

*Piano di promozione e assistenza*

*Lavoro Rischio salute*

## **AGENTI CHIMICI IN METALMECCANICA**



La Sorveglianza Sanitaria nelle attività di  
saldatura e verniciatura

[rischiochimico@ausl.pc.it](mailto:rischiochimico@ausl.pc.it)

Maria Teresa Cella  
UO PSAL AUSL di Piacenza

# Agenti Chimici in Saldatura

Metalli in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	MMA MS	MMA SS-Ni	MIG MS	S-A	S-B
Li*	0.4	0.3	7.8	—	—
Al	12	8	—	7	13
Cr(AI)	3	41	—	2	—
Mn	75	3	76	10	1
Fe	380	68	480	230	10
Co	0.3	0.5	18	0.2	6
Ni(+)	0.9	27	—	—	1
Cu	2	3	22	1.6	6
Zn	4	7	4	2	33
Ga*	0.3	0.2	—	—	—
As(++)	0.5	—	—	—	—
Rb*	0.1	—	—	—	—
Sr*	0.1	0.2	—	0.1	—
Nb*	—	1.5	—	0.3	—
Mo	0.5	4	—	3.3	—
Br	—	—	—	—	6
Ag	0.1	—	—	—	5
Cd	0.1	—	—	—	75
In	0.1	—	0.9	—	—
Sn	16	0.2	—	—	1
Sb	0.2	0.2	—	0.6	—
I	0.2	0.4	—	0.5	—
Ba	4	4	2.5	2.5	0.5
La*	—	—	—	0.005	—
W	0.1	0.1	2	—	0.9
Pb	0.7	13	2.8	1.8	1.5
Bi*	—	0.2	7.3	—	0.1
TLV mixture	0.13	0.95	0.67	0.10	1.75
TOTAL FUMES	1400	3910	2040	1100	2000
% TLV of total fumes	28	78	41	22	40

\* Metals devoid of TLV (3).

Al = confirmed human carcinogen; A2 = suspected human carcinogen (3).

(+) A1 (only Ni sulph.); (++) A2 (only As trioxide).

Legend: MMA-MS: Manual metal Arc-Mild Steel; MMA-SS-Ni: Manual Metal Arc-Stainless Steel high Ni; MIG-MS: Metal Inert Gas-Mild Steel; S-A: Submerged Arc; S-B: Silver-Brazing.

Valori limite ACGIH  
( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Mn 0,2  
Pb 0,15  
Cd 0,01  
Co 0,02  
Ag 0,10

Mo 0,50  
Cr 0,50  
Cu 0,20  
Sb 0,50  
Fluoruri 2,50

# Agenti Chimici in Saldatura

---

Gas	Valore limite ACGIH (ppm)
▣ Monossido di carbonio (CO)	25
▣ Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	3
▣ Ossido nitrico (NO)	25

# Effetti respiratori acuti

---

## **Irritazione delle vie aeree superiori e bronchite**

Aumento prevalenza sintomi: tosse, escreato, sibili  
in concomitanza con la settimana lavorativa e  
miglioramento nel fine settimana (35% dei saldatori nel 1° anno)  
La funzionalità respiratoria si modifica con  
riduzione transitoria e di grado lieve  
dei flussi espiratori medi (Beckett, 1996; Antonini, 2003)

## **Metal fume fever**

Prevalentemente da inalazione di zinco, o sindrome analoga sostenuta da  
ossidi di rame, magnesio, cadmio (Martin, 1997)

## **Asma**

Un'associazione definitiva tra asma e saldatura deve essere ancora stabilita  
Alcuni autori ne riportano l'occorrenza per l'azione esercitata da  
Agenti sensibilizzanti quali Cromo, Nichel e Isocianati  
Agenti irritanti quali ossidi metallici, carbonati, fluoruri, CO<sub>2</sub>  
(Antonini, 2003; Sjogren e Langard, 2004)

# Effetti respiratori cronici

---

## **Siderosi**

Pneumoconiosi benigna causata da accumulo di particelle di ferro a livello polmonare

Nel lungo periodo può andare incontro a fibrosi polmonare interstiziale in particolare a seguito di esposizioni elevate, in spazi confinati, e protratte nel tempo (Buerke, 2002)

## **Broncopatia cronica ostruttiva**

Aumento statisticamente significativo di sintomi riferibili a bronchite cronica nello studio di popolazione ECRHS II, per il gruppo di saldatori che riportava l'esposizione più bassa (Lillienberg, 2008)

## **Tumore polmonare**

Aumento di circa il 30% nei saldatori rispetto alla popolazione generale (Becker, 1999)

IARC classifica i fumi di saldatura in classe 2B

Dati di letteratura non univoci sul ruolo predominante di Nichel e Cromo (Sjogren, 2004)

**TABLE III.** Summary of Welding Fume Effects on the Pulmonary System

<b>Effects</b>	<b>Worker studies</b>	<b>Animal studies</b>
Lung function	<ul style="list-style-type: none"><li>-small, transient effects on lung function and respiratory symptoms</li><li>-uncertain association in the development of asthma</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-in vivo animal studies lacking</li></ul>
Lung cancer	<ul style="list-style-type: none"><li>-listed as “possibly carcinogenic” due to presence of chromium and nickel in SS fumes by IARC</li><li>-not definitely shown to induce cancer</li><li>-confounding effects of smoking and asbestos exposure</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-in vitro cell studies indicate SS fumes are mutagenic</li><li>-in vivo whole animal carcinogenicity studies limited</li></ul>
Pneumoconiosis/fibrosis	<ul style="list-style-type: none"><li>-siderosis: significant lung accumulation of iron; benign pneumoconiosis without evidence of progressive fibrosis</li><li>-reports of interstitial fibrosis; possibly due to improper ventilation or exceedingly high fume exposures</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-fumes generated from MMAW processes using SS electrodes are more pneumotoxic; likely due to presence of soluble metals and production of macrophage-derived inflammatory cytokines</li><li>-exposure to exceedingly high levels of either MS or SS welding fumes can cause interstitial pulmonary fibrosis</li></ul>
Infection/immunity	<ul style="list-style-type: none"><li>-increase in frequency, duration, and severity of upper and lower respiratory tract infections</li><li>-increased mortality due to pneumonia</li><li>-evidence of immunosuppression in welders</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-in vivo animal studies limited</li><li>-soluble metals and fluxing agents present in shielded MMAW fumes suppress macrophage function and other lung defense mechanisms</li></ul>
Metal fume fever	<ul style="list-style-type: none"><li>-most frequent acute respiratory complaint</li><li>-self-limiting, short duration</li><li>-caused by oxides of zinc, copper, magnesium, or cadmium</li><li>-pro-inflammatory cytokines may be involved</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-no in vivo animal studies specifically evaluating the effect of welding fumes on metal fume fever available</li><li>-lung responses to zinc oxide in animals similar to humans</li></ul>

# Effetti cutanei

## Dermatite allergica da contatto

Sostenute dai diversi agenti sensibilizzanti presenti nella saldatura quali Cromo, Nichel, Cobalto

**Table 1.** Contact dermatitis attributable to specific agents for occupations at increased risk: reports from dermatologists February 1993–January 1999

<i>Occupation (SOC)</i>	<i>Total cases</i>	<i>Rate/100,000 workers</i>	<i>Agents causing contact dermatitis (% of total cases)</i>	
Hairdressers and barbers (660)	836	116.3	Hairdressing chemicals (49.8) Aromatic amines (38.3) Nickel (20.5) Soaps (17.9)	Wet work (13.6) Preservatives (8.4) Fragrances and cosmetics (6.6)
Welding trades (537)	59	9.7	Solvents (25.4) Nickel (15.3) Colophony (15.3)	Temperature/Humidity (8.5) Epoxyes and resins (8.5)

**Table 2.** Contact dermatitis attributable to specific agents for occupations at increased risk: reports from occupational physicians, May 1994–January 1999

<i>Occupation (SOC)</i>	<i>Total cases</i>	<i>Rate/100,000 workers</i>	<i>Agents causing contact dermatitis (% of total cases)</i>	
Welding trades (537)	103	21.3	Colophony (48.5) Solvents (35.9)	Petrol (14.6) Soaps (11.7)

# Effetti renali

---

Scarsa evidenza di effetti di danno renale a lungo termine

Evidenza di un lieve incremento di albuminuria e

di alterazioni degli indicatori di danno tubulare quali ad esempio l'aumento di beta 2 microglobulina urinaria reversibili dopo circa 5 anni dalla sospensione dell'attività lavorativa, (Bonde e Vittinghus, 1996)



Esposizione	Effetto	Sede del danno	Biomarker
Cromo VI, in saldatori	Lieve disfunzione tubulare, reversibile (effetto dose-dipendente, per alte dosi)	Epitelio tubulare	RBP
Cadmio	Disfunzione tubulare con lenta progressione verso la nefropatia cronica interstiziale	Tubulo prossimale e corteccia renale	B <sub>2</sub> microglobulina RBP
Piombo	Alterazioni subcliniche per basse dosi	Sclerosi arteriolare renale, Tubulo distale e Glomerulo	NAG
Cobalto, Manganese, Nichel, Stagno	Disfunzione tubulare	Tubulo prossimale	RBP

# Effetti neurologici

---

## **Sindrome Parkinson-simile**

Azione neurotossica del manganese

Prevalenza di sintomi di tipo parkinsoniano doppia nei saldatori rispetto ai controlli (Racette, 2005)

Dose soglia: 1 mg/m<sup>3</sup>

Dati per basse dosi: tassi di prevalenza in zone vicine a impianti pari a 407/100 000 rispetto a 157,7/100 000 nella popolazione generale italiana (Lucchini, 2007)

Caratteri sindrome Parkinson-simile associata a Mn sono distintivi rispetto al Parkinson idiopatico sia dal punto di vista neuroradiologico che da quello clinico:

In particolare si rileva

Precoce coinvolgimento della parola e dell'equilibrio, tremore a riposo, mancanza di asimmetria e scarsa risposta alla Levo-dopa (Olanov, 2004)

Variazioni della soglia olfattiva e nell'identificazione degli odori sono predittive di sindrome di Parkinson (Ponsen, 2009)

Table 2. Epidemiological studies reporting a positive (+) or negative (-) association for welding and Parkinson's disease and other neurodegenerative diseases.

Reference	Parkinson's disease	Comments	Other neurodegenerative diseases
Park et al. (2005)	+	OR = 1.77 CI (1.08-2.75)	-
Fryzek et al. (2005)	-	Danish, stainless-steel welding	-
Fored et al. (2006)	-	Swedish, welders and flame cutters	-
Racette et al. (2001)	+	Early onset PET scans typical of PD	NR
Racette et al. (2005)	+	Excess prevalence	NR
Goldman et al. (2005)	+/- (included parkinsonism)	Early onset	NR
Marsh and Gula (2006)	-	Flux cored and submerged arc	-
Gorell et al. (2004)	+	Mn and other metals associated	-

NR = not reported.

# Effetti cardiovascolari

---

Alcuni Autori riportano aumento di mortalità per cardiopatia ischemica in saldatori esposti a ossidi di zinco, monossido di carbonio e ozono (Sjogren et al, 2002)

Ibfelt e al. riportano un aumento statisticamente significativo di incidenza di patologie cardiovascolari nei saldatori rispetto alla popolazione generale. Aggiustando per consumo di tabacco, alcol e ipertensione, la significatività si mantiene solo per la cardiopatia ischemica cronica (2010)

**Table 2** Standardised incidence ratios (SIRs) and 95% CIs for selected cardiovascular diseases among 5866 male Danish welders followed up from 1986 to 2006 and compared with the general male population

Cardiovascular disease	Cumulative particulate exposure (mg/m <sup>3</sup> ×years)	Observed	Expected	SIR	95% CI
Acute myocardial infarct	All	377	337.4	1.12	1.01 to 1.24
	0–10	11	8.7	1.26	0.63 to 2.26
	10–50	40	42.7	0.94	0.94 to 1.28
	50–100	80	63.3	1.26	1.00 to 1.57
	>100	76	77.3	0.98	0.77 to 1.23
	Missing data*	170	145.4	1.17	1.00 to 1.36
Angina pectoris	All	437	394.5	1.11	1.01 to 1.22
	0–10	9	11.3	0.80	0.36 to 1.52
	10–50	65	57.6	1.13	0.87 to 1.44
	50–100	87	82.1	1.06	0.85 to 1.31
	>100	101	90.4	1.12	0.91 to 1.36
	Missing data*	175	153.1	1.14	0.98 to 1.33
Chronic ischaemic heart disease	All	326	277.6	1.17	1.05 to 1.31
	0–10	5	7.3	0.68	0.22 to 1.59
	10–50	42	36.7	1.14	0.82 to 1.55
	50–100	68	55.3	1.23	0.95 to 1.56
	>100	65	65.3	1.00	0.77 to 1.27
	Missing data*	146	15.2	1.29	1.09 to 1.52
Cerebral infarct	All	169	136.5	1.24	1.06 to 1.44

# Agenti Chimici in Verniciatura

---

<b>Pigmenti</b>	<b>Valore Limite (mg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Piombo</b>	0,15
<b>Cobalto</b>	0,02
<b>Cadmio</b>	0,01
<b>Cromo</b>	0,50
<b>Nichel</b>	0,10
<b>Molibdeno</b>	0,50
<b>Antimonio</b>	0,50

# Agenti Chimici in Verniciatura

Fase solvente	Valore Limite (ppm)
<b>Vernici al solvente:</b>	
Toluene	50
Xilene	50
Diclorometano	50
Alcol Metilico	200
Alcol n-butilico	20
Alcol isobutilico	50
Metil-etil-chetone	200
Etil benzene	100
Metil isobutil chetone (1)	20
2-Nitropropano	10
Clorobenzene	10

Fase solvente	Valore Limite (ppm)
<b>Vernici all'acqua:</b>	
Metilglicole (2)	0,1
Etilglicole (3)	5
Acetato di metilglicole	0,1
Acetato di etilglicole	5
Butilglicole (4)	20
Acetato di butilglicole	20
Metossipropanolo (5)	100
Metildiglicole (6)	10

# Effetti respiratori

Irritazione delle vie aeree superiori, Rinite, Asma (Kaukiainen, 2008)

## Agenti etiologici di rinite professionale con indicazione delle professioni coinvolte

<b>Agenti a basso peso molecolare</b>	<b>Settore lavorativo</b>
Di-isocianati	Verniciatori, utilizzatori di poliuretani
Anidridi acide (anidride ftalica, tetraidroftalica, trimellitica)	Produzione di resine epossidiche, industria chimica
Agenti chimici diversi (coloranti reattivi, poliamidi, poliesteri)	Industria chimica



## Agenti etiologici di asma professionale con indicazione delle professioni coinvolte

<b>Agenti a basso peso molecolare</b>	<b>Settore lavorativo</b>
Di-isocianati (TDI, polimeri di TDI)	Verniciatori, utilizzatori di poliuretani
Altri indurenti (triglicidil isocianato, aziridina polifunzionale)	Vernici in polvere, indurenti per vernici
Anidridi ( trimellitica, tetracloroftalica, maleica)	Resine epossidiche, produzione di resine poliesteri
Amine alifatiche (esametilentetramina)	Manipolatori vernici a smalto
Etanolamine (dimetieltanolamina))	Verniciatori a spruzzo
Prodotti chimici (poliestere)	Verniciatori

LG SIMLII per la sorveglianza sanitaria degli esposti a rischio da sensibilizzazione correlato all'esposizione lavorativa. 2004

---

### **Broncopatia cronica ostruttiva**

La prevalenza di Bronchite cronica in soggetti esposti a lungo termine a solventi è aumentata (raddoppia il rischio legato al fumo),  
Tale aumento non è stato osservato nei non fumatori (Ebbeoj, 2008)

### **Tumore polmonare**

IARC ha classificato l'attività di verniciatore nel gruppo 1 dei cancerogeni (i dati sono prevalentemente riferiti a tinteggiatura di costruzioni. Cromo, cadmio, nichel sono noti cancerogeni)  
Meta-RR aggiustato per il fumo 1,35 (95% CI 1,21-1,51) (Neela, 2010)

# Effetti cutanei

## **Dermatite allergica da contatto**

Sostenute dai diversi agenti sensibilizzanti presenti nella verniciatura quali Cromo, Nichel, Cobalto, solventi

**Table 1.** Contact dermatitis attributable to specific agents for occupations at increased risk: reports from dermatologists February 1993–January 1999

<i>Occupation (SOC)</i>	<i>Total cases</i>	<i>Rate/100,000 workers</i>	<i>Agents causing contact dermatitis (% of total cases)</i>	
Hairdressers and barbers (660)	836	116.3	Hairdressing chemicals (49.8) Aromatic amines (38.3) Nickel (20.5) Soaps (17.9)	Wet work (13.6) Preservatives (8.4) Fragrances and cosmetics (6.6)
Coach painters and other spray painters (596)	67	31.8	Epoxies and resins (37.3) Glues and paints (26.9) Solvents (20.9)	Rubber (7.5) Cobalt (6.0)

**Table 2.** Contact dermatitis attributable to specific agents for occupations at increased risk: reports from occupational physicians, May 1994–January 1999

Coach painters and other spray painters (596)	61	36.6	Epoxies and resins (32.8) Rubber (23.0) Soaps (21.3)	Solvents (9.8) Glues and paints (6.6) Chrome (6.6)
---	----	------	--	--

# Effetti neurologici

---

L'esposizione prolungata a solventi organici è stata correlata con la comparsa di disturbi comportamentali e cognitivi:  
Fatica, irritabilità, instabilità dell'umore,  
difetti di concentrazione e memoria

I dati relativi alla comparsa di encefalopatia tossica, tuttavia, non sono univoci e non consentono di metter in relazione il dato clinico con l'esposizione (Lees-Haley, 1997; Jeffrey, 2000)

# Effetti su rene e vie urinarie

---

## **Funzione renale**

L'esposizione a solventi risulta associata ad una più rapida progressione verso l'insufficienza renale di condizioni di patologia renale già nota, piuttosto che all'induzione di insufficienza renale cronica ex novo. In particolare vi sono evidenze relative a toluene, xilene e derivati del petrolio (benzina, gasolio) (Jacob, 2007)

## **Tumore della vescica**

IARC ha classificato l'attività di verniciatore nel gruppo 1 dei cancerogeni anche sulla base dei dati aggiornati al 2007 nei quali è stata individuata sufficiente evidenza che l'esposizione occupazionale legata all'attività di verniciatore causa cancro della vescica

Meta-RR 1,25 (95% CI 1,16-1,34) (Neela, 2010)

# La sorveglianza sanitaria – prevenzione effetti respiratori

---

- Anamnesi
- Questionari mirati
  - Questionario per la rinite
  - Questionario CECA
- Esame obiettivo
- Spirometria

**Linee Guida per la Sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad irritanti e tossici per l'apparato respiratorio. Maestrelli et al. – SIMLII 2009**

# Asma occupazionale (AO)

---

- ❑ Ridurre l'esposizione riduce il numero di lavoratori che sviluppano asma
- ❑ La comparsa di rinite occupazionale è predittiva di aumentato rischio di sviluppare AO in quel lavoratore nell'anno successivo
- ❑ La sorveglianza sanitaria può individuare precocemente AO e migliorarne l'esito
- ❑ Porre domande sul miglioramento dei sintomi lontano dal lavoro è più sensibile che chiedere se i sintomi peggiorano con il lavoro

**Evidence based guidelines for the prevention, identification and management of occupational asthma. Nicholson PJ et al. Occup Environ Med 2005; 62:290-299**



## DEFINIZIONE

La rinite allergica è una patologia della mucosa nasale indotta da una infiammazione IgE mediata conseguente all'esposizione allergenica.

### SINTOMI TIPICI DI RINITE ALLERGICA

- Rinorrea acquosa
- Starnuti a salve
- Prurito nasale
- Ostruzione nasale
- Congiuntivite concomitante

### SINTOMI TIPICI DI CONGIUNTIVITE ALLERGICA

- Rinite concomitante
- Sintomi bilaterali
- Lacrimazione
- Prurito congiuntivale
- Iperemia

## CLASSIFICAZIONE (paziente non trattato)

### Per durata dei sintomi

- Intermittente: < 4 giorni/settimana o < 4 settimane
- Persistente: > 4 giorni/settimana e 4 settimane

### Per gravità dei sintomi

- Moderata-grave. **Uno o più fra:** alterazioni del sonno, limitazioni delle attività quotidiane, riduzione prestazioni lavorative/scolastiche, sintomi gravi.
- Lieve. Nessuna delle caratteristiche cliniche della forma moderata-grave.





## Intermittente

< 4 giorni/settimana  
o < 4 settimane

## Persistente

> 4 giorni/settimana  
e > 4 settimane

## Lieve

**Tutte le seguenti**

- **Sonno conservato**
- **Nessuna limitazione nelle attività quotidiane**
- **Normale attività lavorativa o scolastica**
- **Non sintomi fastidiosi**

- Moderata-grave
- uno o più dei seguenti
  - . Alterazioni del sonno
  - . Limitazioni delle attività quotidiane
  - . Riduzione prestazioni lavorative/scolastiche
  - . Sintomi gravi

Nei pazienti non trattati



Le definizioni di **persistente** e **intermittente**  
NON sono sovrapponibili con  
quelle tradizionali di **stagionale** e **perenne**

Rinite  
stagionale

■ intermittente  
■ persistente



Rinite  
perenne



*Demoly et al, Allergy 2003*

La rinite “stagionale” o “perenne” può essere sia  
intermittente sia persistente

## Rinite professionale



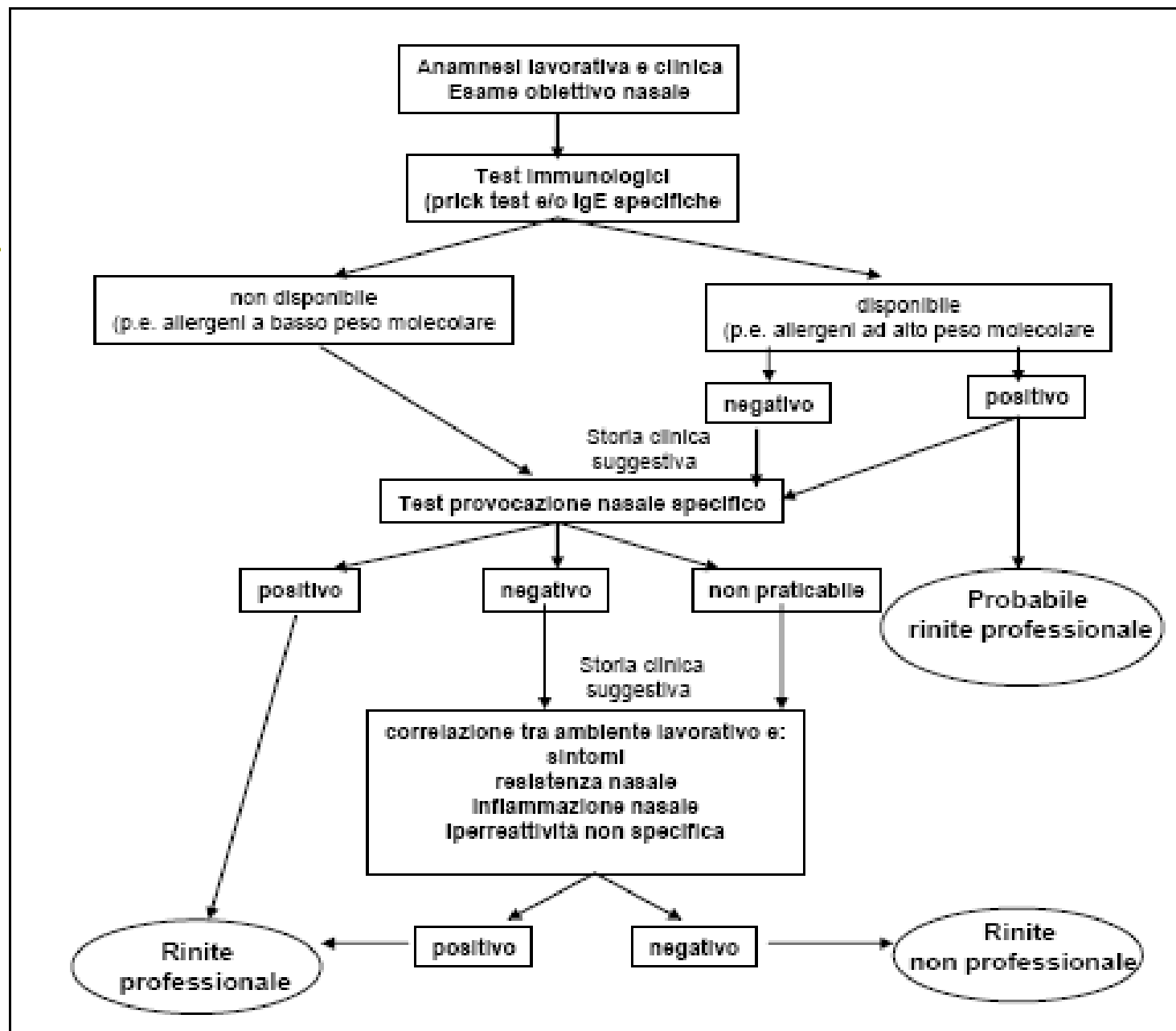
Progetto Mondiale ARIA 2010

- La rinite professionale (RP) è una malattia infiammatoria del naso caratterizzata da sintomi intermittenti o persistenti e/o da riduzione variabile del flusso aereo nasale e/o da ipersecrezione. E' dovuta a cause e a situazioni attribuibili ad un particolare ambiente di lavoro e non a stimoli presenti al di fuori di esso.
- La prevalenza stimata è 2-4 volte superiore all'asma professionale (AP).
- Può essere allergica e non allergica.
- RP e AP sono frequentemente associate (fino al 70-80% dei casi)
- I sintomi di rinite precedono di circa 6-24 mesi l'insorgenza di quelli di asma in particolare nell'AP indotta da agenti ad alto p.m. La rinite è considerata un marker precoce di AP

*Moscato G et al., Allergy 2008*



**Figura 1** Classificazione della Rinite Professionale (modificato da Moscato G et al. Respir Research 2009)



**Figura 1:** Algoritmo diagnostico della rinite professionale  
(modificato da Moscato G et al Allergy 2008)



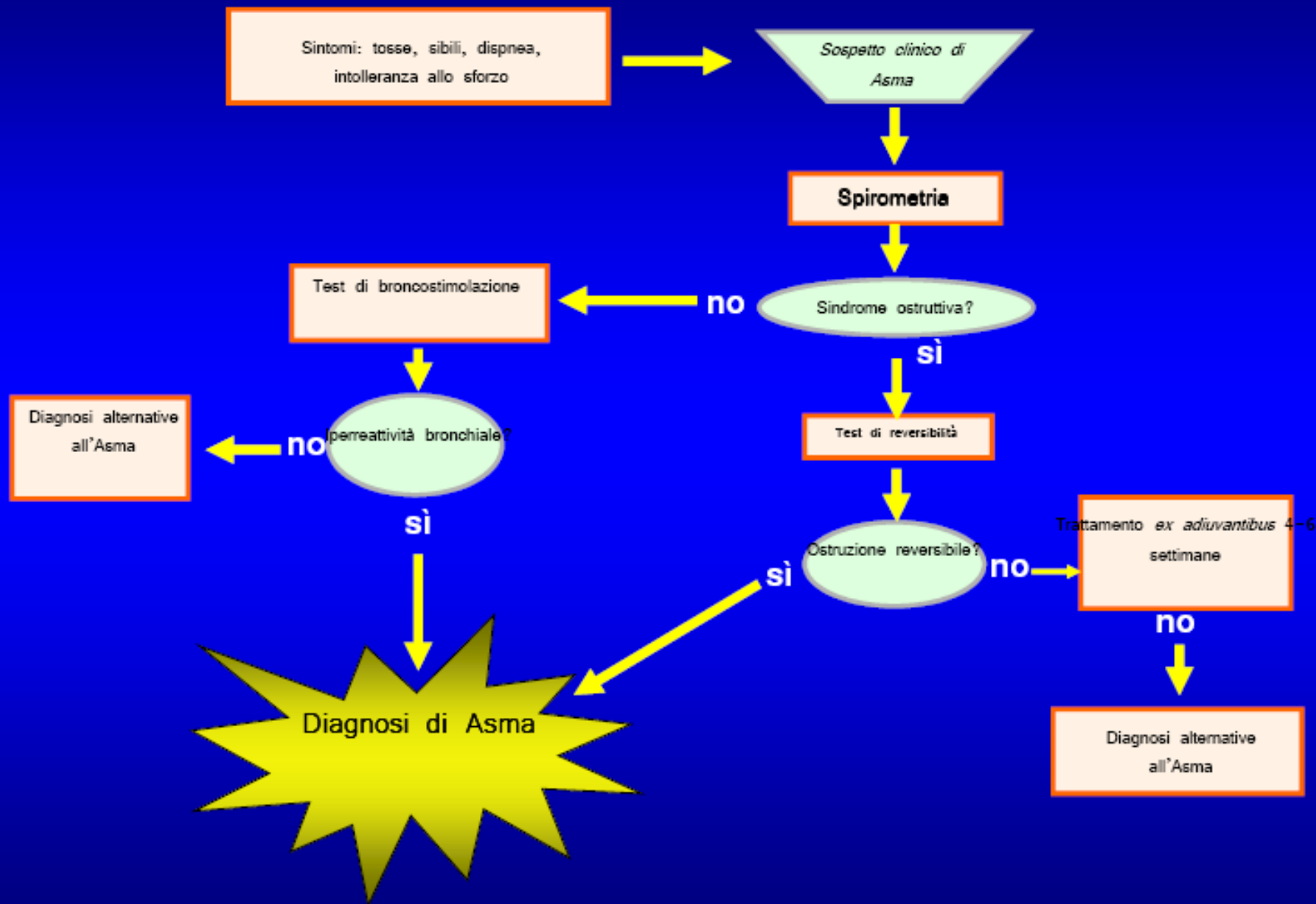
## Anamnesi/Esame obiettivo

Ha mai avuto attacchi di respiro sibilante?  
Ha tosse secca, specialmente notturna?  
Ha tosse o sibili dopo esercizio fisico?  
Ha senso di oppressione al petto?

Se positivi o suggestivi



# Algoritmo per la diagnosi di asma bronchiale



## **Test di provocazione bronchiale**

---

**Si effettua nei soggetti che si sospetta (anamnesi positiva) essere affetti da asma bronchiale e che presentano un quadro funzionale normale al momento dell'osservazione.**



# BPCO

Global initiative for  
Obstructive  
Lung  
Disease



## Diagnosi di BPCO



P

- La spirometria rappresenta il test strumentale meglio standardizzato, più riproducibile ed oggettivo esso rappresenta il *gold standard* per la diagnosi e l'inquadramento della BPCO.

# Valutazione della funzione respiratoria

---

- Effettuate da personale adeguatamente formato
- Secondo criteri di qualità
  - Durata della prova (almeno 6 sec) e del plateau (almeno 1 sec)
  - Esplosività dell'espirazione
  - Riproducibilità (la differenza tra i due migliori FEV1 e tra i due migliori FVC è  $\leq 150$  ml)

*Vademecum di spirometria per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori  
2011. Innocenti, Quercia, Roscelli*

# Prove di funzionalità respiratoria: *controllo di qualità*

Eur Respir J 2005; 26: 319–338  
DOI: 10.1183/09031936.05.00034805  
Copyright©ERS Journals Ltd 2005



## SERIES “ATS/ERS TASK FORCE: STANDARDISATION OF LUNG FUNCTION TESTING”

Edited by V. Brusasco, R. Crapo and G. Viegi  
Number 2 in this Series

## Standardisation of spirometry

M.R. Miller, J. Hankinson, V. Brusasco, F. Burgos, R. Casaburi, A. Coates,  
R. Crapo, P. Enright, C.P.M. van der Grinten, P. Gustafsson, R. Jensen,  
D.C. Johnson, N. MacIntyre, R. McKay, D. Navajas, O.F. Pedersen, R. Pellegrino,  
G. Viegi and J. Wanger

L'attendibilità della prova è condizionata da due principali parametri:

- La **ACCURATEZZA**: quanto la misurazione riflette i valori reali;
- La **PRECISIONE**: cioè la variabilità (**ripetibilità**) di prove successive di uno stesso paziente ; è indipendente dalla accuratezza e dipende dal paziente e dall'operatore.

**CRITERI DI  
ACCETTABILITA'**

**Inizio espirazione  
senza esitazioni**

**Volume estrapolato < 5% dell' FVC o di 150 ml  
(Intervallo di tempo tra 10-90% PEF <120 ms)**

**Adeguate tempo di  
espirazione**

**Espirazione > 6 secondi**

**Espirazione completa**

**Il test deve concludersi con un plateau di almeno  
1 secondo ( a flusso costante < 0,03 l/sec )**

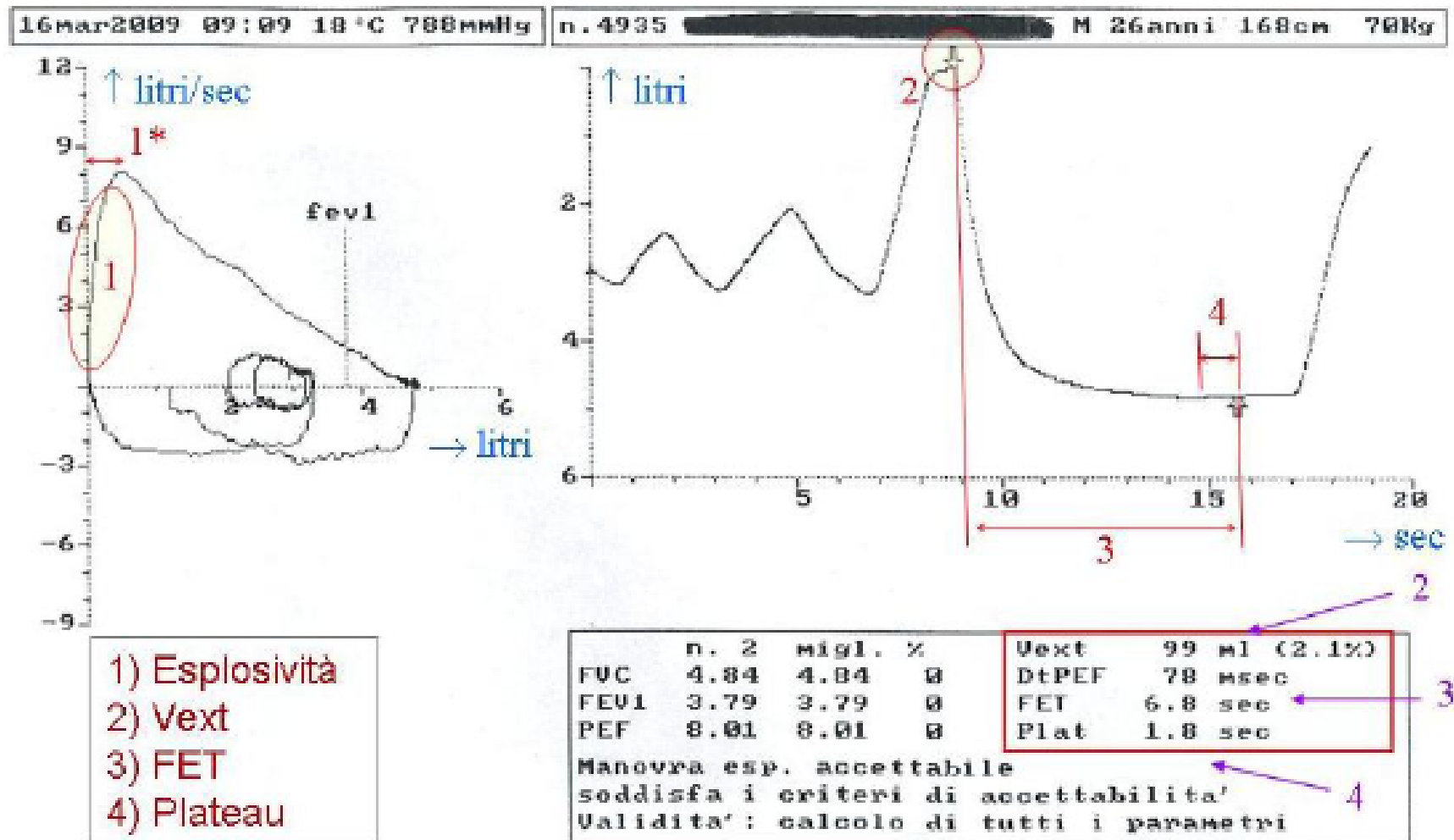
**Assenza di artefatti**

**Tosse, chiusura della glottide, sforzo variabile**

**CRITERIO  
DI RIPRODUCIBILITA'**

**Almeno tre prove accettabili su un massimo di  
otto secondo il criterio che le due FVC e i due  
FEV1 più elevati non differiscano più di 150 ml.**

Figura 2 - Principali elementi da valutare per l'accettabilità della spirometria



# Variazioni della funzione polmonare nel tempo - Variazioni acute

---

- Variazioni durante il turno di lavoro sono importanti per la diagnosi di asma professionale
- Le misure spirometriche andrebbero fatte immediatamente prima del turno e subito dopo

raccomandazioni ACOEM (American College of Occupational and Environmental Medicine)

- una singola riduzione del FEV1 post-turno di lavoro  $\geq 10\%$  : accertamenti più approfonditi
- riduzione del FEV1 post-turno di lavoro tra 5 e 10% in almeno due occasioni: tenere sotto controllo, ma rientra nella variabilità circadiana dei soggetti normali

# Variazioni della funzione polmonare nel tempo - Decadimento cronico

---

- I protocolli di valutazione della funzione respiratoria consentono di identificare:
  - lavoratori che presentano valori inferiori ai normali
  - lavoratori che presentano un eccessivo deterioramento nel tempo della funzione polmonare

Per identificare accuratamente il decremento annuo degli indici spirometrici è raccomandato utilizzare 3 osservazioni in 5 anni o 4 in 6-7 anni

Secondo ACOEM il declino fisiologico del FEV1 in soggetti sani, non fumatori, adulti (35-65) è 25-30 ml/anno  
Decrementi di 90-100 ml in 4 anni sono da considerare eccessivi

Fattore critico per l'interpretazione del decremento longitudinale è la qualità delle misure spirometriche, cioè la precisione dei dati

# Variazioni della funzione polmonare nel tempo - Decadimento cronico

---

Metodi ACOEM per quantificare il decadimento longitudinale

1. Soggetto con FEV1 > 100% del teorico
  - Calcolare il Limite inferiore di Normalità Longitudinale (LNL) che corrisponde a **(% teorico di base) x 0,85**
  - Se il FEV1%teorico a fine periodo di osservazione è < LNL% il decadimento è significativo
2. Soggetto con FEV1 ≤ 100% del teorico
  - Calcolare il Limite inferiore di Normalità Longitudinale (LNL) che corrisponde a **[(valore di base) x 0,85] - [teorico di base - teorico di fine periodo]**
  - Se il FEV1 a fine periodo di osservazione è < LNL il decadimento è significativo
3. Calcolo della retta di regressione
  - Confronto dei valori misurati nell'arco di 4-6 anni
  - Il decadimento è significativo se la pendenza della retta è superiore a 90-100 ml/anno





## Metodo 1: 'baseline' >100% predicted

$$LNL (\%) = [0.85 \times \text{Baseline } \% \text{ predicted}]$$

### Variazioni FVC nel tempo

<i>Età</i>	<i>FVC (L)</i>	<i>Teorico (L)</i>	<i>% teorico</i>
30	4.39	4.03	109
35	4.22	3.97	106
40	3.82	3.93	97
45	4.12	3.88	106
50	3.17	3.75	84

$$LNL = 0.85 \times 109 = 93\%$$



## Metodo 2: 'baseline' $\leq 100\%$ predicted

$$LNL (L) = [0.85 \times \text{Base. FEV1}] - [\text{Base. pred.} - \text{?age pred.}]$$

### Variazioni FEV1 nel tempo

Età	FEV1 (L)	Teorico (L)	NL(L)
67	2.42	2.49	1.89
68	2.15	2.46	1.86
69	1.93	2.43	1.83
71	1.86	2.37	1.77
73	1.61	2.30	1.70

$$LNL = [0.85 \times 2.42] - [2.49 - 2.43] = 2.00$$



# Variazioni della funzione polmonare nel tempo - Decadimento cronico

---

Interpretazione del decadimento cronico

Metodi per quantificare il decadimento longitudinale

1. Variazione assoluta

FEV1 precedente – FEV1 attuale

2. Variazione percentuale

$$\frac{\text{FEV1 precedente} - \text{FEV1 attuale}}{\text{FEV1 precedente}} \times 100$$

# Interpretazione del decadimento cronico

---

ACOEM considera come valore limite  
- Declino del FEV1 o della FVC > 15%

NIOSH propone come valori limite  
-Declino del FEV1 o della FVC > 12%

Tali valori sono stati criticati  
in quanto  
eccessivamente conservativi  
nel monitoraggio dei  
lavoratori



In presenza di una  
buona qualità dei  
test funzionali  
può essere considerato  
 clinicamente rilevante  
un **decremento annuale  
del FEV1  $\geq$  10%**

Linee Guida per la Sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad irritanti  
e tossici per l'apparato respiratorio. Maestrelli et al. – SIMLII 2009

A practical guide to an occupational health program for respirable crystalline silica - US  
Dept Labor, Mine Safety Health Administration - 2008



# La sorveglianza sanitaria – prevenzione effetti cutanei

---

- Anamnesi
- Questionari mirati
  - Questionario per la valutazione dermatologica preventiva dei lavoratori esposti ad irritanti e/o allergizzanti
- Esame obiettivo

# Dermatite da contatto occupazionale e orticaria

---

- ❑ L'atopia è un fattore di rischio indipendente per la comparsa di DAC professionale
- ❑ Indossare i sottoganti in cotone contribuisce a limitare il danno alla barriera cutanea causato dall'uso prolungato di guanti occlusivi
- ❑ Le creme barriera non sono efficaci come misura protettiva
- ❑ L'uso di creme emollienti dopo il lavoro contribuisce a prevenire la comparsa di DAC

**Evidence based guidelines for the prevention, identification and management of occupational contact dermatitis and urticaria.**

**Nicholson PJ et al. Contact dermatitis 2010; 63:177-186**



# La sorveglianza sanitaria – prevenzione effetti nefrologici

---

## Esami di laboratorio

- Mirati
- Appropriati al livello di esposizione
- Caratteristiche di qualità del Laboratorio

Es. proteinuria a basso peso molecolare per la valutazione precoce del danno tubulare renale

**Urynary protein and enzyme excretion as markers of tubular damage.  
D'Amico et al. Curr Opin Nephrol Hypertens 2003; 12:639-643**