

Alleanza per l'uso sicuro delle
radiazioni nell'Imaging
Radiologico Pediatrico

Campagna *Image Gently*

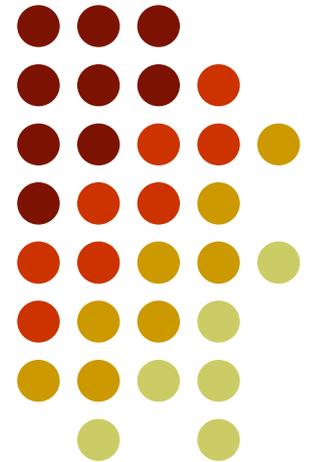


Image Gently - Step Lightly:

Applicare il principio ALARA in Radiologia Interventistica Pediatrica

John M Racadio, MD¹

Bairbre Connolly, MB²

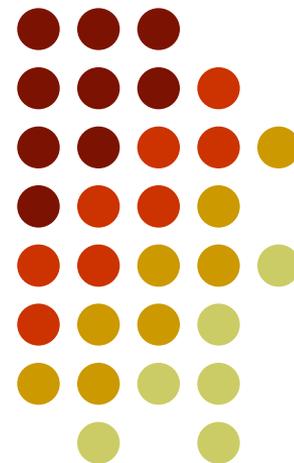
¹ Cincinnati Children's Hospital Medical Center

² The Hospital for Sick Children, Toronto



Traduzione a cura di:

Marco A. CICCONE



Perchè è importante?



- Nel marzo 2009, il National Council on Radiation Protection and Measurement ha emesso un “critical report” in cui era riportato che la dose radiante erogata alla popolazione USA risultava drammaticamente in costante incremento a partire dai primi anni '80.
- Le procedure di Radiologia Interventistica (IR) forniscono il terzo maggior contributo all'aumento della dose alla popolazione dovuta a procedure mediche negli USA.
- I bambini sono maggiormente sensibili agli effetti delle radiazioni ionizzanti ed hanno una prospettiva di vita maggiore degli adulti per cui in essi si possono manifestare danni dovuti ad esposizione a radiazioni.
- I bambini sottoposti a procedure possono inoltre soffrire di patologie croniche in molti casi e perciò ricevere una dose cumulativa, dovuta a procedure ripetute nel corso della vita.



Kase KR (2009) Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland.

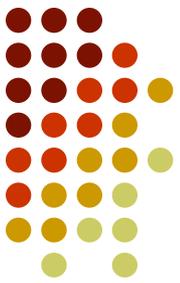
Swoboda N, Armstrong D, Smith J, et al. (2005) Pediatric patient surface doses in neuroangiography. *Pediatr Radiol* 35:859-866.

Rose S, Andre M, Roberts A, et al. (2001) Integral role of interventional radiology in the development of a pediatric liver transplantation program. *Pediatr Transplant* 5:331-338.

Ahmed B, Shroff P, Connolly B, et al. (2008) Estimation of Cumulative Effective Doses From Diagnostic and Interventional Radiological Procedures in Pediatric Oncology Patients. *Society for Pediatric Radiology*, Scottsdale, Arizona.

Thierry-Chef I, Simon S, Miller D (2006) Radiation dose and cancer risk among pediatric patients undergoing interventional neuroradiology procedures. *Pediatr Radiol* 36 Suppl 2:159-162.

Il principio ALARA

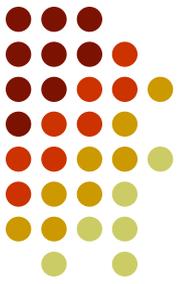


“As Low As Reasonably Achievable”

- Principio guida generale per l'esposizione a radiazioni ionizzanti
- Mantenere la dose di esposizione a radiazioni ionizzanti quanto più bassa possibile per ogni procedura, rispondendo ai quesiti clinici necessari

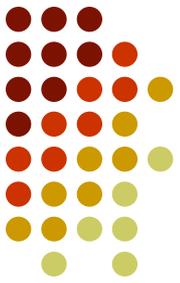


Obiettivi di apprendimento



- ✓ Familiarizzare con le strategie utili a ridurre la dose ai pazienti e agli operatori durante le procedure interventistiche a guida fluoroscopica
- ✓ Imparare quali strumenti di QA e QC è utile implementare nelle diagnostiche per migliorare la radioprotezione
- ✓ Descrivere in breve alcune recenti implementazioni tecnologiche ed il loro impatto sulla radioprotezione

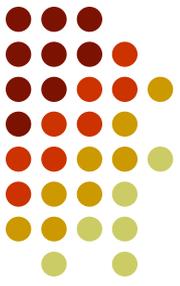




Accorgimenti tecnici e pratici per ridurre la dose radiante a pazienti e operatori



Principi Guida



- ✓ Orientarsi alla radioprotezione di:
 - pazienti e staff
- ✓ Paziente: ottimizzare la dose radiante significa acquisire le immagini diagnostiche (guida fluoroscopica) utilizzando la quantità di radiazioni sufficiente per ottenere un imaging di qualità adeguata

image
gentlySM



Principi Guida

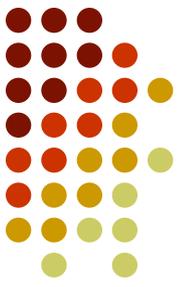


- ✓ Staff: la radiazione diffusa presente nella sala diagnostica è direttamente proporzionale alla dose erogata al paziente; se viene ridotta la dose al paziente, viene ridotta anche la dose all'operatore principale ed allo staff

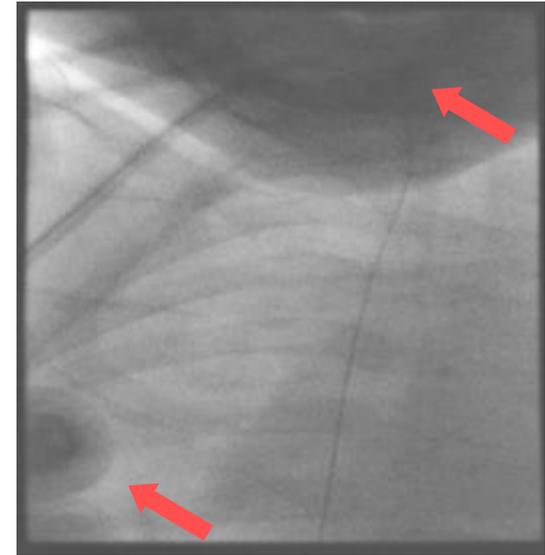
OBIETTIVO

Ottimizzare la dose al paziente e
minimizzare la dose all'equipe

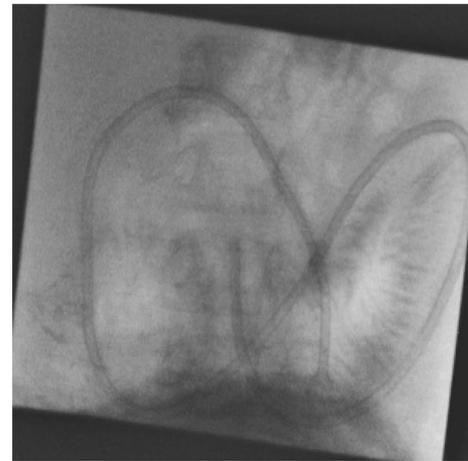
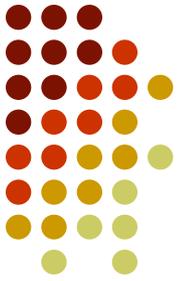
Caratteristiche peculiari in Interventistica Pediatrica



- ✓ Dimensioni del paziente (500 g – 80 Kg)
- ✓ Vicinanza dell'operatore al fascio radiogeno
- ✓ Compromesso: occorre stare vicino al bambino, ma le mani devono essere lontane dal fascio radiogeno
- ✓ Dimensioni dell'IB adatte al bambino
- ✓ Utilizzo degli ingrandimenti aumenta la dose
- ✓ Maggiore radiosensibilità del paziente pediatrico
- ✓ Longevità del paziente pediatrico
- ✓ Utilizzare l'ecografia quando possibile



In Pratica



Quante volte abbiamo:

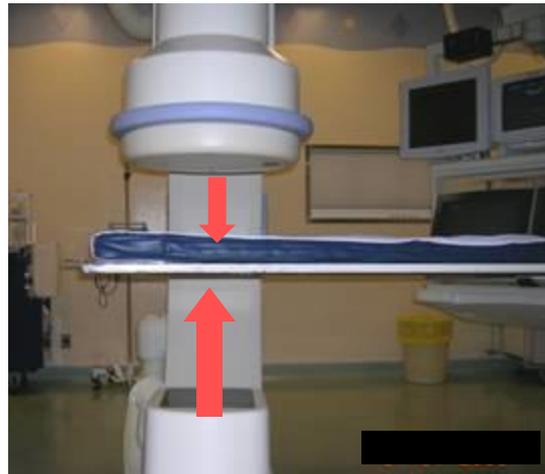
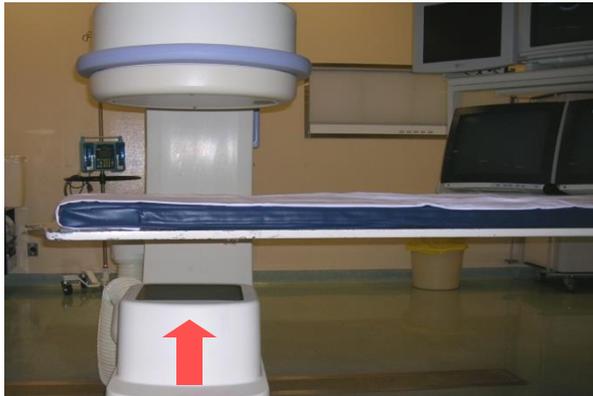
- ✓ Lasciato le mani sotto il fascio radiogeno?
- ✓ Trascurato la sicurezza personale?
- ✓ Girato le spalle al fascio radiogeno?
- ✓ Dimenticato il piede sopra il pedale?
- ✓ Allontanato una barriera protettiva?



Posizionamento Radiologico Corretto*

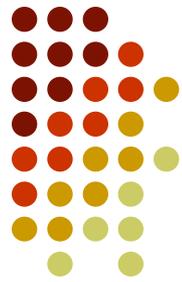


- ✓ Massimizzare la distanza tra tubo radiogeno e paziente
- ✓ Minimizzare la distanza tra paziente e IB
- ✓ Posizionarsi al lato dell'IB
- ✓ Applicare la Legge inverso del quadrato della distanza



* *Il Tecnico di Radiologia riveste un ruolo cruciale*

Controllare la fluoroscopia



- ✓ Collimare
- ✓ Limitare l'uso delle radiazioni alla valutazione necessaria delle strutture in movimento
- ✓ Utilizzare la funzione LIH (Last Image Hold) per rivedere i reperti precedentemente acquisiti
- ✓ Esposizione non necessaria/accidentale fluoro – *Fare attenzione!*
- ✓ Allarmi sonori
- ✓ Utilizzare la fluoroscopia pulsata al più basso rateo possibile (30/sec, 15/sec, 7.5/sec, 3.5/sec)
- ✓ Consolle all'interno della sala – aumenta l'attenzione alla dose
- ✓ IG Checklist

ALLARMI



PEMNET

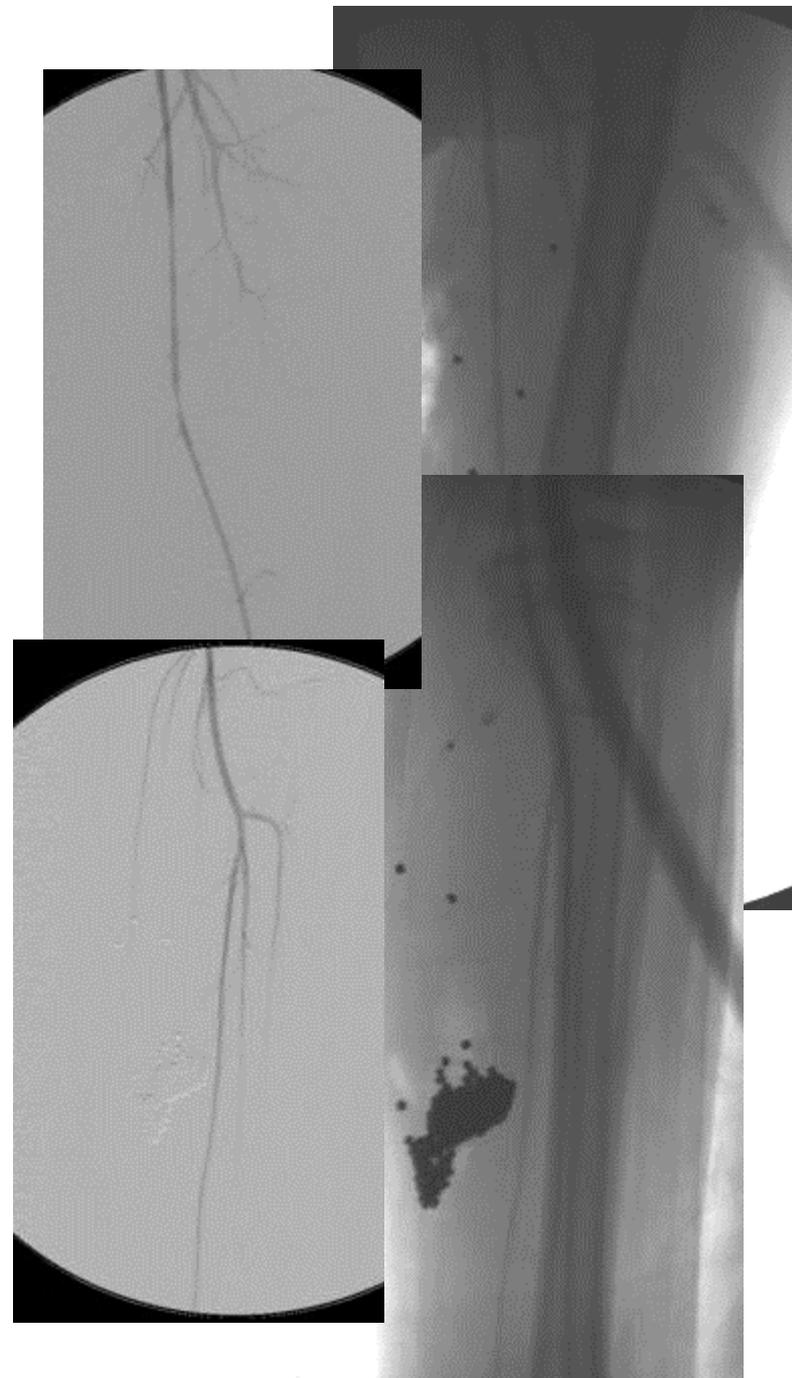


Ridurre la Dose

- ✓ Ridurre il FOV (collimare)
- ✓ Ridurre al minimo la sovrapposizione dei campi
- ✓ Usare la fluoroscopia pulsata (7 o 3 p/sec)
- ✓ Usare un basso frame rate (4 o 2 o 1 f/sec)
- ✓ Evitare serie non necessarie



image
gentlySM



Protezioni individuali - Mani

- ✓ Mani fuori dal fascio radiogeno!
- ✓ Dosimetria (es. anelli)
- ✓ Osservare l'inclinazione del fascio radiogeno
- ✓ Collimazione
- ✓ Attenzione!!

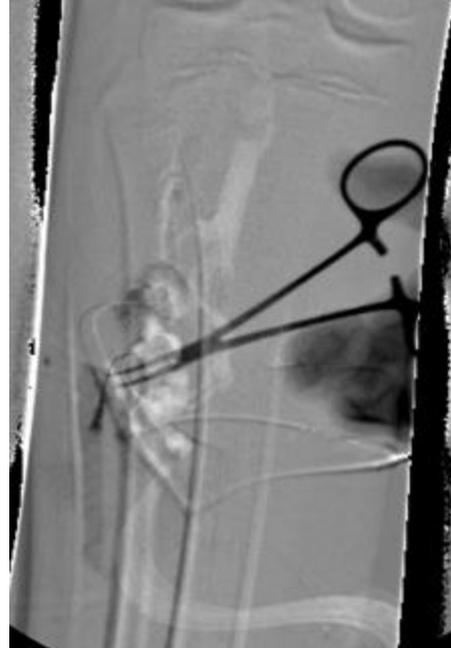
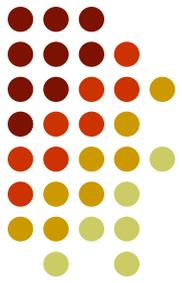


image
gentlySM





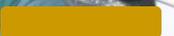
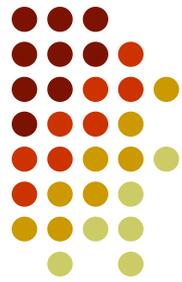
Controllare il numero delle immagini

- ✓ Limitare l'acquisizione a ciò che è essenziale a scopo diagnostico (o documentale)
 - ❖ Last image hold (LIH)
 - ❖ Riflettere - Pianificare ogni serie
 - ❖ Riflettere - # frames / secondo
 - ❖ Riflettere - ingrandimento



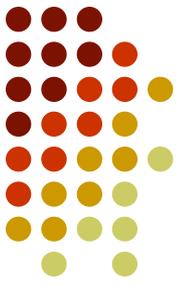
Protezioni strutturali - Barriere

- ✓ Grembiuli Pb-equivalenti iposcopici
- ✓ Schermi pensili
- ✓ Barriere mobili
- ✓ Telini radioprotettivi non-Pb per pazienti

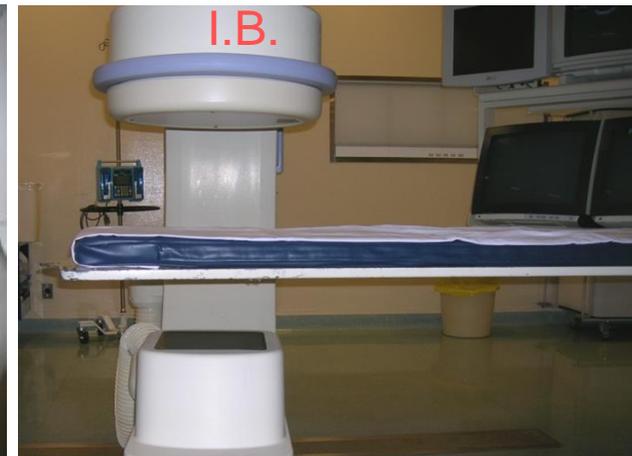


Protezioni Personali

Attenzione alla geometria !!



- ✓ Essere sempre consapevoli della posizione del proprio corpo rispetto al fascio radiogeno
- ✓ Fascio radiogeno orizzontale: operatore e staff dovrebbero stare di fianco al recettore (IB)
- ✓ Fascio radiogeno verticale: il recettore (IB) dovrebbe essere sopra il tavolo



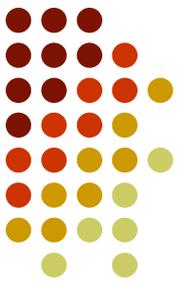
Protezioni Personali - Indumenti



- ✓ Grembiuli Pb-equivalente di taglia adeguata (ginocchia)
- ✓ Occhiali piombati (con protezioni laterali)
- ✓ Protezioni tiroide
- ✓ Guanti piombati
 - * anestesista
 - * operatore



Ergonomia del Team*

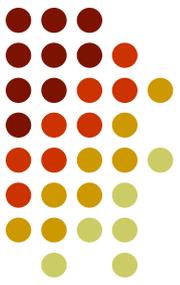


- ✓ Istruire operatori e staff “*sull’ergonomia della stanza*”: posizionarsi correttamente quando viene usata la fluoroscopia; valutarne periodicamente i comportamenti
- ✓ Legge dell’inverso del quadrato della distanza
- ✓ Barriere/indumenti di protezione solo frontale o totale
- ✓ Identificare e fornire i migliori presidi personali radioprotettivi per operatori e staff



***Riconoscere competenze e la funzione di vigilanza dei tecnici di radiologia**

Riassunto

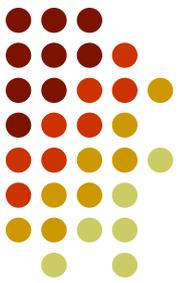


Obiettivi

Ottimizzare la dose radiante per il paziente
e minimizzare la dose radiante per l'equipe

1. *CONSAPEVOLEZZA*
2. *ALARA - Per ridurre la dose al paziente*
3. *ATTENZIONE - Per minimizzare la dose al team*

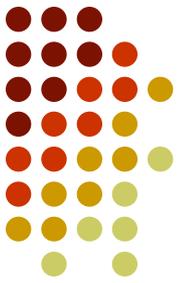




Strategie potenziali per ottimizzare l'esposizione radiante durante le procedure interventistiche guidate dalla fluoroscopia



Il Mondo Ideale

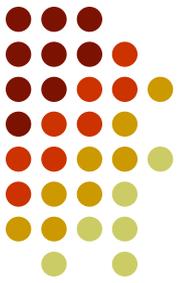


- ✓ Successo Clinico
- ✓ La quantità più bassa possibile di radiazione
- ✓ Imaging adeguato

- ✓ Seguendo Linee Guida e Protocolli
 - Basati su studi scientifici correttamente condotti (EBM)



La Realtà (Odierna)



- ✓ Molte procedure IR richiedono immagini di elevata qualità, un tempo di fluoroscopia lungo o entrambe le cose
- ✓ NON ci sono “consensus guidelines” !!
- ✓ Le procedure differiscono da istituto ad istituto e, a volte, *all'interno* dello stesso istituto



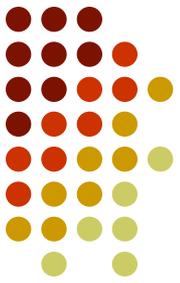
Da dove possiamo partire?



- ✓ Ottimizzare i parametri di acquisizione delle apparecchiature a raggi X
- ✓ Ispezionare e mantenere regolarmente le apparecchiature
- ✓ Istruire adeguatamente lo staff sulle caratteristiche delle apparecchiature: qualità delle immagini e dose
- ✓ Sviluppare programmi di dosimetria (QA & QC)



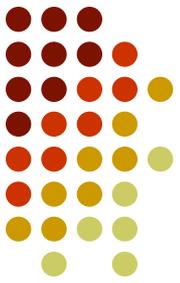
Apparecchiature



- ✓ Includere nelle decisioni il Fisico medico
- ✓ Selezionare e mantenere
- ✓ Incorporare nell'apparecchiatura tecnologie di riduzione e di monitoraggio (registrazione) della dose
- ✓ Implementare un programma di Miglioramento Continuo della Qualità
 - Appropriato programma QA apparecchiature a raggi X
 - Supervisionato da un Fisico medico
 - Calendario di valutazione / ispezione



Formazione e addestramento



- ✓ Addestramento approfondito degli operatori
 - Radiobiologia, Fisica, Sicurezza
- ✓ Frequentare corsi di qualità elevata organizzati da società professionali specialistiche
- ✓ Conforme ai requisiti legislativi richiesti dallo Stato



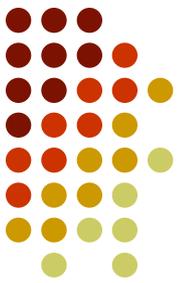
Registrazione Dosimetrica



- ✓ Misurare e Registrare la dose per ogni paziente
- ✓ Registrare il tempo di scopia
- ✓ Registrare tutte le misure dosimetriche possibili
 - DAP (Dose Area Product)
 - Dose Cumulativa
 - Dose Cute
- ✓ Informare i pazienti che hanno ricevuto dosi elevate, di tenere sotto osservazione la cute della zona corrispondente all'entrata del fascio radiogeno (zona di possibile eritema).



Follow-UP Dosimetrico



- ✓ Sviluppare metodi per identificare / quantificare gli effetti tardivi
- ❖ Implementare strumenti per documentare chiaramente il numero ed il tipo di procedure interventistiche a cui i pazienti sono sottoposti
- ❖ Tenere un database di tutti i pazienti con descrizione delle procedure e informazioni sulle dosi ricevute
- ❖ Rivedere le informazioni sulla dose per identificare i pazienti sottoposti a dosi elevate ($>3\text{Gy}$) e seguirli in follow-up
- ❖ Stabilire procedure di follow-up, ad esempio includendo l'esame della cute dopo 30 gg. dalla procedura



Follow-UP Dosimetrico: Esempio



A. Philips Integris Units (Hospital Tower)

Cumulative Total Examination Dose: _____ Gy cm² (Dose Area Product: DAP)

If > 180 Gy cm², examine patient at ~ 21(±7) days post exposure and return results below.

B. General Electric Precision Units (Department of Radiology)

Total Dose: _____ mGy

If > 3000 mGy (>3 Gy), examine patient at ~ 21(±7) days post exposure and return results below.

- I will arrange clinical examination of the patient at ~ 21(±7) days post exposure* and return a brief summary of the clinical examination to Interventional Radiology for QA purposes.

*Note: a.) The threshold for temporary epilation is ~3 Gy corresponding to ~ 180 Gy cm² (under the model assumptions) which occurs at ~ 3 weeks post exposure.

b.) The threshold for main erythema is ~6 Gy corresponding to ~ 360 Gy cm² (under the model assumptions) which peaks at ~ 2 weeks post exposure.

- I acknowledge receipt of this notification.

Signed: _____ Date: _____



image
gentlySM

Radiation Exposure and Follow-up Form

Procedure: _____
 Date of Procedure: _____ MR#: _____
 Procedure: _____ Procedure Room: _____
 Radiologist/Cardiologist: _____

A. Philips Integris Units (Hospital Tower)
 Cumulative Total Examination Dose: _____ Gy cm² (Dose Area Product: DAP)
 If > 180 Gy cm², examine patient at ~ 21(±7) days post exposure and return results below.

B. General Electric Precision Units (Department of Radiology)
 Total Dose: _____ mGy
 If > 3000 mGy (>3 Gy), examine patient at ~ 21(±7) days post exposure and return results below.

- I will arrange clinical examination of the patient at ~ 21(±7) days post exposure* and return a brief summary of the clinical examination to Interventional Radiology for QA purposes.

*Note: a.) The threshold for temporary epilation is ~3 Gy corresponding to ~ 180 Gy cm² (under the model assumptions) which occurs at ~ 3 weeks post exposure.

b.) The threshold for main erythema is ~6 Gy corresponding to ~ 360 Gy cm² (under the model assumptions) which peaks at ~ 2 weeks post exposure.

- I acknowledge receipt of this notification.

Signed: _____ Date: _____

Report of follow-up examinations

Date of Follow-up: _____
 Clinical Findings: _____

Physician: _____ Date: _____

- o Exposure Appropriateness - To be reviewed quarterly by Interventional and Cardiology physicians.

*Please detach and return to Interventional Radiology within 7 days of post follow-up exam.

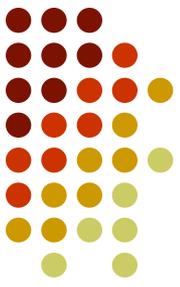
Interazione Medico-Paziente *pre-procedura*



- ✓ Anamnesi per verificare se il paziente è già stato sottoposto a procedure interventistiche
- ✓ Comunicare chiaramente al paziente (genitori) e al medico curante i dettagli della procedura, la dose al paziente ed eventuali effetti collaterali immediati o a lungo termine
- ✓ Informare il paziente sui rischi correlati alle radiazioni ionizzanti, insieme ad altri rischi ed ai benefici associati alla procedura



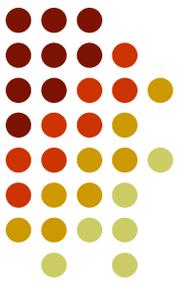
Interazione Medico-Paziente *post-procedura*



- ✓ Pianificare una visita di Follow-Up a 30 giorni se:
 - **Dose cute ≥ 2 Gy o**
 - **Dose cumulativa ≥ 3 Gy**
- ✓ Inviare tutte le informazioni relative alla procedura interventistica (descrizione, note operative, dosi e informazioni sui possibili effetti collaterali a breve o lungo termine) al medico curante del paziente
- ✓ Occorre richiedere in maniera specifica al paziente ed al medico curante di segnalare immediatamente all'operatore responsabile della procedura l'eventuale insorgenza di alterazioni cutanee osservabili

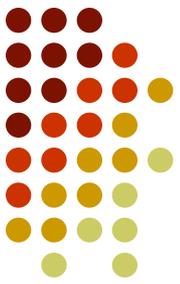


Monitorare e Migliorare la Performance degli Operatori



- ✓ Audit focalizzati agli **esiti** delle procedure (includendo sempre dose radiante somministrata al paziente, relativo ad ogni operatore)
- ✓ **Condividere** le informazioni ricevute negli audit con gli altri operatori e prevedere eventualmente sessioni di addestramento ulteriori
- ✓ Prevedere e realizzare almeno una sessione annuale di **aggiornamento in radioprotezione** per tutto lo staff
- ✓ Collaborare in **trial clinici** per identificare le pratiche migliori, allo scopo di ottimizzare la dose ai pazienti e minimizzare la dose all'equipe

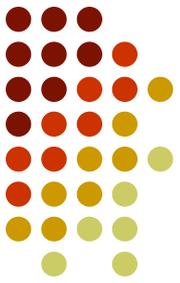




Progressi Tecnologici: Impatto sulla Dosimetria delle radiazioni ionizzanti in Interventistica Radiologica

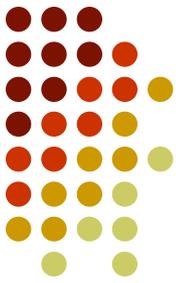


Progressi Tecnologici



- ✓ Angiografia Rotazionale 3D
- ✓ Sistemi con “Flat Detector”
- ✓ Cone Beam CT (“CT-Like Imaging”)

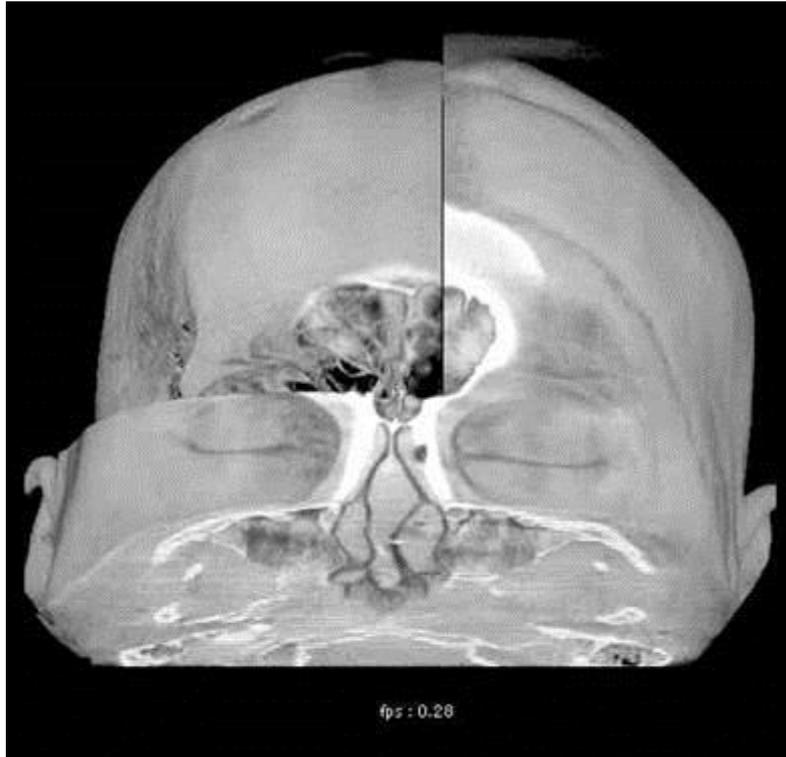
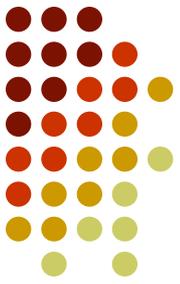




Angiografia Rotazionale 3D

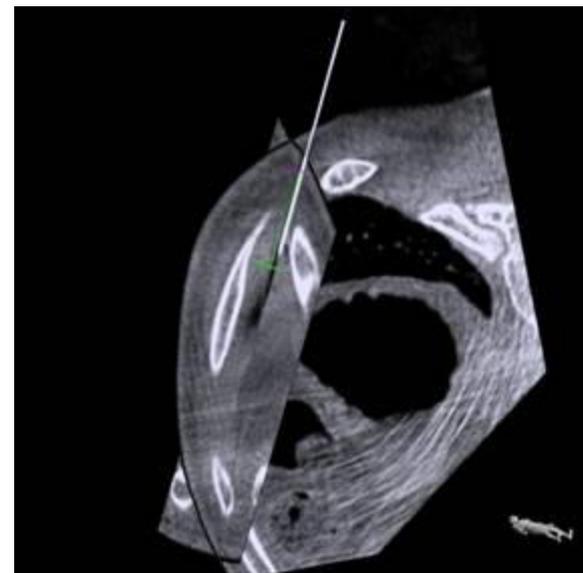
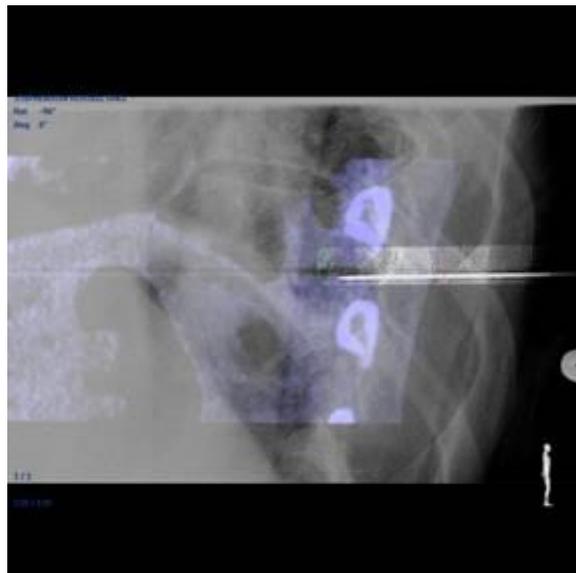
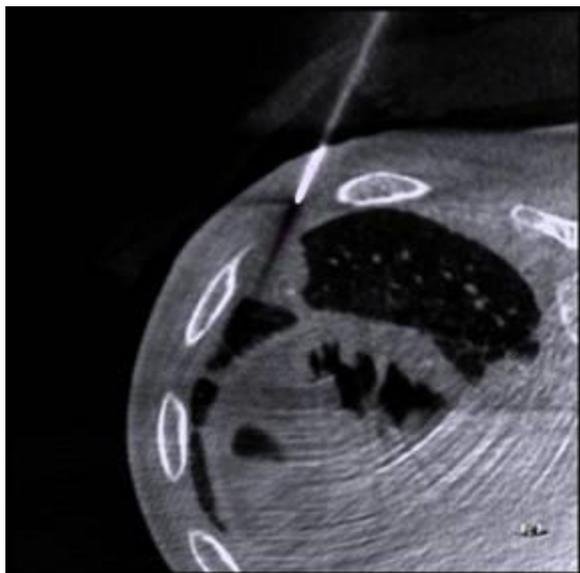


Cone Beam CT (“CT-Like Imaging”)

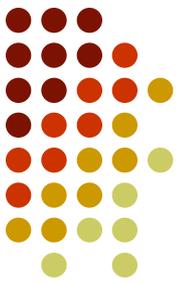


Queste NON sono immagini TC. Sono prodotte da un arco a C (CBCT)

Guida 3D “CT”



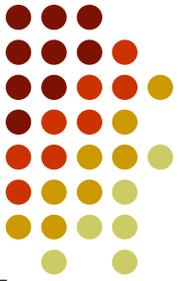
La nostra Responsabilità Collettiva



- ✓ Nelle moderne *suite* di Interventistica Radiologica Pediatrica devono essere condotti più studi dosimetrici
- ✓ I costruttori di apparecchiature devono essere coscienti dell'importanza di limitare l'esposizione a radiazioni ionizzanti nei bambini
- ✓ Le nuove tecnologie devono essere implementate anche in pediatria, ma deve sempre essere prioritariamente eseguita una accurata valutazione dosimetrica



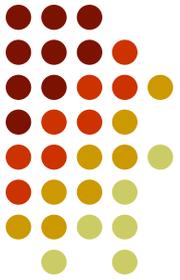
References



- Tsapaki V (2001) Patient and staff dosimetry problems in interventional radiology. Radiat Prot Dosimetry 94 :113-116.
- Staniszewska MA, Jankowski J (2000) Personnel exposure during interventional radiologic procedures. Med Pr 51 :563-571.
- Hidajat N, Vogl T, Biamino G, et al (1996) Radiation exposure in interventional radiology as exemplified by the chemoembolization of hepatocellular carcinoma and laser angioplasty of the pelvic arteries. Rofo 164 :249-256.
- Meier N, Lenzen, H, Sudhoff A, et al (1995) Exposure of personnel in interventional radiology. Radiologe 35 :152-155.
- NiklasonLT, Marx MV, Chan HP (1993) Interventional radiologists : occupational radiation doses and risks. Radiology 187 :729-733.
- Hall E (2002) Introduction to session I : Helical CT and cancer risk. Pediatr Radiol 32 :225.227.
- Bacher K, Bogaert E, Lapere R, et al (2005) Patient-specific dose and radiation risk estimation in pediatric cardiac catheterization. Circulation 111 :83-89.
- Swoboda NA, Armstrong DG, Smith J, et al (2005) Pediatric patient surface doses in neuroangiography. Pediatr Radiol 35 :859-866.
- Streulens L, Vanhavere F, Bosmans H, et al (2005) Skin dose measurements on patients for diagnostic and interventional neuroradiology : a multicentre study. Radiat Prot Dosimetry 114 :143-146.
- Fletcher DW, Miller DL, Balter S, Taylor MA (2002) Comparison of four techniques to estimate radiation dose to skin during angiographic and interventional radiology procedures. J Vasc Interv Radiol 13 :391-397.
- Ropolo R, Rampado O, Isoardi P, et al (2001) Evaluation of patient doses in interventional radiology. Radiol Med 102 :384-390.
- Vano E, Gonzalez L, Fernandez JM, Guibelalde E (1995) Patient dose values in interventional radiology. Br J Radiol 68 :1215-1220.
- Miller DL, Balter S, Cole PE, et al (2003) Radiation doses in interventional radiology procedures; the RAD-IR study : part I : overall measures of dose. J Vasc Interv Radiol 14 :711-727.
- van de Putte S, Verhaegen F, Taeymans Y, Thierens H (2000) Correlation of patient skin doses in cardiac interventional radiology with dose-area product. Br J Radiol 73 :504-513.



References



- Faulkner K (2001) Dose displays and record keeping. *Radiat Prot Dosimetry* 94 :143-145.
- King JN, Champlin AM, Kelsey CA, Tripp DA (2002) Using a sterile disposable protective surgical drape for reduction of radiation exposure to interventionalists. *AJR Am J Roentgenol* 178 :153-157.
- Padovani R, Foti C, Malisan MR (2001) Staff dosimetry protocols in interventional radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 94 :193-196.
- Whitby M, Martin CJ (2005) A study of the distribution of dose across the hands of interventional radiologists and cardiologists. *Br J Radiol* 78 :219-229.
- Jankowski J, Chruscielewski W, Olszewski J, Cygan M (2002) System for personal dosimetry in interventional radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 101 :221-224.
- Anderson NE, King SH, Miller KL (1999) Variations in dose to the extremities of vascular/interventional radiologists. *Health Phys* 76 :S39-40.
- Vehmas T (1993) What factors influence radiologists' finger doses during percutaneous drainages under fluoroscopic guidance? *Health Phys* 65 :161-163.
- Pages J (2000) Effective dose and dose to the crystalline lens during angiographic procedures. *JBR-BTR* 83 :108-110.
- Wyart P, Dumant D, Gourdiere M, et al (1997) Contribution of self-surveillance of the personnel by electronic radiation dosimeters in invasive cardiology. *Arch Mal Cœur Vaiss* 90 :233-238.
- Tsapaki V, Kottous S, Vano E, et al (2004) Occupational dose constraints in interventional cardiology procedures : the DIMOND approach. *Phys Med Biol* 49 :997-1005.
- Hayashi N, Sakai T, Kitagawa M, et al (1998) Radiation exposure to interventional radiologists during manual-injection digital subtraction angiography. *Cardiovasc Intervent Radiol* 21 :240-243.
- National Cancer Institute and Society of Interventional Radiology (2005) *Interventional fluoroscopy; reducing radiation risks for patients and staff.* NIH publication no. 05-5286.
- Cardella JF, Miller DL, Cole PE, et al (2003) Society of Interventional Radiology position statement on radiation safety. *J Vasc Interv Radiol* 14 :S387.

