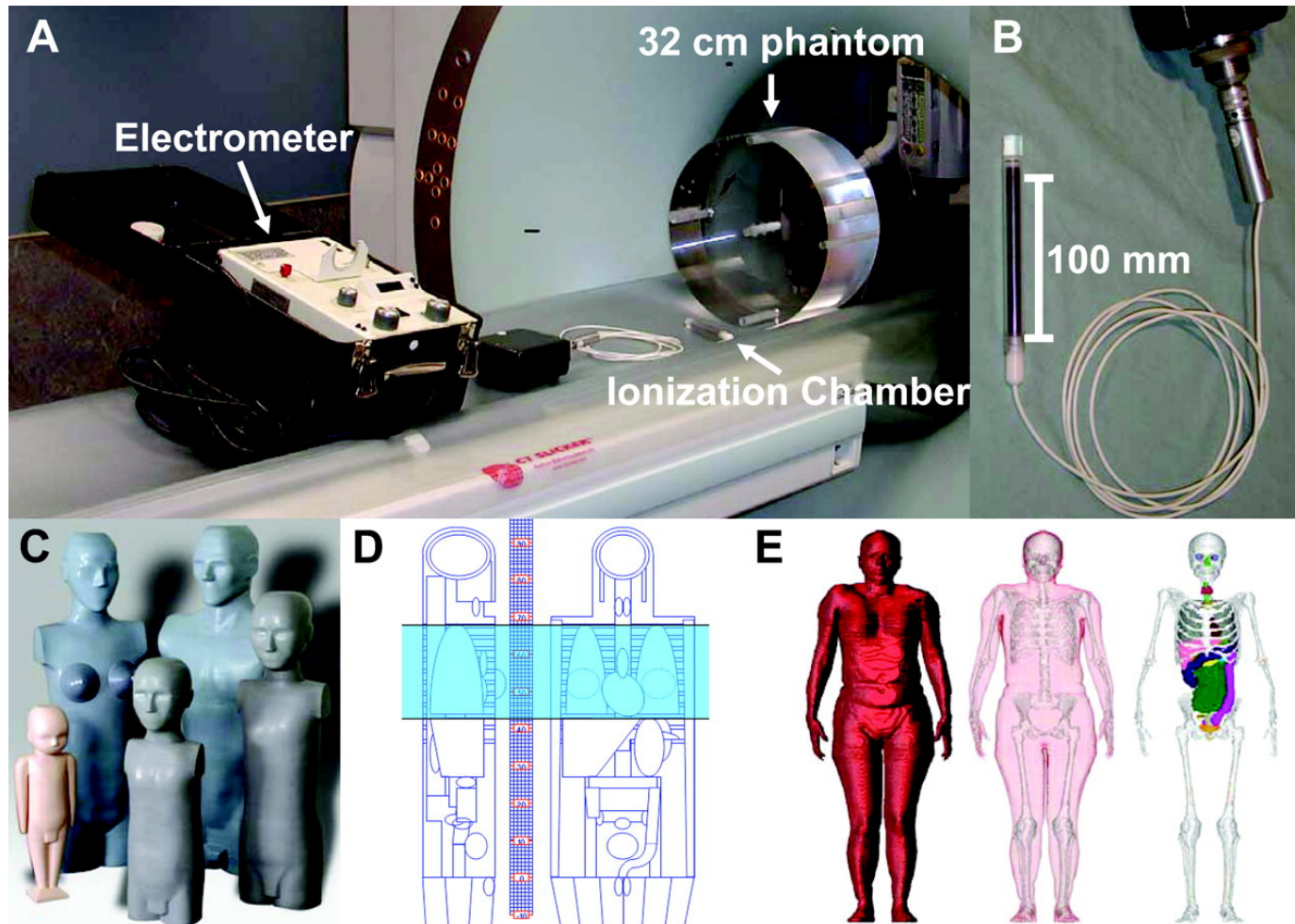
Estimated effective doses and weighted organ equivalent doses from some standard cardiac radionuclide studies



Comparison of estimated effective doses (mSv) for standard myocardial perfusion imaging protocols, determined with the use of ICRP and manufacturers' PI dose coefficients



CT dosimetry measurement tools



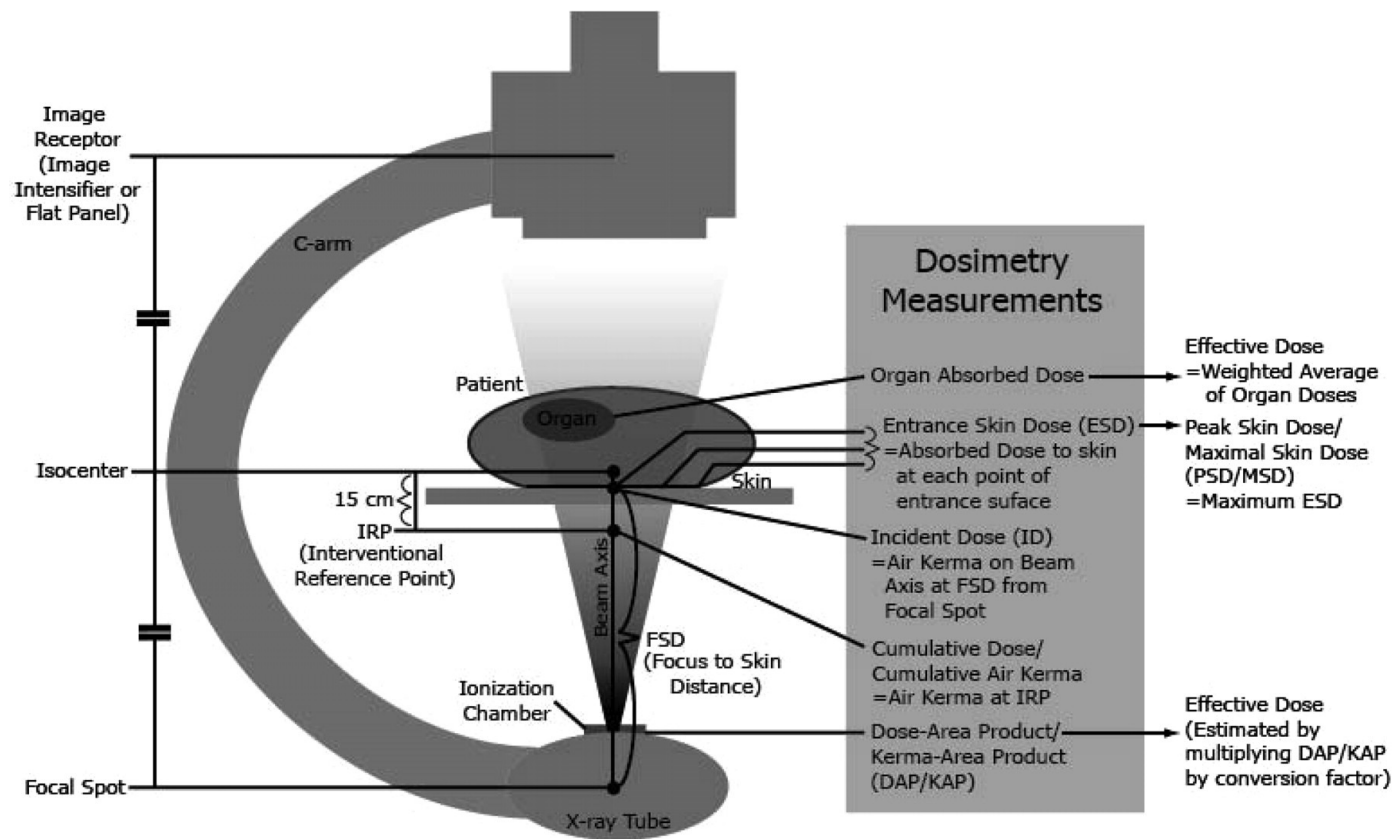
Einstein, A. J. et al. *Circulation* 2007;116:1290-1305

Circulation

Copyright ©2007 American Heart Association

American Heart
Association® 
Learn and Live™

Fluoroscopy/fluorography dosimetry terminology



Einstein, A. J. et al. *Circulation* 2007;116:1290-1305



Roguin, Rambam - Radiation during cardiovascular imaging