

Effetti sulla Salute del Radon in luoghi di lavoro Indoor

Dott. Pietro Ferraro

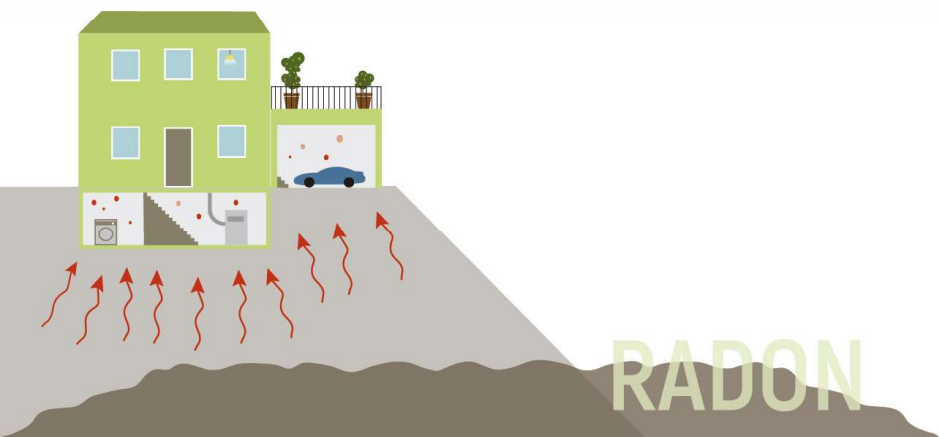
Gruppo FS Italiane

Direzione Sanità RFI S.p.A

Struttura Organizzativa

Medicina del Lavoro e Tutela Ambientale

Coordinamento Attività Medici Competenti



Esposizione in Natura a Sorgenti di RI

Radiazione
Cosmica

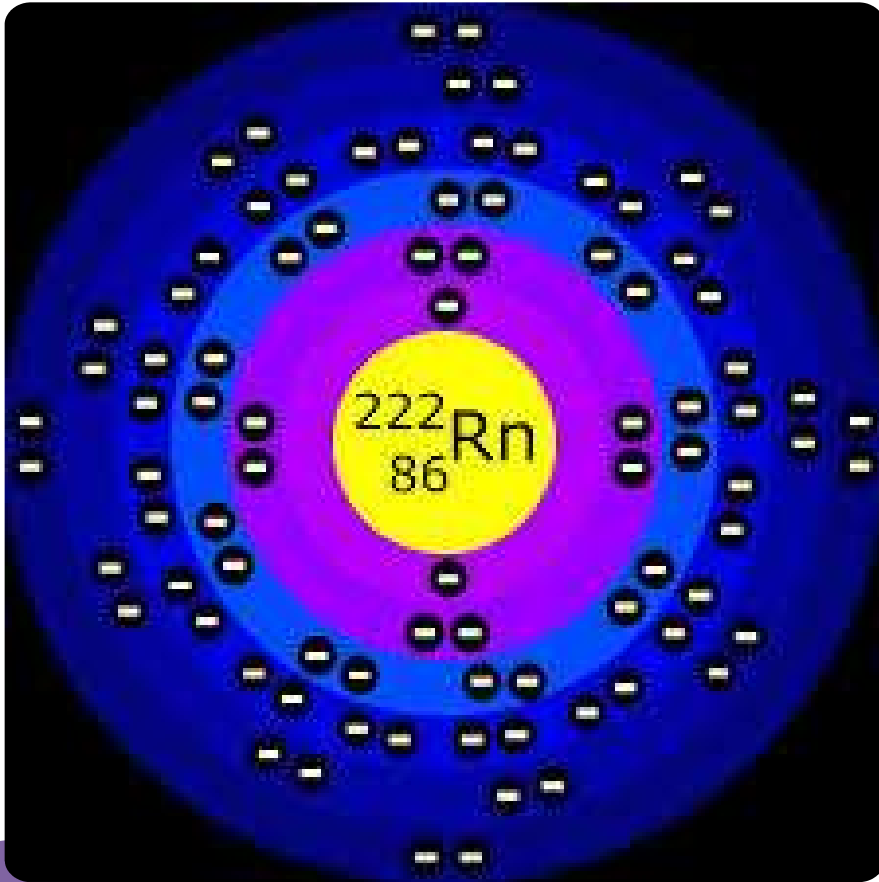
Radon

Esposizioni
Mediche

Valore medio a
livello mondiale:
2,4 mSv Anno

Non è percepibile dai
nostri sensi

- Inodore
- Incolore
- Insapore



Radon

Gas Radioattivo inerte:
si conoscono 26
isotopi di cui tre si
riscontrano in natura

Con il termine Radon
in genere si indica
l'isotopo 222, con
numero atomico 86 e
massa atomica 222

Decade in pochi giorni

Tempo di
dimezzamento 3,8
giorni



ATTENZIONE: Il valore di concentrazione media in una regione o in un'area non fornisce un'indicazione affidabile riguardo al livello di radon della propria abitazione, per conoscere il quale è necessario effettuare una misura con dispositivi e protocolli adeguati. Maggiori informazioni alla pagina "Come si"

Il radon può essere presente in qualunque ambiente confinato: di vita, di svago o di lavoro.

In Italia la concentrazione media di radon indoor è di circa 70 Bq/m³ (Iss, 2010), quasi il doppio del valore medio mondiale di 40 Bq/m³ [UNSCEAR, 2008].

Sulla base dei dati attualmente disponibili si stima che in Italia:

- le abitazioni con concentrazione di radon superiori a 200 Bq/m³ siano circa 800.000;
- i luoghi di lavoro con livelli di radon maggiori di 300 Bq/m³ siano circa 200.000, anche se non si ha un quadro esaustivo dell'intero territorio nazionale [PNAR, 2024].



People in the mining and building industry working in confined air spaces are at higher risk of radon exposure.

Historically, the link between lung cancer and radon exposure was first found in the mining community, and its pulmonary carcinogenesis is well established.

Recent studies have shown that uranium miners were at the highest risk of exposure.

Appropriate ventilation can reduce this risk in miners.



Il Radon è un gas radioattivo che quando diffonde in spazi chiusi tende a concentrarsi.




Concentrazioni ambientali eccessive di elementi radioattivi possono rappresentare un pericolo per le patologie che ne derivano



I prodotti di decadimento

I prodotti di decadimento del Radon sono metalli che acquisiscono una carica elettrica e si legano al pulviscolo atmosferico

In questo modo possono essere inalati e depositati nell'apparato respiratorio in base alle dimensioni del particolato



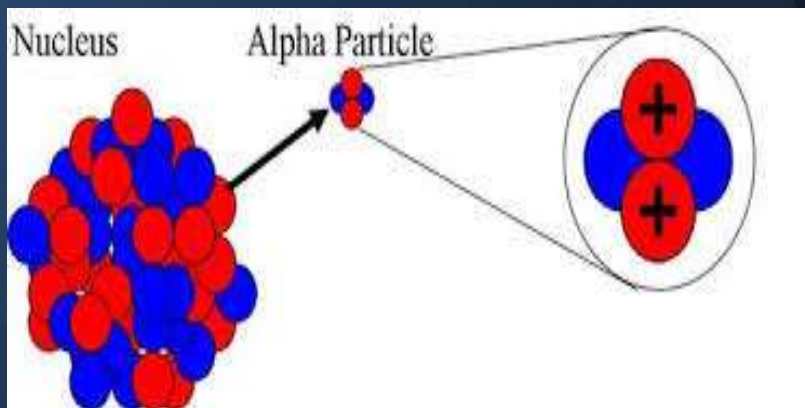
Il Radon è un
Gas Nobile
chimicamente
inerte



La quasi totalità del gas inalato viene esalato



Essendo un isotopo instabile radioattivo decade emettendo radiazioni alfa e i suoi discendenti («figli» del radon) che sono solidi si aggregano all'aerosol e possono depositarsi nel tratto respiratorio



I figli del Radon emettono radiazioni corpuscolate ad alto LET, equivalenti ad un nucleo di He, cariche elettricamente con una massa elevata

Le particelle alfa sono quindi responsabili del rilascio di energia alle cellule bersaglio dell'epitelio respiratorio, in grado di determinare l'insorgenza del carcinoma polmonare

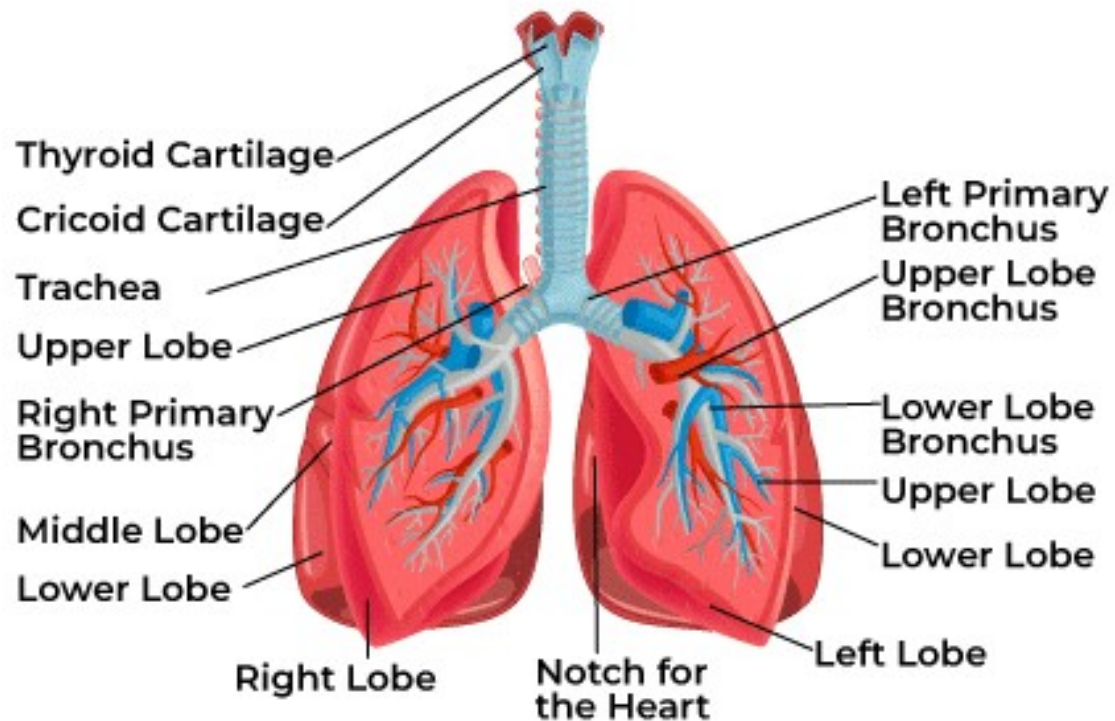


Dal punto di vista degli effetti sanitari, il radon rappresenta il secondo agente di rischio di sviluppo di cancro ai polmoni, dopo il fumo di tabacco, evidenziando un rischio sanitario molto più alto nei fumatori a causa di un effetto sinergico radon-fumo di tabacco che moltiplica gli effetti di ciascun singolo agente



L'Iss ha valutato che, dei 31 mila casi di cancro ai polmoni che si registrano in Italia ogni anno, tra i 1.000 e i 5.500 siano attribuibili all'esposizione al radon.

Gli studi epidemiologici internazionali hanno evidenziato un aumento del rischio relativo di cancro al polmone statisticamente significativo al crescere del valore di esposizione al radon (dove per "esposizione al radon" si intende il prodotto della concentrazione di attività di radon in aria x il tempo di esposizione).



It is estimated to cause around 21,000 deaths annually, and the World Health Organization estimates that 3 to 15% of all lung cancer worldwide is due to radon toxicity

Danno al DNA

**Azione diretta
delle radiazioni ionizzanti**

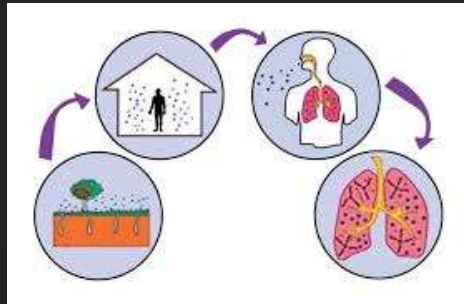
Radiazione ionizzante + RH → R⁻ + H⁺



Assorbimento di energia sufficiente a rimuovere un elettrone:
Rottura dei legami

**Azione diretta è predominante con le radiazioni ad alto LET
Particelle alfa e neutroni**

Ionizing radiation from alpha particles can cause chromosomal abnormalities, double-strand DNA breaks, and the production of reactive oxygen species, leading to carcinogenesis.

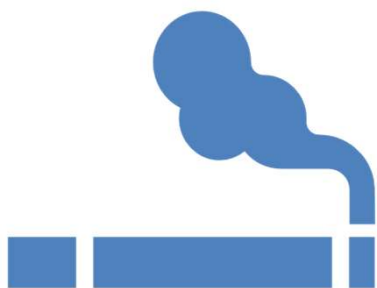


IARC 1988 Gruppo 1
Cancerogeno per l'uomo

Conseguenze Esposizione

- ICRP n.65 del 1993 Raccomandazioni per la protezione dall'esposizione al gas radioattivo sia negli ambienti di lavoro che nelle abitazioni.
- Stime di rischio basate sugli studi sui minatori ipotizzano relazione lineare tra esposizione cumulativa ed eccesso di rischio.
- ICRP n.115 del 2010 Lung Cancer risk from Radon and progeny and Statement on Radon.
- Stima ponderata di rischio relativo di neoplasia polmonare è 1.09 per 100 Bq/m³.

Conseguenze Esposizione



RR di neoplasia polmonare aumentato sia nei fumatori che nei non fumatori




ICRP 115 propone una stima di LEAR (Lifetime Excess Absolute Risk) quasi doppio rispetto alla pubblicazione 65

Conseguenze Esposizione


- Sulla base di queste rivalutazioni sono stati rivisti i livelli di riferimento per la concentrazione di Rn nelle abitazioni da a 300 Bq/M³

Art. 12 101/2020
livelli massimi di
riferimento
concentrazione
media annua

- 300 Bq m³ per abitazioni esistenti
- 200 Bq m³ per abitazioni costruite dopo il 31/12/2024
- 300 Bq m³ concentrazione media annua di attività di radon in aria per i luoghi di lavoro
- Principio ALARA As Low As Reasonably Achievable



Art. 12
101/2020 livelli
massimi di
riferimento
concentrazione
media annua

- 
- 6 mSv, in termini di dose efficace annua, il livello di riferimento al di sopra del quale l'esercente è tenuto, tra l'altro ad applicare ai lavoratori esposti gli obblighi di sorveglianza sanitaria

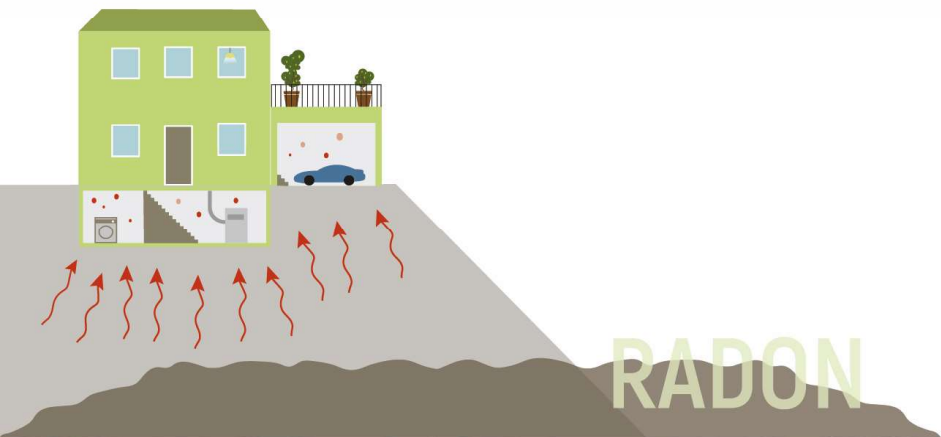


Sorveglianza Sanitaria

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti al Radon è finalizzata alla prevenzione ed alla diagnosi precoce del tumore polmonare che rappresenta, in Italia, la seconda neoplasia più frequente negli uomini (15%) e la terza delle donne (12%), più frequente nelle regioni del Nord rispetto alle altre. Rappresenta inoltre la prima causa di morte di tutte le neoplasia nella popolazione maschile e femminile.

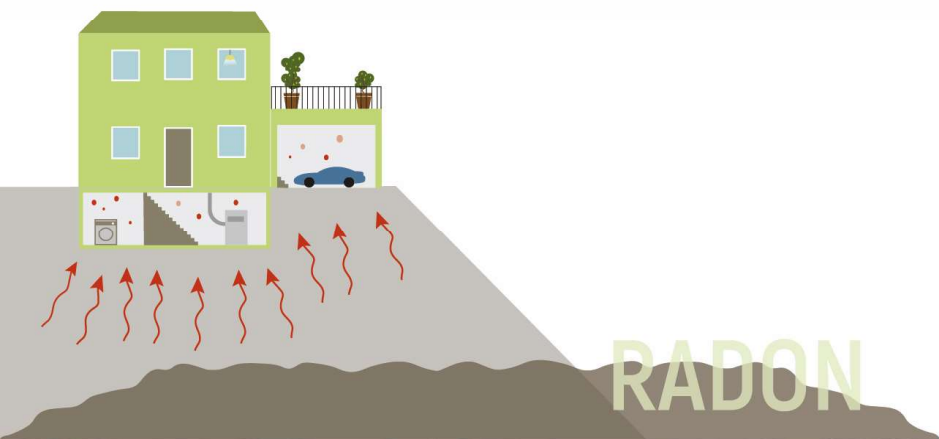
Impostazione della Radioprotezione

- Focalizzare l'attenzione sulla prevenzione degli effetti stocastici delle radiazioni
- Consolidare Il Principio di Protezione Radiologica: Giustificazione, Ottimizzazione e Limitazione delle Dosi
- Rianalizzare il rischio e reimpostare i valori di limitazione delle dosi sulla base delle considerazioni di ordine socio-sanitario



Obiettivo Primario della Radioprotezione Medica

Promuovere, mantenere e
sorvegliare la salute globale
della persona che lavora
esposta al rischio da
radiazioni



Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



Superamento di una concentrazione media annua di 300 Bq/m³ (livello massimo di riferimento)

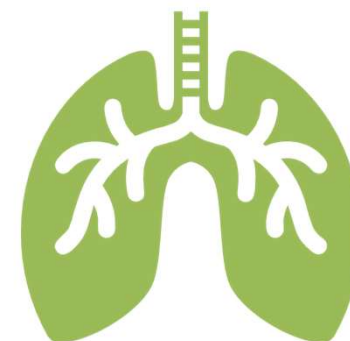


Dose efficace valutata dall' Esperto di Radioprotezione superiore a 6 MsV/anno


Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



Effetto sanitario atteso: aumento del rischio stocastico




Ovvero aumento della probabilità di ammalare di neoplasia polmonare, tanto maggiore quanto maggiore è l'esposizione al rischio



Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon

- Valutare altri fattori di rischio: abitudine tabagica, esposizioni ad Arsenico, polveri di silice, motori diesel, asbesto, berillio, cromo, nichel, idrocarburi policiclici aromatici



Sorveglianza
Sanitaria dei
lavoratori
esposti a
radon

Problematica:

alta incidenza spontanea di carcinomi polmonari nei paesi industrializzati, elevato coefficiente di radioinduzione tumorale per il polmone, diffusione abitudine tabagica

Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



OBIETTIVO: DIAGNOSI
PRECOCE



STRATEGIA DI SCREENING
ONCOPREVENTIVO

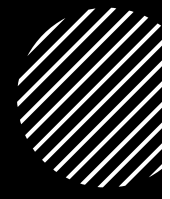


DIAGNOSTICA PER
IMMAGINI



Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon :

● Anamnesi



Anamnesi lavorativa



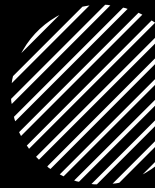
Abitudine Tabagica



Familiarità per Cancro
al Polmone



Sintomi da indagare in anamnesi



Tosse di recente
insorgenza



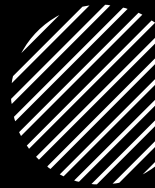
Dispnea
Respiro corto



Dolore Toracico



Sintomi da indagare in anamnesi




Emottisi



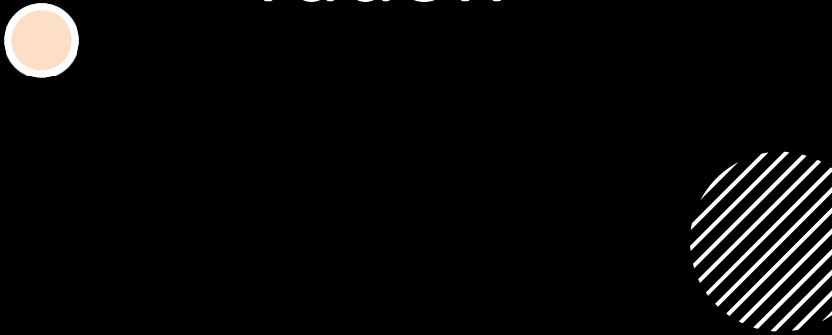
Perdita di peso



Astenia



Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



Diagnostica per Immagini



Studi Anni 70 ed 80 Screening con Rx Torace

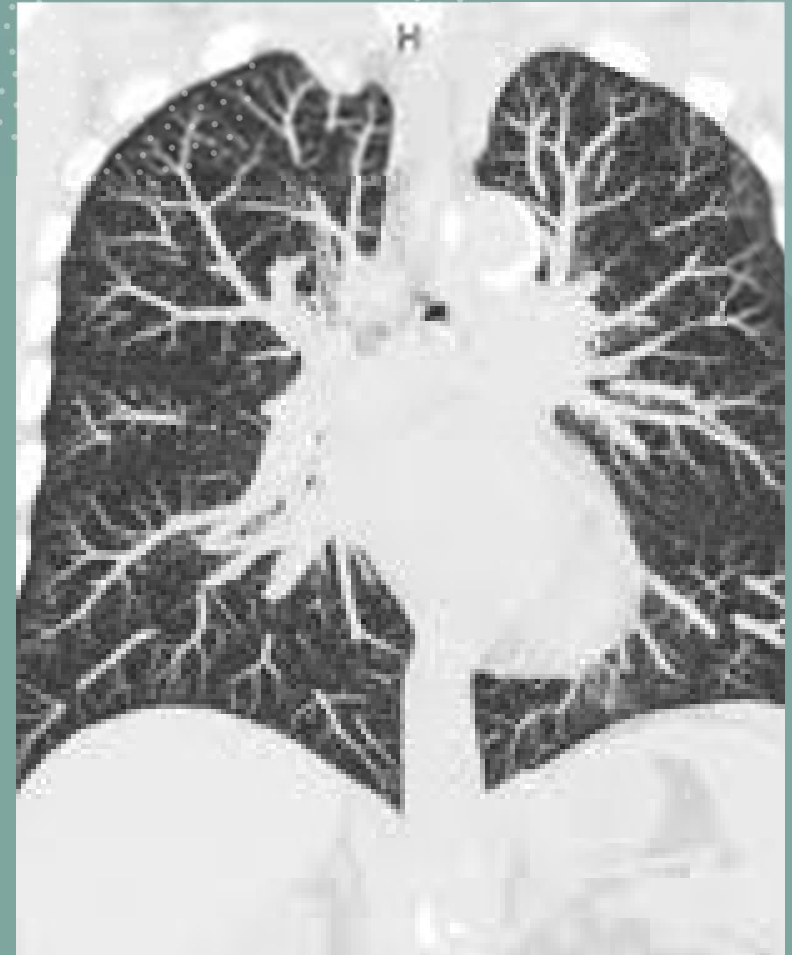


Tac spirale a basse dosi? Riduce mortalità per carcinoma polmonare, ma sono RI, (utilizzarlo in popolazioni lavorative selezionate? Fumatori?)

Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon

Diagnostica per Immagini:

La TAC ha una sensibilità superiore ad Rx tradizionale nella diagnosi di piccoli noduli polmonari, pur essendo associata all'assorbimento di una dose significativamente maggiore di Radiazioni






Protocollo di Sorveglianza Sanitaria



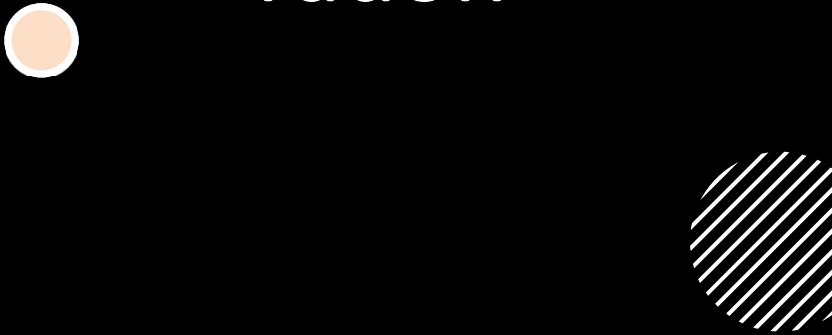
ACCERTAMENTO CLINICO
ANAMNESTICO

RX TORACE O TC BASSO DOSAGGIO (NON
EFFETTUATI SISTEMATICAMENTE BENSÌ A
GIUDIZIO DEL MEDICO AI LAVORATORI
CON PROFILO DI RISCHIO PIÙ
SIGNIFICATIVO DI NATURA
PROFESSIONALE O EXTRAPROFESSIONALE

CITOLOGICO DELL'ESPETTORATO



Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



Obiettivo: Diagnosi Precoce



Strategia di screening
oncopreventivo



Markers neoplastici , ricerca dei
microRna, l'utilizzo dei microRNA
(miRNA) quali biomarcatori del
processo oncogenico radio indotto.

Sorveglianza
Sanitaria dei
lavoratori
esposti a
radon

Azioni di prevenzione:

Strategie di Promozione della
Salute o TWH

Informazione Formazione Casa
Lavoro

Campagne Antifumo

Campagne sulla dieta corretta per
ridurre il rischio

Campagne Antifumo

Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon



variante di approfondimento

È FACILE

SMETTERE CON
ALLEN CARR

100 mg di nicotina
1 mg di cotinina





Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon

Campagne sulla dieta corretta per
ridurre il rischio

Choose to have more vegetables
and fruit in your diet. There is
some evidence that eating a
healthy diet that includes lots of
vegetables, particularly
cruciferous vegetables (such as
cabbage, broccoli, cauliflower and
Brussels sprouts), and fruit may
lower your risk of developing lung
cancer.

Bibliografia:

- Decreto del presidente del consiglio dei ministri 11/01/2024
- Decreto legislativo 203 del 25/11/2022
- Decreto legislativo 101 del 31/07/2020
- La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni Ionizzanti AIRM 2022 ISBN 978-88-909379-6-5
- Aggiornamenti di Radioprotezione AIRM N 60 Giu 2022 ISSN 2281-7956
- Aggiornamenti di Radioprotezione AIRM N 59 Dic 2021 ISSN 2281-7956
- Martin-Gisbert L et al. An Innovative Tool to Control Occupational Radon Exposure. Int J Environ Res Public Health. 2022 Sep 8;19(18):11280. doi: 10.3390/ijerph191811280.
- Brobbe, A., Rydz, E., Fenton, S. et al. Characterizing occupational radon exposure greater than 100 Bq/m³ in a highly exposed country. Sci Rep 12, 21323 2022
- Gang Liu et al. Study of the occupational health risk of radon exposure in underground workers in a mine, Journal of Radiation Research and Applied Sci, Vol 15, Is 3, 2022,1-4,ISSN16878507,https://doi.org/10.1016/j.jrras.2022.05.018.
- Daniels RD, Schubauer-Berigan MK. RADON IN US WORKPLACES: A REVIEW. Radiat Prot Dosimetry. 2017 Nov 1;176(3):278-286. doi: 10.1093/rpd/ncx007
- Confessore L, Ferraro P Il rischio Radon negli ambienti di vita e di lavoro 2020 EPC ISBN 978-88-9288-017-7



RADON

- Grazie per la cortese attenzione

Mail to: pi.ferraro@rfi.it

