

# Dosimetria retrospettiva fortuita per emergenze radiologiche

Paola Fattibene

E. Bortolin, C. De Angelis, S. Della Monaca, D. Viscomi

ISS Dip. TESA – INFN Gruppo Coll Sanità

Esperimento DOSSIER

M. Brai, A. Bartolotta, C. D'Oca, A. Longo, M. Marrale (INFN CT - Uni PA)

A. Buttafava, D. Dondi (INFN PV - Uni PV)

Giornate Romane su “Particelle e Fisica Applicata” 13-14 June 2011

Dipartimenti di Fisica e Matematica, Sapienza Università di Roma

# Cosa è la dosimetria retrospettiva

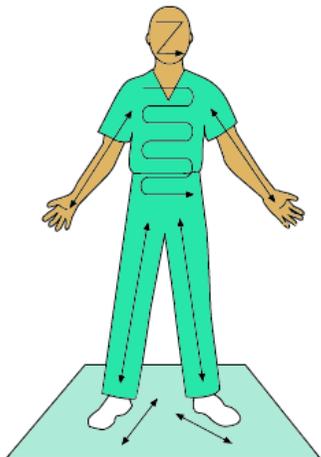
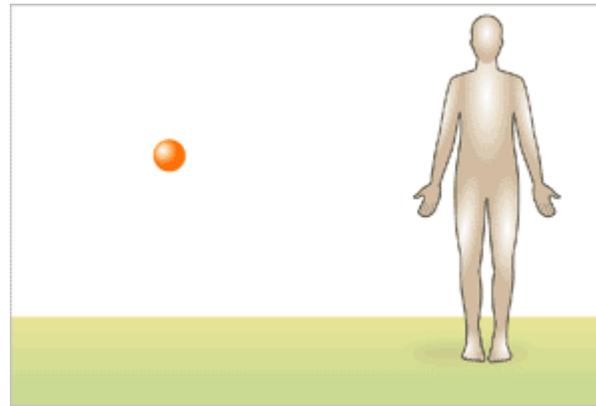
*E' la stima di dose di radiazione ionizzante ricevuta da un individuo, in esposizioni recenti, passate o croniche, effettuata con metodi diversi da quelli della dosimetria convenzionale. (ICRU 68, 2002 - Retrospective assessment of exposure to ionising radiation)*

# Quando si usa?

Dopo un incidente radiologico in cui uno o molti civili o lavoratori sono stati potenzialmente esposti a radiazione o a materiale radioattivo, le autorità avranno bisogno di identificare rapidamente gli individui che sono stati esposti da quelli che non lo sono stati.

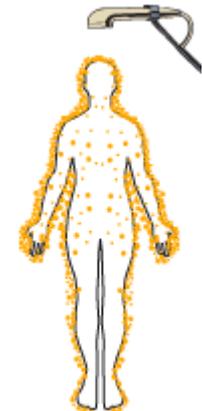
# Contaminazione esterna

Those who are contaminated externally with radioactive material



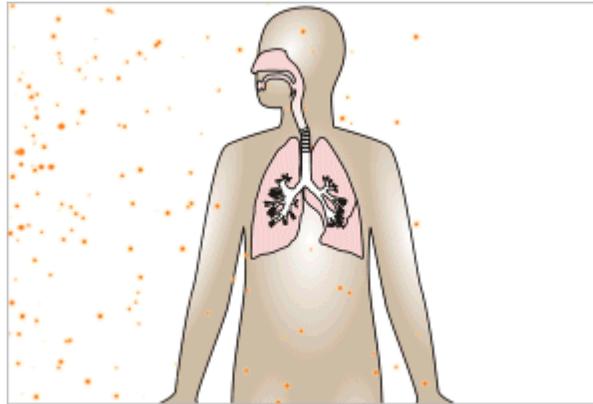
Detecting radioactive contamination is the easier task. Powerful technologies for detection and quantitation of even small amounts of radioactive materials already exist.

**Geiger counters or doorframe/portal monitors** can help to identify individuals who must be decontaminated.



# Contaminazione interna

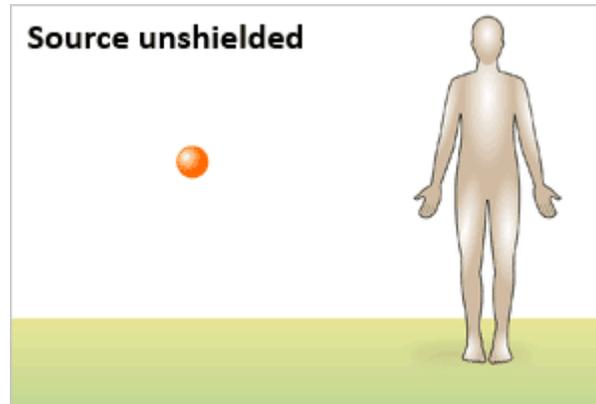
Those who have incorporated radioactive material into their bodies



Monitoring of **blood or urine samples** for radioactivity also can be used to reveal the presence of internalized radioactive material.

# Esposizione esterna

Those who have been exposed to medically significant external doses of radiation



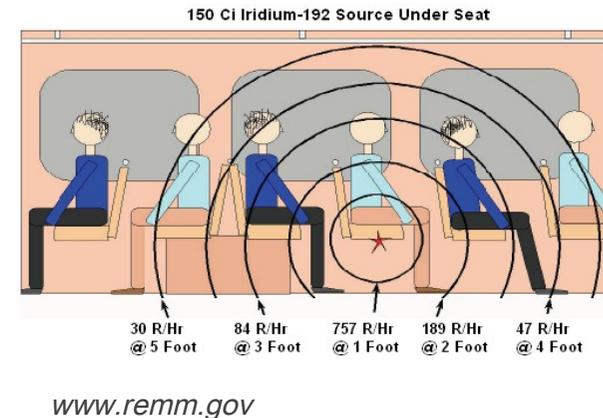
Assessment of the radiation dose a person has already received is difficult. Need of retrospective dosimetry



Incidente durante un'operazione di routine



Ritrovamento di sorgente orfana (accidentale o doloso)



Atto doloso

# Riassunto metodi

**Il dosimetro coincide con l'individuo stesso o con gli oggetti che indossava al momento dell'esposizione**

**Biologically-based biodosimetry:**  
Misura un processo o un parametro biologico (e.g. aberrazione cromosomica)

- Dicentrics
- Translocations
- Premature chromosome condensation
- Micronuclei
- Somatic mutations
- Gene expression
- Haematology
- Protein biomarkers
- Lymphocyte counts (clinical dosimetry)

**Physically-based biodosimetry**  
Misura un parametro fisico in tessuti biologici (e.g. radicali in denti)

- Electron paramagnetic resonance in teeth and fingernails
- Optically stimulated luminescence in teeth
- Neutron activation of blood and hair

**Physically-based retrospective dosimetry**  
Misura un parametro fisico in materiali inerti (e.g. difetto luminescente in vetro). Anche chiamati dosimetri fortuiti o opportunistici

- EPR in inert materials composing personal belongings
- TL and OSL in electronic components of personal electronic devices

*Fattibene P, Wojcik A. (Eds.) Biodosimetric tools for a fast triage of people accidentally exposed to ionising radiation. Ann Ist Super Sanità 2009*

*Ainsbury et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionising radiation exposures. Radiat*

Nostri risultati recenti

# Physically based methods

Tre metodi fisici sono ben consolidati per misurare il danno radioindotto in matrici solide:

- termoluminescenza (TL)
- luminescenza otticamente stimolata (OSL)
- risonanza paramagnetica elettronica (EPR)

Qualsiasi materiale che acquisti proprietà luminescenti o paramagnetiche in seguito a irraggiamento può essere utilizzato potenzialmente come dosimetro.



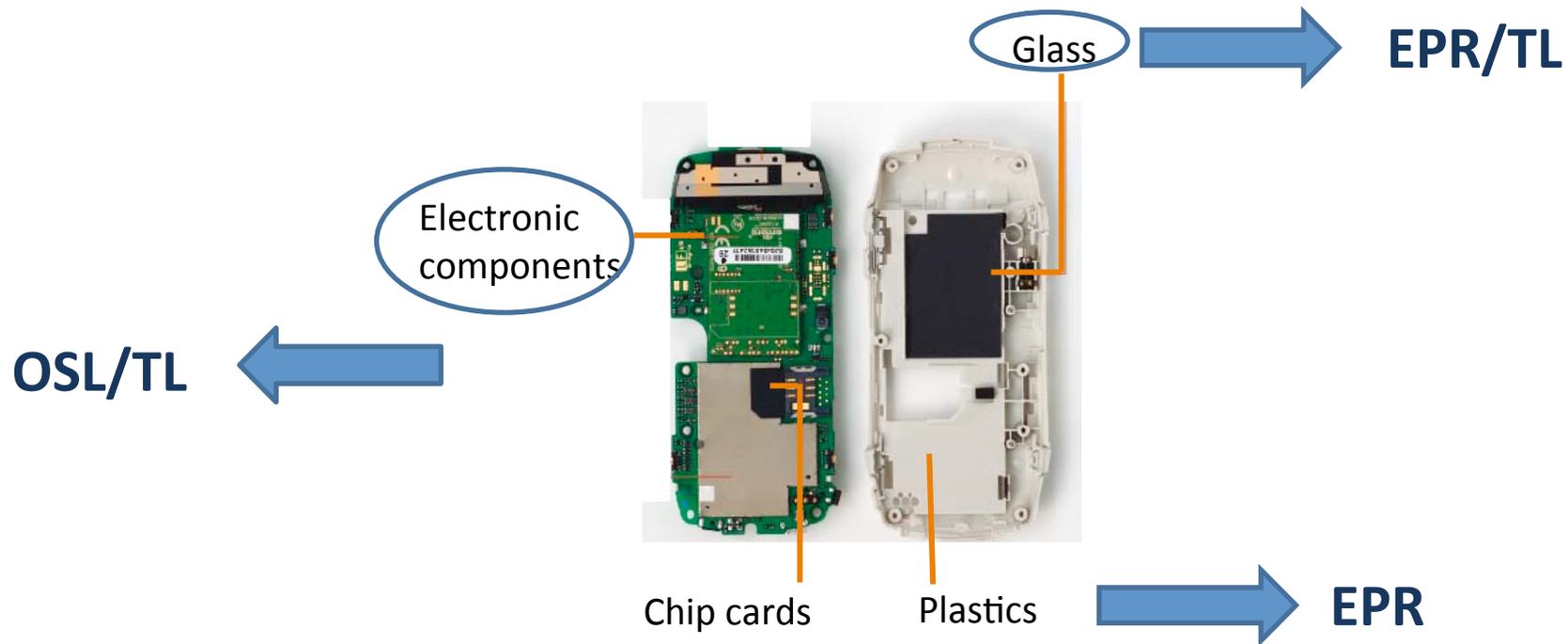
La popolazione civile non indossa dosimetri fisici, ma sicuramente ha sempre con sé oggetti personali che possono essere usati come dosimetri fortuiti.

## Materiali che hanno dimostrato proprietà luminescenti o paramagnetiche

- Vetro
- Ceramiche
- Materiali tessili naturali (cotone, lana) e sintetici
- Tabacco
- Polvere (silicati)
- Unghie
- Denti
- Capelli

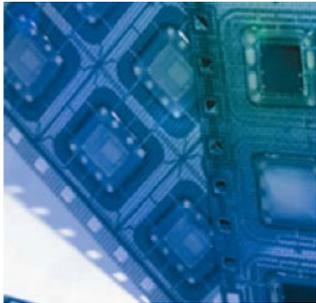
# Telefoni cellulari come dosimetri fortuiti

I telefoni cellulari contengono molti materiali che acquistano proprietà luminescenti o paramagnetiche quando irradiati



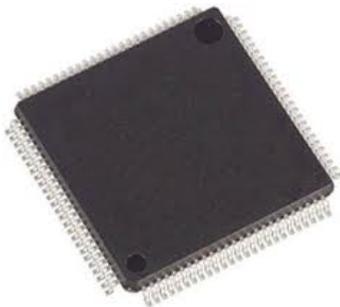
# Luminescent dosimetry of chip cards

The first electronic component to be studied by luminescence were the chip cards used in telephone, ID, health card, cash and credit cards.



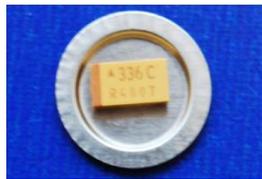
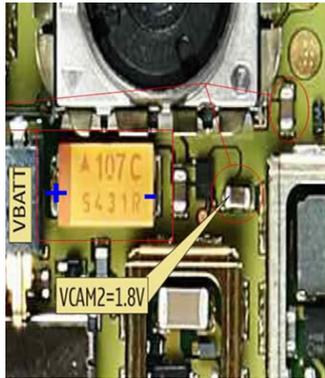
The radiation induced signal originates from silica in the epoxy encapsulant

Highly favourable luminescence properties with minimum detectable dose of 10-20 mGy

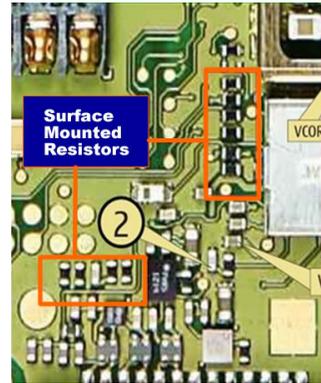


Only minority of chip cards use this special encapsulation technology  
Black plastic encapsulation shows no luminescent signal

# Dosimetry of components



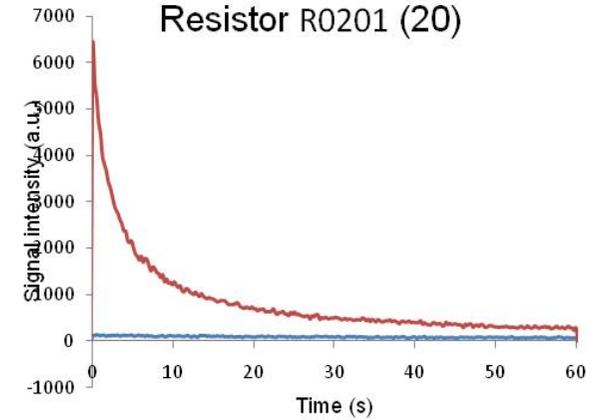
Capacitors



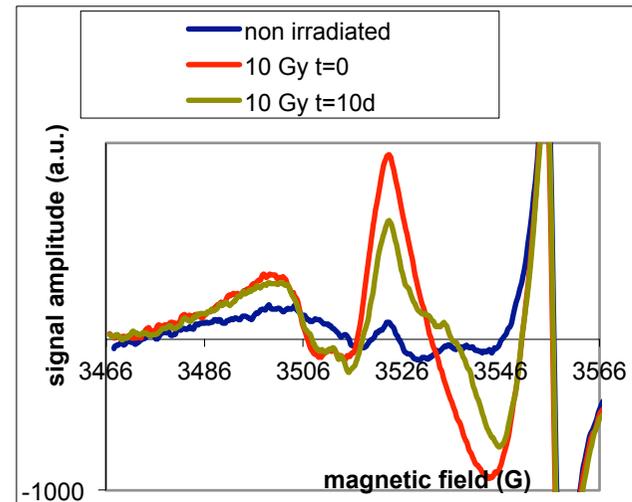
Resistors

## OSL

Resistor R0201 (20)



## EPR



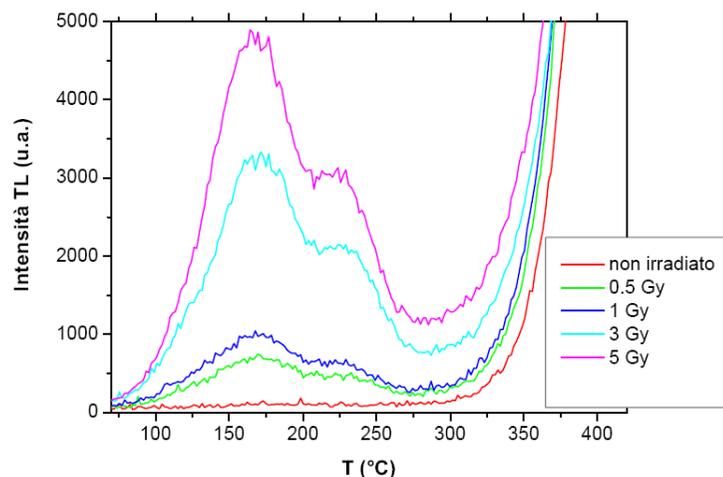
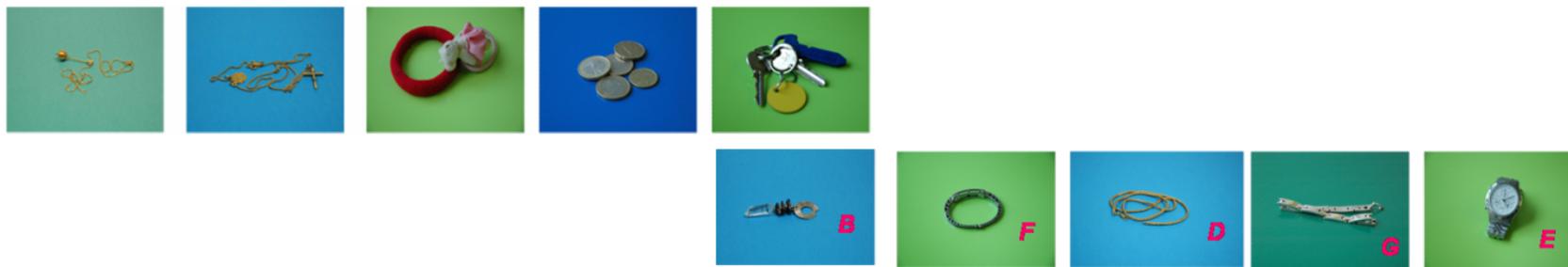
Window displays

## Quali sono le prospettive future e dove si prevedono gli sviluppi più interessanti? (2)

- Per l'uso dei cellulari servirebbe una tecnica di misura del danno più rapida.
- La domanda che ci viene sempre posta alla fine delle nostre presentazioni è se si possa pensare a un dosimetro inserito nei telefoni cellulari o comunque coinvolgere le industrie produttrici nella ricerca del materiale più opportuno
- Qualche tentativo è stato fatto, ma senza successo, perché l'industria (non solo italiana) è stata poco collaborativa
- Una delle proposte è quella di inserire un dosimetro elettronico che informi direttamente un centro di controllo
- Problemi etici e di privacy

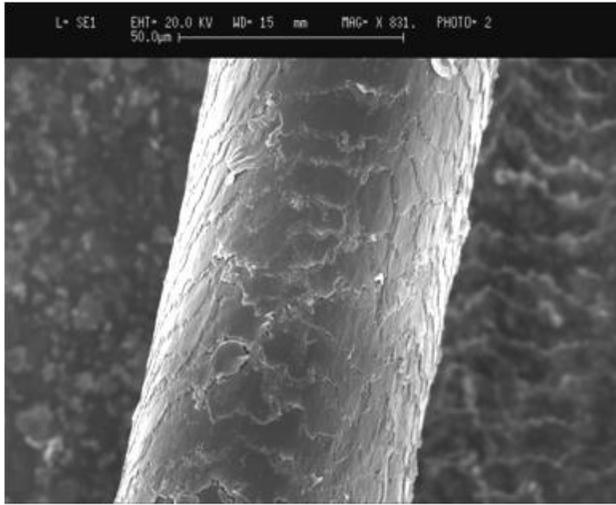
# Dosimetria TL con silicati

I silicati sono ben noti come materiali luminescenti. Possono essere estratti dalla polvere presente sopra o negli oggetti personali come i dispositivi elettronici, gioielli, chiavi, monete, etc.

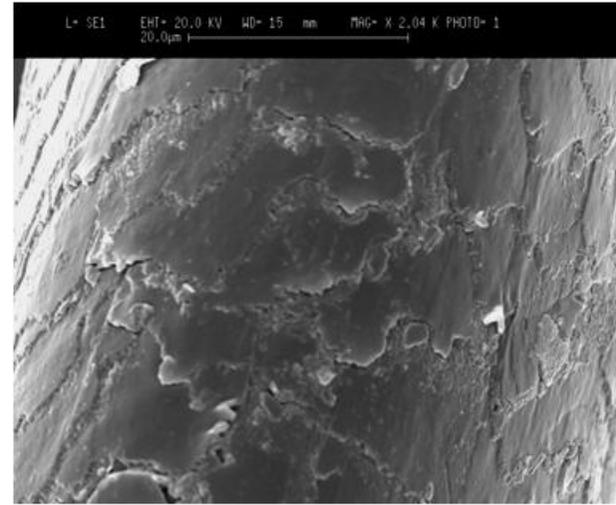


# Analisi SEM di capelli

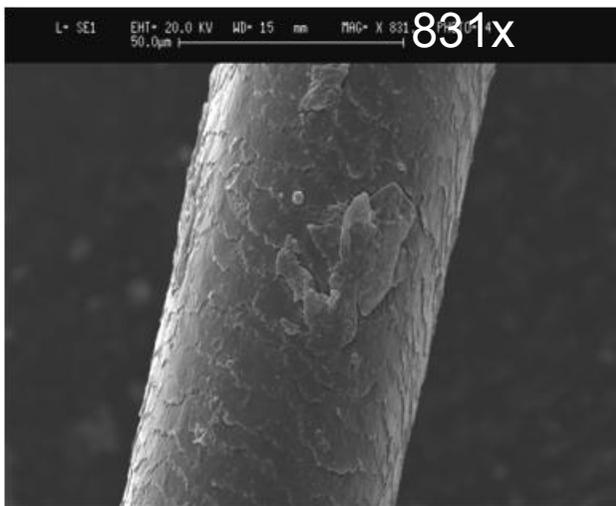
Controllo



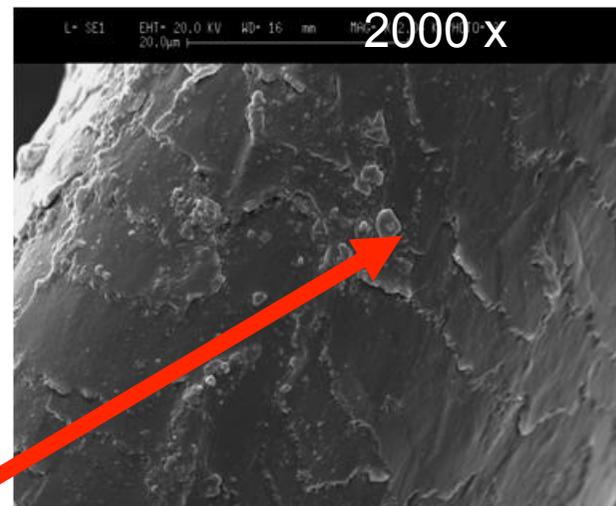
Controllo



IRR



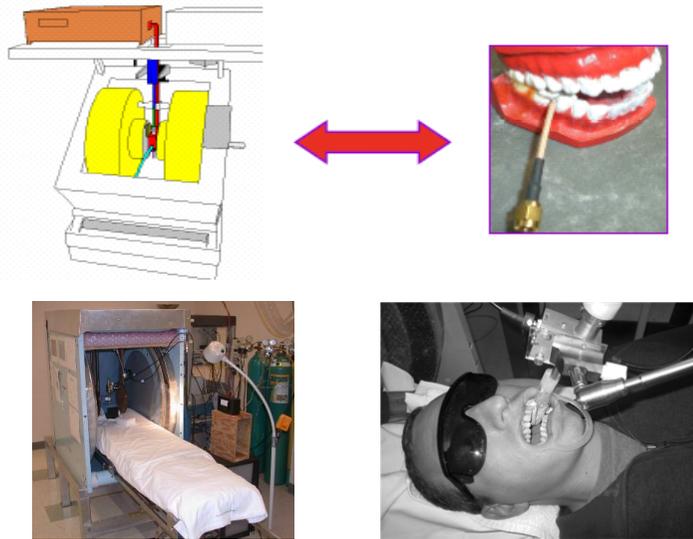
IRR



Si osserva la formazione di tipiche zone di erosione a carico delle squame causate dal distacco di porzioni presumibilmente dell'esocuticola.

Risultati recenti interessanti nel campo

# Misura *in vivo* dei radicali nei denti



Spettrometro EPR fisso per la misura *in vivo* in laboratorio



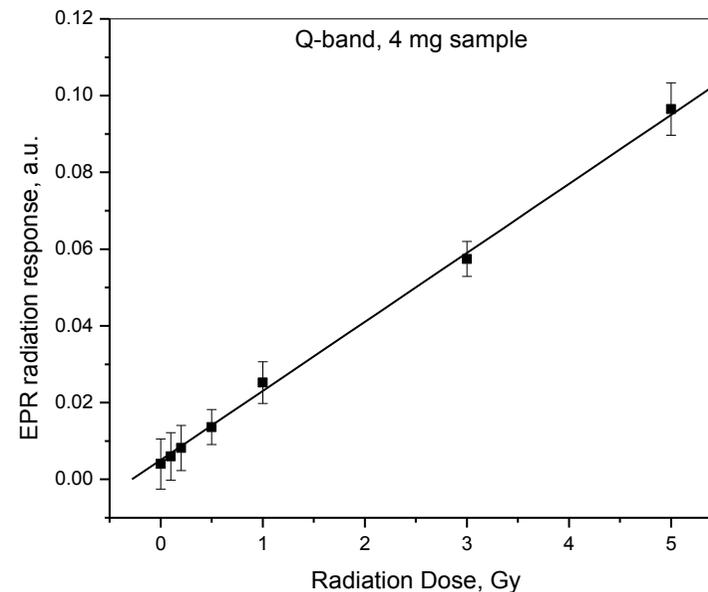
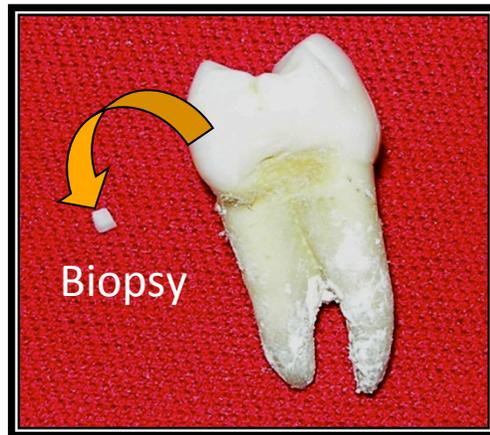
Spettrometro EPR trasportabile e compatto per la misura *in vivo* in situ

Entrambi gli strumenti sono prototipi sviluppati presso il *EPR Center for the Study of Viable Systems* della Dartmouth Medical School (NH, USA).

# Dosimetria in biopsie di smalto dentale

Brevetto e prototipo USA

Misura EPR di campioni di 4 mg di smalto dentale



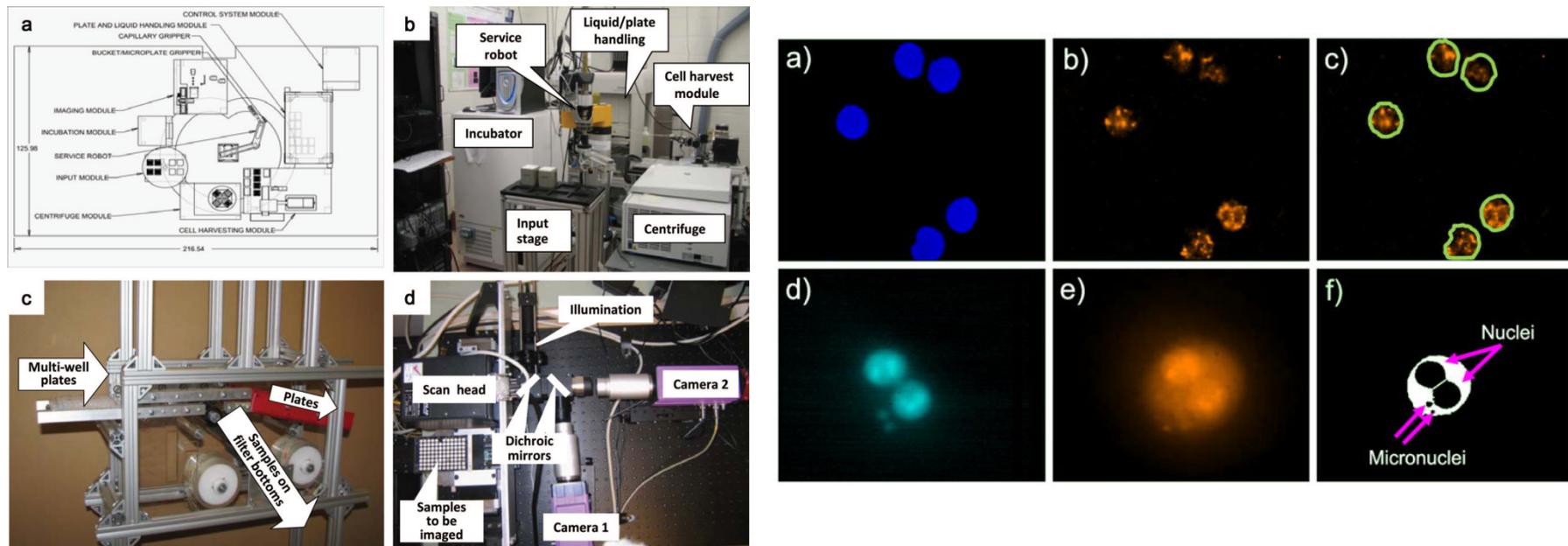
Qualche anno fa avevamo richiesto un finanziamento al Min Salute per sviluppare la misura ex vivo di biopsie dentali. Progetto approvato con il max del punteggio ma a finanziamento zero.

# The RABIT: a Rapid Automated Blodosimetry Tool for radiological triage

Designed to score micronuclei or  $\gamma$ -H2AX fluorescence in lymphocytes from a single drop of blood from a finger ( $\sim 30 \mu\text{l}$ ).

Completely automated, from the input of the capillary blood sample into the machine, to the output of a dose estimate.

Bell'esempio di ricerca integrata tra biologi e ingegneri



Center for Radiological Research, Columbia University Medical Center, New York, NY

## Cosa distingue la ricerca negli USA da quella EU (in questo settore)?

- L'entità dei finanziamenti (ca. M \$/a)

- La continuità dei finanziamenti

- La garanzia dei finanziamenti per almeno 5 anni (spesso 10)

- I ricercatori pagati con i fondi sono spesso anche i responsabili dei progetti

- I finanziamenti da EU sono ca. 100-200.000 E/a (80% dei finanziamenti in contratti del personale)

- il finanziamento arriva in ritardo, senza continuità

- Mancanza di certezza nella continuità dei finanziamenti

- I ricercatori a contratto spesso *vagano* da un progetto all'altro, riconvertendosi e con il rischio di non diventare mai "senior" in un settore

Quali sono le prospettive future e dove si prevedono gli sviluppi (i.e. i finanziamenti) più interessanti? (1)

## Research Agenda of NIH

### Immediate Goals

Off-the-shelf products, e.g. computer-run robotic systems to automate current biodosimetry assays

*Increase the speed and efficiency of current assays to determine radiation doses*

La richiesta maggiore è per sistemi a alto automatismo in modo da avere un alto numero di misure in poco tempo e possibilmente entro 1 ora (la *golden hour*) da quando viene inviato il campione al laboratorio.

### Long-Term Goals

New biodosimetry and retrospective dosimetry devices and techniques

*Develop new assays to rapid and accurate radiation dose assessments, enabling optimal triage and medical management*

# cosa potrebbe permettere di migliorare la ricerca? (1)

## **Fondi/personale:**

- Rispetto a qualche anno fa è cambiato il nostro modo di chiedere finanziamenti. Non si cerca un finanziatore per realizzare le nostre idee, ma si deve andare incontro alle richieste dei committenti (industrie, ma anche EU)

## **Coordinamento e management**

- Indispensabile il coordinamento internazionale globale e europeo.
- Servirebbe più coordinamento tra discipline diverse (fisici, biologi, ingegneri – elettroniche, meccaniche, biologiche, mediche, etc).

## **Formazione**

- Università?
- Post-universitario: la SSFM non forma più per l'ambientale o più in generale per il non-medico.

## **Industria**

- Servirebbe il coinvolgimento dell'industria tecnologica, ma questo settore di mercato non è remunerativamente attraente.