

# POSTURE DI LAVORO E ALTERAZIONI DEL RACHIDE NEI CAVATORI DI PORFIDO

D. COLOMBINI', E. OCCHIPINTI-, A. CRISTOFOLINI--, C. FRIGO-, A. GRIECO-

«*Work postures and spinal changes in porphyry quarry workers*». An analysis was made of the work postures and the movements involved in manual loading of rocks for the two main jobs (labourer and stone cutter) in porphyry quarriers. An assessment was made of the loads on the lumbar disks during the various phases of work, using both simplified biomechanical models and a tridimensional and dynamic model in a laboratory simulation. The results are compared with the limit values recommended by the Niosh. At the same time, a special questionnaire completed by means of interviews was used to study the frequency of alterations of the cervical, dorsal and lumbosacral spine in practically all (No. = 1157) the workers in the Val di Cembra quarries. After an adequate selection of the cases under study, inferential comparisons were made with control groups matched for sex and age, consisting of subjects not exposed currently nor in the past to occupational posture risk, who were examined using the same clinical protocol. The results revealed high lumbar loads which approached and even exceeded the Niosh recommended limits, and also a significant excess of acute and chronic lumbosacral spinal disease in the two exposed groups compared to the controls. This therefore strengthens the view that manual lifting of weights is a mechanical risk factor for the spine.

Key words: posture; spine; porphyry quarry workers.

## INTRODUZIONE

Nonostante l'esistenza di una rapida tendenza alla meccanizzazione e terziarizzazione di molte lavorazioni, permangono nel nostro Paese, svariate attività lavorative che richiedono intensi sforzi fisici. Fra queste sicuramente rappresentativa è la lavorazione dei materiali lapidei in cava.

Questa lavorazione comporta in genere una rilevante esposizione a tradizionali rischi professionali (infortuni, silicosi, sordi-

\* Unità di Ricerca «Ergonomia della Postura e del Movimento» (E.P.M.) c/o Clinica del Lavoro - Via S. Barnaba, 8 20122 Milano. Direttore: Prof. A. Grieco.

\*\* Servizio Medicina del Lavoro - c/o C.P.A., Trento

tà da rumore, ecc.). Tuttavia, accanto ad essi, non può essere trascurata, come in parte finora è avvenuto, l'entità degli sforzi fisici richiesti e le relative conseguenze su diversi organi e apparati, quali ad esempio il cardiovascolare e l'osteomuscolare.

Il ruolo causale svolto dalla movimentazione manuale di pesi nel determinismo della patologia del rachide lombare è d'altra parte ampiamente riconosciuto nella letteratura (1, 8) al punto che autorevoli enti ed organismi internazionali hanno ritenuto di dover procedere ad una regolamentazione circa i massimi pesi trasferibili manualmente.

In particolare il NIOSH (7) ha stabilito l'entità dei pesi massimi trasferibili manualmente, con riferimento ai carichi as-

siali che si determinano sui dischi lombari, stimati attraverso modelli biomeccanici statici.

Nella fattispecie secondo il NIOSH vanno comunque evitati quei trasferimenti di pesi che comportano più di 650 kg di compressione sui dischi lombari. Se il sollevamento comporta carichi sui dischi lombari compresi tra 350 e 650 kg vanno comunque adottate alcune precauzioni relative al miglioramento delle condizioni di lavoro, alla selezione e training del personale, ai controlli sanitari mirati, nella consapevolezza che per i lavoratori soggetti a tale condizione ci si aspetta un'incidenza di episodi di lombalgia acuta circa 3 volte superiore a quella registrabile in lavoratori meno esposti.

IL sembrato utile pertanto studiare il rapporto tra lavoro manuale e patologia del rachide in una realtà italiana, quella della Val di Cembra (TN), in cui a fronte di una apparente dispersione in piccole cave (circa 1400 lavoratori sono impiegati in oltre 100 cave), esiste una forte omogeneità di livello tecnologico e di contenuti operativi nella lavorazione del porfido.

## METODI

Sono state esaminate le due mansioni principali, comuni a tutte le cave di porfido: manovale (addetto alla separazione, scelta e caricamento manuale di lastre di porfido del peso variabile da 10 a 35 Kg su appositi pallets) (figura 1) e fratturatore (addetto alla rottura delle pietre nelle dimensioni desiderate tramite trancia meccanica) (figura 2).

Quest'ultima lavorazione può venir eseguita con due tipi di trince: nel tipo «a caduta», un maglio, cui è applicata una lama di acciaio, viene fatto cadere sulla lastra di pietra, sostenuta con le mani su una lama fissa inferiore; nel tipo «idraulica» il taglio della pietra viene ottenuto mediante pressione di una lama azionata da pompa oleodinamica sulla lastra appoggiata sul piano di lavoro.

Lo studio delle posture di lavoro e dei gesti di

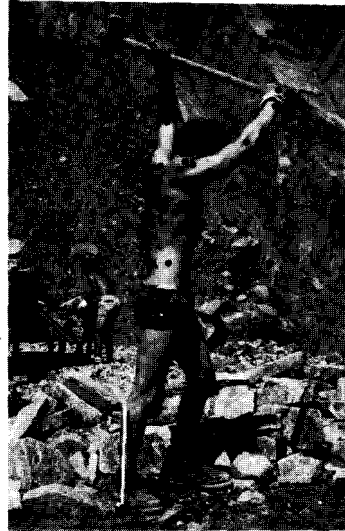


Figura 1 - Esempificazione di alcune delle operazioni eseguite dal manovale di cava.

di biomeccanici già messi a punto dagli Autori (3) (10). In particolare, sono stati quantificati i carichi sui dischi lombari nelle diverse fasi di lavoro, utilizzando modelli statici monodimensionali, che valutano gli spostamenti del soggetto solo sul piano sagittale trascurando le accelerazioni e le inerzie dei movimenti.

L'uso di questi modelli biomeccanici richiede

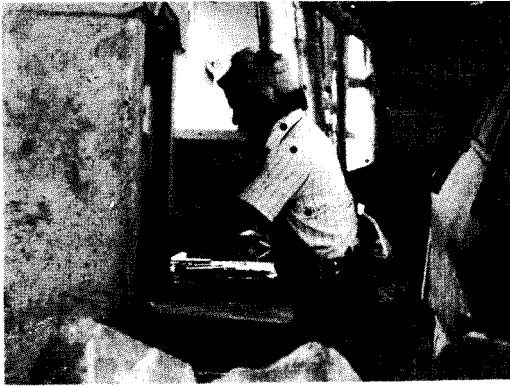


Figura 2 - Esempificazione di alcune delle operazioni eseguite dal fratturatore.

del soggetto e l'applicazione del modello matematico illustrato in figura 3.

Per meglio analizzare l'entità del carico che grava sui dischi lombari, sono state inoltre simulate in laboratorio alcune operazioni di sollevamento così come vengono eseguite dai cavatori.

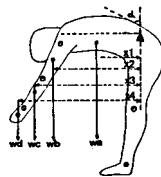
In questo contesto i carichi discali sono stati calcolati mediante modelli matematici dinamici e tridimensionali, attraverso l'analisi delle immagini registrate ed elaborate dal sistema DIGIVEC - ELITE schematizzato in figura 4. In questo caso lo scopo è stato quello di verificare come, nell'analisi di movimenti a forte componente dinamica, l'uso di modelli semplificati può portare a stimare in modo inadeguato i carichi articolari. La prova di laboratorio è stata eseguita su un soggetto campione (anni 35, peso Kg 85, altezza 172 cm), che doveva sollevare un peso di 18 Kg da terra ed appoggiarlo su un banco alto 77 cm.

In questo contesto sperimentale è stata eseguita anche la registrazione dell'attività elettromiografica dei gruppi muscolari dei flessori dell'avambraccio e degli erettori lombari.

Sono stati utilizzati elettrodi bipolari di superficie e l'attività registrata è stata espressa percentualmente rispetto a quella ottenuta durante la Massima Contrazione Volontaria (%MCV). Parallelamente, il carico cardio-vascolare e, di conseguenza, il costo metabolico delle due mansioni allo studio sono stati quantificati in soggetti campione mediante registrazione elettrocardiografica secondo Holter.

1 dettagli relativi a questa parte dello studio vengono riferiti altrove (1).

X. Distanza dei baricentro del segmento i-ES IMO dalla verticale in L  
 W = Peso dell'i & IMO segmento sopra L3  
 M' Momento = M  
 omento su L<sub>3</sub>  
 ML3



Fin = Forza degli erettori spinali  
 Fg = 57% del peso totale del soggetto (+ eventuale carico)  
 PL3 = pressione su L3  
 a = Angolo fra la verticale in L<sub>3</sub> e la tangente a L3

(1)  $M_{\text{mano sup.}} = M_{\text{braccio}} + M_{\text{avambraccio}} + M_{\text{mano}} + (M_{\text{carico}})$

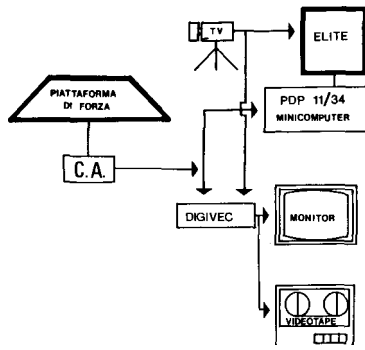
(2)  $M_{L3} = M_{\text{capo}} + M_{\text{collo}} + M_{\text{tronco}} + M_{\text{arti sup.}} + (M_{\text{carico}})$  dove

$M_{\text{tronco}} = w_a - x_b - x_1 \cdot M_{\text{braccio}} = w_b - X_2$ , ecc...

(3)  $F_m = M_{L3} / 5$

(4)  $PL3 = Fin + (Fg \cdot \cos a)$

Figura 3 - Analisi biomeccanica: schematizzazione delle variabili fondamentali per gli studi dei carichi articolari sul piano sagittale.



**Figura 4** - Rappresentazione schematica della strumentazione (Digivee-Elite).

Lo studio delle alterazioni della colonna vertebrale nei due gruppi di cavaatori è stato condotto attraverso un apposito questionario somministrato per intervista ai soggetti in esame da personale sanitario specificatamente addestrato.

Tale questionario, messo a punto dagli Autori (4) si basa, tra l'altro, sulle seguenti caratteristiche:

- rigorosa anamnesi lavorativa, rivolta in particolare a «VideRziare pregresse esposizioni a rischio lavorativo» per il rachide;
- identificazione separata di fenomeni acuti e peculiari quali ernie discali ed episodi di Ioni-balgia acuta;
- identificazione dei soggetti portatori di una significativa patologia cronica del rachide rispettivamente cervicale, dorsale e lombosacrale sulla base di predefinite soglie di gravità;
- descrizione delle caratteristiche tipologiche, temporali del dolore spinale e dei fenomeni connessi (assenze per malattia, necessità di trattamenti);
- validazione dei giudizi diagnostici emersi nei confronti di un protocollo clinico-diagnostico più ampio adottato dagli Autori (4).

Il questionario è stato somministrato a 1157 soggetti tra cui 469 manovali e 450 fratturatori.

Per gli specifici scopi del presente lavoro è stata operata una selezione dei soggetti esaminati secondo i seguenti criteri: a) anzianità di mansione pari o superiore a 5 anni; b) assenza di pregressi lavori durati almeno 5 anni che comportassero un rischio per il rachide.

Sono pertanto residuati 483 soggetti che offri-vano le caratteristiche richieste (234 manovali e

stati suddivisi nelle due mansioni studiate e in 4 classi decennali di età.

I risultati sull'occorrenza di spondilopatia cronica rispettivamente cervicale, dorsale e lombosacrale nei due gruppi di cavaatori e nei rispettivi sottogruppi di età sono stati confrontati con quelli, già disponibili (9) (10), di gruppi di controllo appaiati per sesso ed età.

Il confronto è stato attuato mediante l'analisi di una serie di tabelle 2 x 2 calcolando il  $\chi^2$  con correzione di Yates, nonché il rapporto tra tassi (rate ratio) ed i relativi intervalli di confidenza al 95%; sono stati considerati positivi quei rapporti tra tassi in cui il limite inferiore dell'intervallo di confidenza risultava superiore a 1 (5).

Inoltre per superare le difficoltà legate alla scarsa numerosità di alcuni sottogruppi di mansione e di età e per esprimere un dato sintetico per ogni gruppo di mansione è stato calcolato il rapporto standardizzato di morbosità (standardizzazione indiretta) il cui valore è stato verificato mediante test  $\chi^2$  (2).

## RISULTATI

### Analisi delle posture di lavoro

a) *Il lavoro del manovale prevede, per l'intero turno di lavoro, la separazione delle lastre di porfido (poste a terra) mediante mazza o piccone nonchè il ripetuto sollevamento e trasporto di tali lastre (peso 10-35 Kg) a pallets di stoccaggio (figura 5). Si è stimato che ogni manovale solleva e trasporta in media ogni giorno 250 - 300 quintali di pietre. I carichi lombari che si sviluppano durante tali operazioni sono variabili da 134 a più di 600 Kg: questi dati sono stati ottenuti utilizzando il modello biomeccanico statico monodimensionale. Diversi sono i risultati ricavati dalla simulazione di sollevamento riprodotta in laboratorio e analizzata con un più complesso modello tridimensionale dinamico. La figura 6 mostra lo *stick diagram* ottenuto durante l'operazione di sollevamento; sono riprodotte 25 immagini al secondo, suddivise in 3*

|                                      |  |                      |   |                      |  |  |  |    |
|--------------------------------------|--|----------------------|---|----------------------|--|--|--|----|
|                                      |  | ii                   |   |                      |  |  |  |    |
|                                      |  | A                    | B | 41 h                 |  | C                                      |  | if |
| CERNITA E SOLLEVAMENTO               |  | SEPARAZIONE CON MAIA |   | SEPARAZIONE CON MAIA |  | TRASPORTO                              |  |    |
| PL3' 377 KG (10KG)<br>565 KG (35 KG) |  | PL3' 134KG           |   | P13_ 365 KG          |  | P13 " 298 KG (10 KG)<br>612 KG (35 KG) |  |    |

Figura 5 - Analisi dei carichi discali sul disco L3 - L4 (PL 3 ), durante le principali operazioni eseguite dal manovale di cava, mediante modello matematico monodimensionale statico.

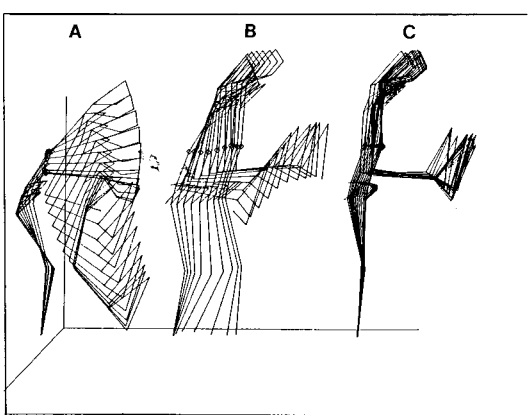


Figura 6 - Stick Diagrams (25 al secondo) di un gesto di sollevamento di un peso di 18 Kg. Asse di ripresa a 135° rispetto al piano sagittale - Scomposizione del gesto in tre fasi: (A) Sollevamento; (B) Trasferimento; (C) Posizionamento.

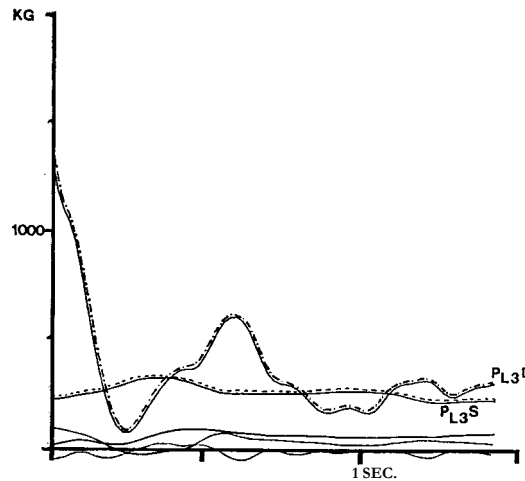


Figura 7 - Analisi di un gesto di sollevamento di un peso di 18 Kg: andamento, in funzione del tempo, dei carichi sul disco L3 - L4 rispettivamente considerando (PL<sub>3</sub>D) e trascurando (PL<sub>3</sub>S) le componenti di accelerazione e di inerzia.

sul bancale). Si nota come la fase di stacco da terra del peso sia eseguita assai più velocemente della fase di appoggio del peso sul bancale.

In figura 7 vengono rappresentati i valori dei carichi sul disco L3 - L4 in modo istantaneo durante l'intero gesto di sollevamento, calcolati sia tenendo conto degli aspetti dinamici che ignorandoli. In parti-

colare sono riportate due curve di carico lombare considerevolmente diverse l'una dall'altra: la curva di carico lombare dinamica (PL<sub>3</sub> dinamica) presenta un'alternanza di valori con un picco iniziale di circa 1250 Kg seguito da una repentina caduta ad un livello minimo di 120 Kg, dovuto

allo sfruttamento dell'iniziale accelerazione.

Al contrario, considerando la curva di carico lombare statica (PL<sub>3</sub> statica), i valori di carico sono molto più omogenei e il valore massimo (380 Kg) è ottenuto nel momento in cui il tronco è ancora flesso in avanti e la distanza tra il peso sollevato e il corpo è massima. La figura 8 sintetizza i risultati del parallelo studio elettromiografico: in particolare si evidenzia l'impegno massimale dei muscoli erettori lombari pur in presenza di un peso sollevato che è solo intermedio tra quelli effettivamente e frequentemente sollevati dai manovali.

b) *Il lavoro della fratturazione prevede:* il prelievo della lastra (10 - 35 Kg) dalla zona di stoccaggio (altezza variabile: da terra a 1,20 m) con torsione del tronco; il posizionamento della stessa sotto il maglio (tronco in lieve flessione; mani e pietra lontani dal corpo) e, dopo la fratturazione, il lancio del prodotto e dei residui di lavorazione (figura 2). Ogni fratturatore sposta circa 40-80 quintali/die. In tali operazioni si sviluppano carichi lombari calcolati secondo modelli statici monodimensionali variabili da 140 a 560 Kg.

Durante le fasi di lavorazione del materiale, inoltre il fratturatore opera con gli

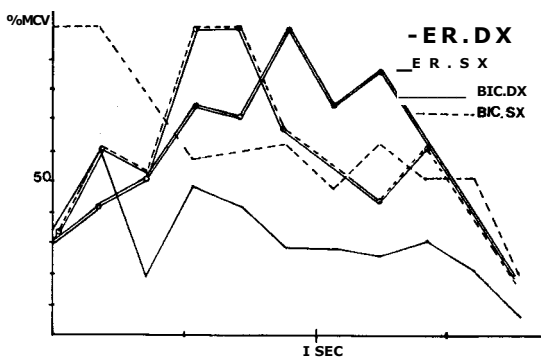


Figura 8 - Analisi di un gesto di sollevamento di un peso di 18 Kg: andamento, in funzione del tempo, dell'impegno dei muscoli erettori lombari e bicipiti espresso, sulla base dei tracciati E.M.G., percentualmente rispetto alle rispettive M.C.V.

arti superiori sollevati: ciò condiziona uno strato di rilevante contrazione dei muscoli trapezi e dei muscoli fissatori del cingolo scapolo-omerale.

Va infine sottolineato che tutti gli addetti operano in regime di incentivazione: ciò determina comunque elevati ritmi di lavoro e scarsità di pause.

### Analisi del carico cardiovascolare

I valori di f.c. registrati nei manovali sono risultati elevati in particolare durante le fasi di frantumazione e trasporto che si ripetono più volte nel turno ed arrivano, nella frantumazione, quasi ad eguagliare quelli massimi raggiunti nella prova da sforzo.

Durante le operazioni di fratturazione i valori di f.c. registrati sono nettamente inferiori ai precedenti (la differenza di f.c. media fra i due gruppi è risultata statisticamente significativa) anche se sono da considerare comunque elevati.

In ogni caso, riferendo i valori trovati alla retta di regressione che definisce la relazione teorica fra i valori percentuali di f.c. massima e di consumo di ossigeno si può stimare un dispendio energetico medio per turno di lavoro che supera il 50% del VO<sub>2</sub> max.

Ulteriori dettagli relativi allo studio del carico cardiovascolare in queste operazioni sono reperibili nel lavoro di Zanettini e coll. (11).

### Analisi dei dati sanitari

Ci si limiterà in questa sede a riferire unicamente dei dati più salienti emersi dall'indagine clinica relativamente ai soggetti selezionati con esposizione «univoca» (n = 483).

Nella tabella 1 sono riportati i dati di età ed anzianità di lavoro di tali soggetti.

La tabella 2 riporta l'occorrenza percentuale dei soggetti portatori di ernia del di-

**Tabella 1 - Numero dei soggetti «selezionati» e cervicale e dorsale nel due gruppi di cava-relativa anzianità media di lavoro nei 2 gruppi tori allo studio.**  
di cavatori esaminati per classe di età.

| Mansione     | GRUPPI DI ETA    |                  |                  |                  | tra tassi, RSM) hanno dimostrato la sovrapposibilità dei dati registrati, nelle di-verse mansioni, rispetto al controlli, per quanto riguarda il tratto dorsale e, limita-tamente ai manovali, per il tratto cervicale. |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
|              | 16-25<br>n. anz. | 26-35<br>n. anz. | 36-45<br>n. anz. | 46-55<br>n. anz. |   |
| Manovale     | 56 6,5           | 95 9,7           | 40 15,4          | 43 28,4          |   |
| Fratturatore | 46 6,3           | 75 10,7          | 36 20,2          | 92 33,5          |   |

**Tabella 2 - Prevalenza percentuale di ernia discale e di pregressi episodi di lombalgia acuta, nei due gruppi di cavatori esaminati e nei controlli, per classe di età.**

| Patologia       | Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|-----------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|                 |              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Ernia discale   | Manovale     | 0             | 0     | 5     | 0     |
|                 | Fratturatore | 0             | 0     | 0     | 6,5   |
|                 | Controlli    | —             | 1,5   | 1,5   | 2,7   |
| Lombalgia acuta | Manovale     | 7             | 17    | 23    | 40    |
|                 | Fratturatore | 4             | 15    | 31    | 39    |
|                 | Controlli    | —             | 12,4  | 15,7  | 16,7  |

sco lombare è di soggetti che hanno riferito uno o più episodi pregressi di lombalgia acuta: i dati sono forniti per mansione e classe di età.

Si rimarca in particolare l'eccesso di casi di lombalgia acuta in entrambi i gruppi esaminati, se comparati, mediante il Rapporto Standardizzato per età di Morbosità (RSM), con il - gruppo di controllo (RSM = 166,4 per i manovali; RSM = 191,3 per i fratturatori;  $p < 0,001$  in entrambi i casi).

Le tabelle 3, 4 e 5 riportano, per mansione e per classe di età, l'occorrenza percentuale di portatori di spondiloartropatie rispettivamente cervicali, dorsali e lombosacrali nei due gruppi di cavatori esaminati e nei controlli.

Sono state rilevate alte frequenze di alterazioni lombosacrali particolarmente nelle classi di età più giovani; al contrario più contenute, rispetto ai controlli, sono risultate le frequenze di alterazioni del rachide

**Tabella 3 - Occorrenza (in %) di spondilopatie cervicali anamnestiche nei due gruppi di cavatori e nei controlli, per classe di età**

| Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Manovale     | 7             | 14    | 32    | 26    |
| Fratturatore | 9             | 16    | 28    | 42    |
| Controlli    | 12            | 16,9  | 16,5  | 22,1  |

**Tabella 4 - Occorrenza (in %) di spondilopatie dorsali anamnestiche nei gruppi di cavatori e nei controlli, per classe di età**

| Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Manovale     | 2             | 2     | 0     | 0     |
| Fratturatore | 7             | 5     | 8     | 3     |
| Controlli    | 6             | 2,9   | 4,8   | 4,3   |

**Tabella 1 - Numero dei soggetti «selezionati» e cervicale e dorsale nei due gruppi di cava-relativa anzianità media di lavoro nei 2 gruppi tori allo studio.**

| Mansione     | GRUPPI DI ETA    |                  |                  |                  |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|              | 16-25<br>n. anz. | 26-35<br>n. anz. | 36-45<br>n. anz. | 46-55<br>n. anz. |
| Manovale     | 56 6,5           | 95 9,7           | 40 15,4          | 4328,4           |
| Fratturatore | 46 6,3           | 75 10,7          | 36 20,2          | 92 33,5          |

I confronti statistici operati ( $\chi^2$ , rapporto tra tassi, RSM) hanno dimostrato la sovrapposibilità dei dati registrati, nelle diverse mansioni, rispetto ai controlli, per quanto riguarda il tratto dorsale e, limitatamente ai manovali, per il tratto cervicale.

**Tabella 2 - Prevalenza percentuale di ernia discale e di pregressi episodi di lombalgia acuta, nei due gruppi di cavatori esaminati e nei controlli, per classe di età.**

| Patologia       | Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|-----------------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|                 |              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Ernia discale   | Manovale     | 0             | 0     | 5     | 0     |
|                 | Fratturatore | 0             | 0     | 0     | 6,5   |
|                 | Controlli    | —             | 1,5   | 1,5   | 2,7   |
| Lombalgia acuta | Manovale     | 7             | 17    | 23    | 40    |
|                 | Fratturatore | 4             | 15    | 31    | 39    |
|                 | Controlli    | —             | 12,4  | 15,7  | 16,7  |

si bare lom di soggetti che hanno riferito uno o più episodi pregressi di lombalgia acuta: i dati sono forniti per mansione e classe di età.

Si rimarca in particolare l'eccesso di casi di lombalgia acuta in entrambi i gruppi esaminati, se comparati, mediante il Rapporto Standardizzato per età di Morbosità (RSM), con il gruppo di controllo (RSM = 166,4 per i manovali; RSM = 191,3 per i fratturatori;  $p < 0,001$  in entrambi i casi).

Le tabelle 3, 4 e 5 riportano, per mansione e per classe di età, l'occorrenza percentuale di portatori di spondiloartropatie rispettivamente cervicali, dorsali e lombosacrali nei due gruppi di cavatori esaminati e nei controlli.

Sono state rilevate alte frequenze di alterazioni lombosacrali particolarmente nelle classi di età più giovani; al contrario più contenute, rispetto ai controlli, sono risultate le frequenze di alterazioni del rachide

**Tabella 3 - Occorrenza (in %) di spondilopatie cervicali anamnestiche nei due gruppi di cavatori e nei controlli, per classe di età**

| Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Manovale     | 7             | 14    | 32    | 26    |
| Fratturatore | 9             | 16    | 28    | 42    |
| Controlli    | 12            | 16,9  | 16,5  | 22,1  |

**Tabella 4 - Occorrenza (in %) di spondilopatie dorsali anamnestiche nei gruppi di cavatori e nei controlli, per classe di età**

| Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Manovale     | 2             | 2     | 0     | 0     |
| Fratturatore | 7             | 5     | 8     | 3     |
| Controlli    | 6             | 2,9   | 4,8   | 4,3   |

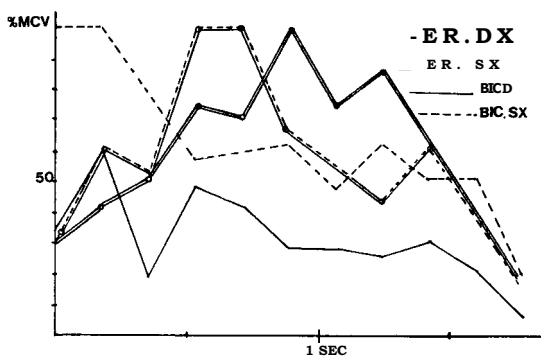


allo sfruttamento dell'iniziale accelerazione.

Al contrario, considerando la curva di carico lombare statica (PL<sub>3</sub> statica), i valori di carico sono molto più omogenei e il valore massimo (380 Kg) è ottenuto nel momento in cui il tronco è ancora flesso in avanti e la distanza tra il peso sollevato e il corpo è massima. La figura 8 sintetizza i risultati del parallelo studio elettromiografico: in particolare si evidenzia l'impegno massimale dei muscoli erettori lombari pur in presenza di un peso sollevato che è solo intermedio tra quelli effettivamente e frequentemente sollevati dai manovali.

b) *Il lavoro della fratturazione* prevede: il prelievo della lastra (10 - 35 Kg) dalla zona di stoccaggio (altezza variabile: da terra a 1,20 m) con torsione del tronco; il posizionamento della stessa sotto il maglio (tronco in lieve flessione; mani e pietra lontani dal corpo) e, dopo la fratturazione, il lancio del prodotto e dei residui di lavorazione (figura 2). Ogni fratturatore sposta circa 40-80<sup>1</sup>qu.intali/die. In tali operazioni si sviluppano carichi lombari calcolati secondo modelli statici monodimensionali variabili da 140 a 560 Kg.

Durante le fasi di lavorazione del materiale, inoltre il fratturatore opera con gli



**Figura 8** - Analisi di un gesto di sollevamento di un peso di 18 Kg: andamento, in funzione del tempo, dell'impegno dei muscoli erettori lombari e bicipiti espresso, sulla base dei tracciati E.M.G., percentualmente rispetto alle rispettive M.C.V.

arti superiori sollevati: ciò condiziona uno strato di rilevante contrazione dei muscoli trapezi e dei muscoli fissatori del cingolo scapolo-omerale.

Va infine sottolineato che tutti gli addetti operano in regime di incentivazione: ciò determina comunque elevati ritmi di lavoro e scarsità di pause.

#### Analisi del carico cardiovascolare

I valori di f.c. registrati nel manovali sono risultati elevati in particolare durante le fasi di frantumazione e trasporto che si ripetono più volte nel turno ed arrivano, nella frantumazione, quasi ad eguagliare quelli massimi raggiunti nella prova da sforzo.

Durante le operazioni di fratturazione i valori di f.c. registrati sono nettamente inferiori ai precedenti (la differenza di f.c. media fra i due gruppi è risultata statisticamente significativa) anche se sono da considerare comunque elevati.

In ogni caso, riferendo i valori trovati alla retta di regressione che definisce la relazione teorica fra i valori percentuali di f.c. massima e di consumo di ossigeno si può stimare un dispendio energetico medio per turno di lavoro che supera il 50% del VO<sub>2</sub> max.

Ulteriori dettagli relativi allo studio del carico cardiovascolare in queste operazioni sono reperibili nel lavoro di Zanettini e coll. (11).

#### Analisi dei dati sanitari

Ci si limiterà in questa sede a riferire unicamente dei dati più salienti emersi dall'indagine clinica relativamente ai soggetti selezionati con esposizione «univoca»

(n = 483).

Nella tabella 1 sono riportati i dati di età ed anzianità di lavoro di tali soggetti.

La tabella 2 riporta l'occorrenza percentuale dei soggetti portatori di ernia del di-

**Tabella 5** - Occorrenza (in %) di spondilopatie lombosacrali anamnestiche nei due gruppi di cavatori e nei controlli, per classi di età.

| Mansione     | GRUPPI DI ETA |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|              | 16-25         | 26-35 | 36-45 | 46-55 |
| Manovale     | 39            | 48    | 45    | 53    |
| Fratturatore | 22            | 23    | 42    | 67    |
| Controlli    | 6             | 11,8  | 27,5  | 37,5  |

Al contrario significativo è risultato il RSM per il tratto cervicale (RSM = 146, p <0,01) nel confronto fra fratturatori e controlli in particolare per il rilevante ec

cesso di patologia registrato nelle classi di età più anziane.

Per quanto attiene al tratto lombosacrale la tabella 6 sintetizza le inferenze operate nel confronto fra i due gruppi di cavatori esaminati e i controlli. Sono emersi tanto Rapporti fra Tassi. per singole classi di età, generalmente significativi, quanto, più in generale, RSM assai elevati e altamente significativi sotto il profilo statistico.

Le tabelle 7,8,9 analizzano alcuni aspetti qualitativi dei disturbi nel tre distretti del rachide esaminati. In particolare, usando come denominatori i soli soggetti portatori

**Tabella 6** - Spondilopatia lombosacrale: rapporto fra tassi (limiti di confidenza al 95% per ognuno dei sottogruppi per età delle due mansioni e Rapporti Standardizzati di Morbilità (RSM) e relativa significatività comparando con gruppi maschili di controllo.

| Mansione      | GRUPPI DI ETA |               |               |               | RSM            |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|               | 16 -25        | 26 - 35       | 36 -45        | 46 - 55       |                |
| Manovale      | 6,5(2,5-17,2) | 4,1 (2,6-6,5) | 1,6 (1,1-2,5) | 1,4 (0,9-2,0) | 261,4(p<0,001) |
| Fratturatore- | 3,6(1,0-13,2) | 1,9 (0,9-3,8) | 1,5 (0,9-2,5) | 1,8 (1,4-2,2) | 185,7(p<0,001) |

**Tabella 7** - Aspetti qualitativi del disturbo cervicale: modalità temporali, tipo di dolore, trattamenti terapeutici (espressi come percentuale su tutti i casi di spondiloartropatia cervicale).

| Mansione     | MODALITA TEMPORALI (%) |            |          | TIPO DI DOLORE |                   | TERAPIA |
|--------------|------------------------|------------|----------|----------------|-------------------|---------|
|              | Cronico                | Ricorrente | Fastidio | Cervicale      | Cervico-brachiale |         |
| Manovale     | 41                     | 59         | 17       | 49             | 34                | 34      |
| Fratturatore | 42                     | 58         | 24       | 48             | 28                | 25      |

**Tabella 8** - Aspetti qualitativi del disturbo dorsale: modalità temporali, tipo di dolore, trattamenti terapeutici (espressi come percentuale su tutti i casi di spondiloartropatia dorsale).

| Mansione   | MODALITA TEMPORALI |            | TIPO DI DOLORE |                | TERAPIA |
|------------|--------------------|------------|----------------|----------------|---------|
|            | Cronico            | Ricorrente | Fastidio       | Dolore dorsale |         |
| Manovale   | 0                  | 100        | 0              | 100            | 33      |
| Fratturat. | 31                 | 69         | 31             | 69             | 31      |

**Tabella 9** - Aspetti qualitativi del disturbo lombosacrale: modalità temporali, tipo di dolore, trattamenti terapeutici (espressi come percentuale su tutti i casi di spondiloartropatia lombosacrale).

| Mansione     | MODALITÀ TEMPORALI (%) |            | TIPO DI DOLORE |         |          | TERAPIA |          |
|--------------|------------------------|------------|----------------|---------|----------|---------|----------|
|              | Cronico                | Ricorrente | Fastidio       | Lumbago | Sciatica |         | Lombosc. |
| Manovale     | 37                     | 63         | 18             | 53      | 0        | 29      | 26       |
| Fratturatore | 40                     | 60         | 15             | 50      | 3        | 32      | 34       |

no riportati dati di occorrenza circa: modalità in cui il disturbo si presenta (cronico, ricorrente), tipologia del disturbo (fastidio/senso di peso/rigidità, dolore franco localizzato, dolore irradiato), ricorso a trattamenti per il disturbo.

Nella tabella 10 viene riportato il numero di giornate di lavoro perse per ciascuna affezione segmentaria e per i due gruppi esaminati normalizzato su cento soggetti impiegati: particolarmente elevato, nonostante il tipo di rapporto di impiego esistente nel contesto specifico, è risultato il numero di giorni di assenza per affezioni del tratto lombosacrale.

## DISCUSSIONE

Il lavoro nelle cave di porfido, così come è attualmente organizzato, richiede, per la maggioranza degli addetti, notevoli sforzi fisici, come peraltro è stato documentato dallo studio parallelo di Zanettini e coll. (11) sull'impegno cardiovascolare e sul di-

**Tabella 10** - Numero di giornate perse (per 100 lavoratori) per affezioni dei diversi tratti di rachide nei due gruppi di cavatori esaminati.

| Mansione     | Spondilopatia |         |              |
|--------------|---------------|---------|--------------|
|              | Cervicale     | Dorsale | Lombosacrale |
| Manovale     | 50            | 17      | 118          |
| Fratturatore | 94            | 6       | 106          |

spendio energetico. In questo contesto è stato possibile appurare che la movimentazione manuale delle pietre determina carichi in compressione assiale sui dischi lombari frequentemente elevati; in taluni casi tali carichi sono risultati assai simili a quello indicato dal NIOSH (7) come limite massimo invalicabile (650 Kg), mentre più ripetuto, sia nel caso dei manovali che dei fratturatori, è stato il reperimento di valori di carico lombare comunque superiori a 350 Kg. Come già accennato, a questi livelli di carico sussiste, secondo il NIOSH, un certo grado di rischio per il rachide lombare e dovrebbero essere messi in atto specifici provvedimenti di prevenzione primaria e secondaria.

Inoltre, attraverso una originale simulazione di laboratorio e sfruttando un modello di analisi biomeccanica «tridimensionale» e «dinamico» si è evidenziato che i carichi lombari che si sviluppano nei gesti di sollevamento in esame sono in realtà molto più elevati, sia pure per fasi istantanee, di quelli registrati con modelli statici semplificati. Pur non esistendo valori di riferimento, come quelli del NIOSH, con cui paragonare questi specifici risultati ma tenendo anche conto di quanto emerso nella parallela indagine elettromiografica, è possibile affermare che, in generale, esiste un rilevante rischio per il rachide lombare in entrambi i gruppi di lavoratori esaminati solo relativamente più

assunta determina anche la esistenza di un moderato rischio per il rachide cervicale.

L'analisi dei dati sanitari relativi alle alterazioni del rachide ha consentito di appurare, mediante opportune tecniche di selezione dei dati e sia pure nell'ambito di uno studio trasversale, l'esistenza di un eccesso di patologia acuta e cronica del tratto lombosacrale in entrambi i gruppi di cava- tori allo studio rispetto ai controlli. In particolare è emerso che la patologia cronica di questo tratto coinvolge in misura assai rilevante anche i soggetti di età più giovane. Va peraltro segnalata, per le classi di età più anziane, la possibile esistenza di un fenomeno di «allontanamento» dalla mansione per via delle incompatibilità fra richiesta di «prestazione» fisica e stato di salute: tale fenomeno, conducendo allo studio dei soli superstiti, potrebbe condizionare una sottostima della occorrenza reale della patologia in esame presso i lavoratori di cava più anziani. A fianco di ciò è stato rilevato un, eccesso, sia pure di entità più modesta ed ascrivibile alle classi di età medio-anziane, di patologia del tratto cervicale nel solo gruppo di fratturatori.

L'esame combinato dei dati relativi al rischio posturale e alle alterazioni del rachide nei cava tori di porfido consente, in sintesi, di confermare l'ipotesi che vede nei gesti di sollevamento di pesi un elemento meccanico causale nel determinismo di patologie cronico-degenerative della colonna ad estrinsecazione acuta o subdola.

Su un piano più generale si rafforza la esigenza di disporre nel nostro Paese, come avviene già in altri paesi occidentali, di una normativa che disciplini l'impiego della forza nella movimentazione manuale di pesi.

## RIASSUNTO

Sono analizzate le posture di lavoro ed i gesti di movimentazione manuale di pietre

degli addetti alle due principali mansioni (manovale, fratturatore) nelle cave di porfido.

In particolare sono valutati i carichi agenti, nelle diverse fasi operative, sui dischi lombari sia con modelli biomeccanici semplificati sia, in una simulazione di laboratorio, mediante un modello biomeccanico «tridimensionale e dinamico»; i relativi risultati vengono paragonati con i valori limite al proposito suggeriti dal N. I. O. S. H..

In parallelo è stata studiata, mediante un questionario mirato somministrato per intervista, la occorrenza di alterazioni del rachide cervicale, dorsale e lombosacrale nella quasi totalità (n = 1157) degli addetti alle cave della Val di Cembra.

Previa una adeguata selezione dei casi allo studio, vengono inoltre operati confronti inferenziali con gruppi di controllo, appaiati per sesso ed età, formati da soggetti non esposti, attualmente e nel passato, a rischio posturale lavorativo ed esaminati mediante lo stesso protocollo clinico. È emersa la presenza di carichi lombari assai elevati, spesso prossimi, se non superiori, a quelli limite raccomandati dal N.I.O.S.H. nonchè, d'altro lato, l'esistenza di un significativo eccesso di patologia acuta e cronica del rachide lombosacrale nei due gruppi di esposti rispetto ai controlli.

Ne esce rafforzata la tesi che individua nei sollevamenti manuali di pesi un elemento di rischio meccanico per il rachide.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSSON G. B. J.: Epidemiologic aspects on low back pain in industry. *Spine* 1981; **6**: 53-60.
2. ARMITAGE P.: *Statistica medica*. Milano: Feltrinelli, 1975.

- C., MENONI O.: Posture analysis. *Ergonomics*. 1985, 28: 95-98.
4. COLOMBINI D., OCCHIPINTI E., GRIECO A., BOCCARDI S., MENONI O.: *Posture di lavoro e artropatie* (2' Ediz.). Comune di Milano, 1986.
  5. COMBA P., AXELSON O.: Ricerche epidemiologiche in Igiene e Medicina del Lavoro. Roma: Istituto Superiore di Sanità, 1981. (Rapporto ISTISAN n. 53).
  6. FRIGO C. A.: Tridimensional model for studying the dynamical loads on the spine during lifting (Unpublished data).
  7. NIOSH: Work practices guide for manual lifting. DHHS (NIOSH) Publication n. 81-122, 198 L (NIOSH technical report).
  8. OCCHIPINTI E., COLOMBINI D., MOLTENI G., GRIECO A.: Attività muscolare e carico articolare. Metodi e criteri di valutazione. Atti del 49° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale. S. Margherita di Pula (CA), 17-20 Sett. 1986: 163-210.
  9. OCCHIPINTI E., COLOMBINI D., MENONI O., GRIECO A.: Alterazioni del rachide in popolazioni lavorative. P: dati su un gruppo maschile di controllo. *Med. Lav.* 1985; 76: 387-398.
  10. OCCHIPINTI E., COLOMBINI D., LOMARTIRE N., SPINAIOLA A., Di TARANTO E., GRIECO A.: Alterazioni del rachide, rilevate anamnesticamente, in una popolazione maschile non esposta a rischio posturale (Dati non pubblicati).
  11. ZANETTINI R., AGOSTONI O., CRISTOFOLINI A., MOLTENI G., CESANA G. C., GRIECO A.: Strain cardiovascolare in manovali di cave di porfido. *Med Lav* 1988, 79: 211-218.

RINGRAZIAMENTI: *Gli autori ringraziano per la collaborazione le Signore Afra Martinelli, Luisa Tonazzoli, Albina Valzolgher che hanno somministrato i questionari, la Signora Lucia Seraglio che ha curato la codifica e l'attività di data-entry, e il Servizio Piano Socio Sanitario della Provincia Autonoma di Trento per la disponibilità nella elaborazione automatica dei dati.*

---

Accettato il 12.4. 1988