

FOCUS

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI NEI SETTORI AGRICOLI DELLA FRUTTICOLTURA E ORTICOLTURA

A. Silvetti*, A. Papale**, F. Draicchio*

* Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL), Dipartimento Medicina del Lavoro, Laboratorio di Fisiologia ed Ergonomia, Monte Porzio Catone, Roma

** ISPESL, Dipartimento Processi organizzativi, Roma

SINTESI

CONTESTO E OBIETTIVI - In questo lavoro viene illustrata la valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi nella frutticoltura e nell'orticoltura.

METODI - Ci si è avvalsi di riprese effettuate con una videocamera e del software APALYS 3.0 con il quale viene ricostruito il modello posturale dell'operatore durante lo svolgimento della mansione sovrapponendolo alle immagini campionate. Successivamente i vari segmenti corporei vengono correttamente orientati in modo da far corrispondere il modello alle immagini reali. È possibile, una volta effettuata la sovrapposizione, osservare il modello tridimensionale da più punti di vista e ottenere le sue proiezioni sui piani sagittale e frontale. Il software consente sia una predizione del carico discale a livello della giunzione lombo-sacrale, sia il calcolo dell'Indice di sollevamento del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) nei casi in cui quest'ultimo è applicabile.

RISULTATI - La predizione del carico discale a livello della giunzione lombo-sacrale ha dato valori compresi tra 2.774 N e 4.631 N nel settore della frutticoltura, mentre nel settore dell'orticoltura i valori sono compresi tra 3.345 N e 4.616 N. L'analisi effettuata con il protocollo NIOSH conferma le criticità delle mansioni considerate, poiché i valori dell'Indice di sollevamento risultano compresi tra 1,69 e 2,76 nella frutticoltura e tra 1,76 e 4,03 nell'orticoltura.

CONCLUSIONI - I risultati ottenuti evidenziano rischi nelle attività esaminate.

(Parole chiave: *agricoltura, movimentazione manuale carichi, analisi posturale*)

BOW PO/base indexing:

EUOSHA - OSH: Carrying [OSH: 39961D]; Heavy lifting [OSH: 40001D]; Farms [OSH: 58081C]; Back injuries [OSH: 52161D]

CIS: Manual handling [CIS: Jde]; Agricoltura [CIS: Xad]; Hazard evaluation [CIS: Ora]

NACE - ATECO: Agriculture, hunting and related service activities [ATECO: 01]

EUOSHA - OSH: Trasporto di carichi [OSH: 39961D]; Sollevamento di carichi pesanti [OSH: 40001D]; Aziende agricole [OSH: 58081C]; Lesioni della regione lombare [OSH: 52161D]

CIS: Movimentazione manuale [CIS: Jde]; Agricoltura [CIS: Xad]; Valutazione dei rischi [CIS: Ora]

NACE - ATECO: Agricoltura, caccia e relativi servizi [ATECO: 01]

INTRODUZIONE

In Italia l'agricoltura, e in particolare la frutticoltura e l'orticoltura, è molto diffusa. I dati del 5° Censimento generale [1] dell'ISTAT sull'agricoltura effettuato nel 2000 indicano la presenza in Italia di 2.593.090 aziende agricole, zootecniche e forestali, con superficie totale pari a 19,6 milioni di ettari, di cui 13,2 milioni di superficie agricola utilizzata. Il 70,6% delle aziende censite pratica coltivazioni permanenti. Si tratta di 1.844.117 unità che coltivano prevalentemente vite, olivo e alberi da frutta. L'orticoltura ricopre una superficie complessiva di circa 530.000 ettari, suddivisa in maniera molto eterogenea su circa 40 specie, tra cui predomina il pomodoro (123.000 ettari).

Il quadro della forza lavoro impiegata nel settore agricolo appare ancora caratterizzato dalla larghissima prevalenza della manodopera familiare.

Il ciclo della frutticoltura è caratterizzato dalle seguenti fasi di lavoro: impianto arboreo, potatura, concimazione, trattamenti antiparassitari, lavorazione del terreno e lotta contro le erbe infestanti, trattamenti di protezione da brina e gelo, irrigazione e raccolta. Quest'ultima può essere suddivisa ulteriormente in due fasi:

- distacco dei frutti dalla pianta (manuale, agevolata, meccanizzata);
- trasferimento del prodotto dal campo al magazzino.

Il ciclo di produzione delle piante orticole, sia in pieno campo sia sotto serra, è caratterizzato dalle seguenti fasi di lavoro: concimazione, lavorazione del terreno, sterilizzazione e diserbo, semina e trapianto, irrigazione e fertirrigazione, trattamenti con presidi sanitari, raccolta del prodotto, trasferimento del prodotto dal campo al magazzino.

La meccanizzazione in orticoltura in questi ultimi anni è aumentata. Ad esempio nella raccolta del pomodoro vengono largamente utilizzate macchine agevolatrici o raccoglitrice meccaniche.

Le macchine agevolatrici tagliano la pianta, mentre il distacco dei pomodori è manuale e avviene tramite lo scuotimento. Le raccoglitrice meccaniche possono essere di tipo trainato o semovente. Le prime utilizzate di solito dalle piccole aziende, le seconde dalle aziende di maggiori dimensioni.

Gli addetti a questi due settori agricoli sono esposti a vari fattori di rischio che possono comportare lesioni a livello del loro sistema muscoloscheletrico: movimentazione manuale dei carichi, movimenti ripetuti, posture incongrue.

Il maneggio e la movimentazione di oggetti e di carichi pesanti può comportare lesioni e patologie di varia entità, che interessano nella maggioranza dei casi la colonna vertebrale e relativi muscoli.

In particolar modo la movimentazione manuale dei carichi tra gli addetti del settore frutticolo e orticolo consiste nello spostamento di casse e cassette contenenti i prodotti raccolti per il trasporto ai magazzini. Le patologie lavoro-correlate della colonna vertebrale sono molto frequenti tra i lavoratori agricoli, anche se non è facile quantificarle. Infatti, le patologie della colonna vertebrale afferiscono all'INAIL come infortuni sul lavoro, o come malattie professionali non tabellate. Alcune indicazioni ci possono pervenire dal numero degli infortuni a carico della colonna riconosciuti dall'INAIL nel settore agricoltura nel 2005 (Tab. 1). Ovviamente tali dati si riferiscono al numero totale degli infortuni e quindi oltre a quelli dovuti ad un sovraccarico meccanico della colonna vertebrale (che sono quelli che ci interessano) comprendono anche quelli dovuti a traumi diretti, tuttavia permettono di individuare l'ordine di grandezza e la gravità del problema. I casi di lombalgia acuta si inseriscono verosimilmente nel contesto dei 4.102 infortuni che causano inabilità temporanea, mentre le ernie discali tra i 477 infortuni con esiti permanenti.

Anche dal numero di infortuni sul lavoro in agricoltura riconosciuti dall'INAIL nel 2005 riferiti alla forma di accadimento "sollevando con sforzo", possiamo valutare il problema. In questo caso la lombalgia acuta la troveremo tra i 706 accadimenti che si sono risolti senza esiti; le ernie discali da sforzo verosimilmente tra i 27 infortuni con esiti.

TABELLA 1 - Numero degli infortuni riconosciuti dall'INAIL nel settore agricoltura nel 2005

Infortuni a carico della colonna vertebrale indennizzati dall'INAIL - Anno 2005

	Inabilità temporanea	Inabilità permanente	Morte	Totale
Agricoltura	4.102	477	5	4.584

Infortuni indennizzati dall'INAIL "Sollevando con sforzo" - Anno 2005

	Inabilità temporanea	Inabilità permanente	Morte	Totale
Agricoltura	706	27	0	733

Anche molti studi indicano l'alta incidenza di disturbi muscoloscheletrici tra i lavoratori agricoli (Villarejo and Baron [2] 1999; Osorio et al. [3] 1998; Husting et al. [4] 1997; Ciesielski et al. [5] 1991). In uno studio effettuato negli Stati Uniti è stata rilevata un'incidenza di problemi muscoloscheletrici tra i lavoratori stagionali del 31 % per stagione lavorata (McCurdy et al. [6] 2003). Nel settore della frutticoltura questi disturbi risultano particolarmente frequenti. Per esempio in uno studio svolto in Giappone tra i lavoratori occupati nella raccolta di pere e mele è risultato che i lavoratori riferivano un'alta incidenza di disturbi al collo (25-50% dei lavoratori delle mele e 40-60% dei lavoratori delle pere) e delle spalle (70% dei lavoratori in ambedue i settori) (Sakakibara et al. [7] 1995). Calisto [8] (1999) in un altro studio svolto su lavoratori addetti alla raccolta della frutta ha evidenziato un'alta incidenza di disturbi alla colonna vertebrale (19% nella regione toracica e 57% nella regione lombo-sacrale), del collo e delle spalle (38% entrambi). Anche in uno studio svolto in Colorado in piccole aziende agricole e aziende familiari i disturbi muscoloscheletrici sono risultati molto frequenti risultando il maggior problema di salute riferito da questi lavoratori (Xiang H. e coll. [9] 1999).

I seguenti dati diffusi dall'Agenzia Europea per la Salute e Sicurezza sul Lavoro [10] confermano che i disturbi muscoloscheletrici rappresentano un problema importante nel settore dell'agricoltura:

- il 60% dei lavoratori europei impiegati nell'agricoltura sono costretti ad assumere posizioni dolorose per metà o più della loro giornata lavorativa, la percentuale più alta di qualsiasi altro settore lavorativo;
- circa il 50% dei lavoratori impiegati nel settore dell'agricoltura solleva carichi pesanti per metà o più della propria giornata lavorativa;
- più del 50% dei lavoratori nel settore agricolo effettua movimenti ripetuti delle mani per metà o più della loro giornata lavorativa;
- i lavoratori del settore agricolo e edilizio sono i più esposti al rischio di disturbi dorso-lombari, mentre i lavoratori dei settori agricolo, forestale e ittico corrono il rischio maggiore di accusare disturbi degli arti superiori legati all'attività lavorativa.

A fronte di questi dati che indicano chiaramente la presenza di un rischio notevole per la colonna vertebrale nel settore agricolo, si rende necessario procedere a una valutazione di questo rischio, in particolare per quanto riguarda le attività di sollevamento. Pur essendo lo studio dei fattori di rischio per l'apparato muscoloscheletrico in agricoltura un tema di fondamentale importanza, riscontriamo in letteratura una carenza di studi svolti in tali attività. Tra gli studi disponibili prevalgono quelli che si sono rivolti agli aspetti posturali e tra questi si segnala il già citato lavoro di Sakakibara [7]. Di recente è stata presentata dagli autori [11] una comunicazione sui rischi da movimentazione manuale dei carichi nel settore dell'orticoltura che si basa sull'utilizzo di tecniche di analisi biomeccanica.

Attualmente il protocollo di valutazione dei rischi da movimentazione manuale dei carichi che ha avuto maggior diffusione in Italia è quello proposto dal NIOSH [12]. Tuttavia, tale protocollo non prende in considerazione tutti gli elementi di riferimento contenuti nell'allegato VI del D.Lgs. 626/94 [13] e

presenta inoltre delle difficoltà di applicazione in quanto può essere utilizzato solo per attività con caratteristiche ben definite. In particolare Waters [12] specifica che il protocollo NIOSH non può essere utilizzato nelle seguenti condizioni:

- quando le attività, diverse dalla movimentazione, comportano un dispendio energetico che non sia minimo;
- per valori di temperatura al di fuori del *range* compreso fra 19° e 26°C e per percentuali di umidità inferiori al 35% e superiori al 50%;
- quando si operi con una mano, seduti, inginocchiati o in spazi inadeguati;
- quando il carico da movimentare ha centro di massa instabile;
- quando il valore di frizione statica lavoratore/pavimento sia inferiore a 0,4.

Come si può notare molte di queste condizioni di esclusione ricorrono frequentemente negli ambienti di lavoro agricoli per cui vi è la necessità di proporre sistemi alternativi utili alla valutazione dei rischi da movimentazione manuale dei carichi. Due strategie possibili in tal senso sono le seguenti:

- la valutazione di parametri funzionali come la frequenza respiratoria e cardiaca e il consumo di ossigeno durante le attività di movimentazione;
- la valutazione degli aspetti biomeccanici delle attività.

Per quanto riguarda la prima strategia, la modellistica fisiologica considera gli aspetti funzionali delle attività di movimentazione. Da un punto di vista fisiologico le capacità di trasporto e di utilizzazione dell'ossigeno costituiscono un fattore limitante per le azioni ripetitive nell'ambito di livelli di carico tollerati e la modellistica fisiologica si prefigge lo scopo di definire i limiti metabolici e cardiovascolari delle attività di movimentazione. Il consumo di ossigeno è stato assunto come criterio per la valutazione delle attività ripetitive; in questo senso si è definito come criterio di sicurezza quello del 33% del massimo *uptake* di ossigeno [14]. Si deve inoltre considerare che è stato dimostrato che a parità di lavoro le attività di movimentazione hanno un maggior costo metabolico e ventilatorio rispetto ai valori ottenuti al cicloergometro o al *treadmill*. Ciò appare legato al diverso costo energetico del movimento delle varie parti del corpo e ha suggerito a molti studiosi di definire i valori limite di dispendio energetico in funzione dei valori di consumo di ossigeno ottenuti per le specifiche attività di movimentazione. Di conseguenza i modelli fisiologici si prefiggono di sviluppare studi predittivi dei costi energetici delle attività di movimentazione.

Le norme di recepimento francesi (*Arrêté 15 juin 1993. Pris en application de l'article R.231-69 du code du Travail*) della Direttiva comunitaria 90/269/CEE sulla movimentazione manuale dei carichi utilizzano il criterio della valutazione degli aspetti funzionali (l'incremento di 30 battiti della frequenza cardiaca durante il lavoro) quale elemento caratterizzante per la stessa definizione di attività di movimentazione.

Sempre le norme francesi suggeriscono di effettuare la valutazione funzionale sul campo e se ciò non fosse possibile, consigliano di riprodurre in laboratorio le attività di movimentazione al fine di rilevarne i caratteri metabolici.

La valutazione funzionale delle attività di movimentazione manuale di carichi consente inoltre una migliore definizione del giudizio di idoneità del lavoratore con *handicap* cardiaco o respiratorio permettendo l'espressione di un giudizio mirato alla mansione da svolgere.

La modellistica fisiologica comunque fornisce buoni dati prevalentemente in quelle situazioni lavorative in cui vi è una movimentazione prolungata nel tempo e costante; i risultati che fornisce sono invece limitati quando l'attività di movimentazione è caratterizzata da tante azioni di breve durata che si susseguono e che vanno valutate singolarmente. In questi casi è più opportuno utilizzare i modelli biomeccanici.

La modellistica biomeccanica fornisce delle rappresentazioni del sistema muscolo-scheletrico comparando le caratteristiche del modello col funzionamento del sistema reale. In tal modo si tende a ottenere informazioni su quest'ultimo. In letteratura (Chen e Ayoub [15] 1988) troviamo due tipi di modelli biomeccanici: bidimensionale e tridimensionale. Ciascuno di essi può essere studiato sia in

condizioni statiche sia dinamiche. La modellistica biomeccanica è stata determinante per la definizione della massima forza di compressione a livello della giunzione L5-S1, che ha consentito al NIOSH di definire l'MPL (*maximal permissible limit*).

Il modello biomeccanico da noi utilizzato, proposto da Pangert e Hartman [16], è particolarmente indicato per lo studio di mansioni, come quelle svolte nella frutticoltura e orticoltura, in cui vi sono tante azioni di sollevamento, spesso diverse tra loro, che vanno studiate separatamente valutando anche la postura dell'operatore durante il sollevamento.

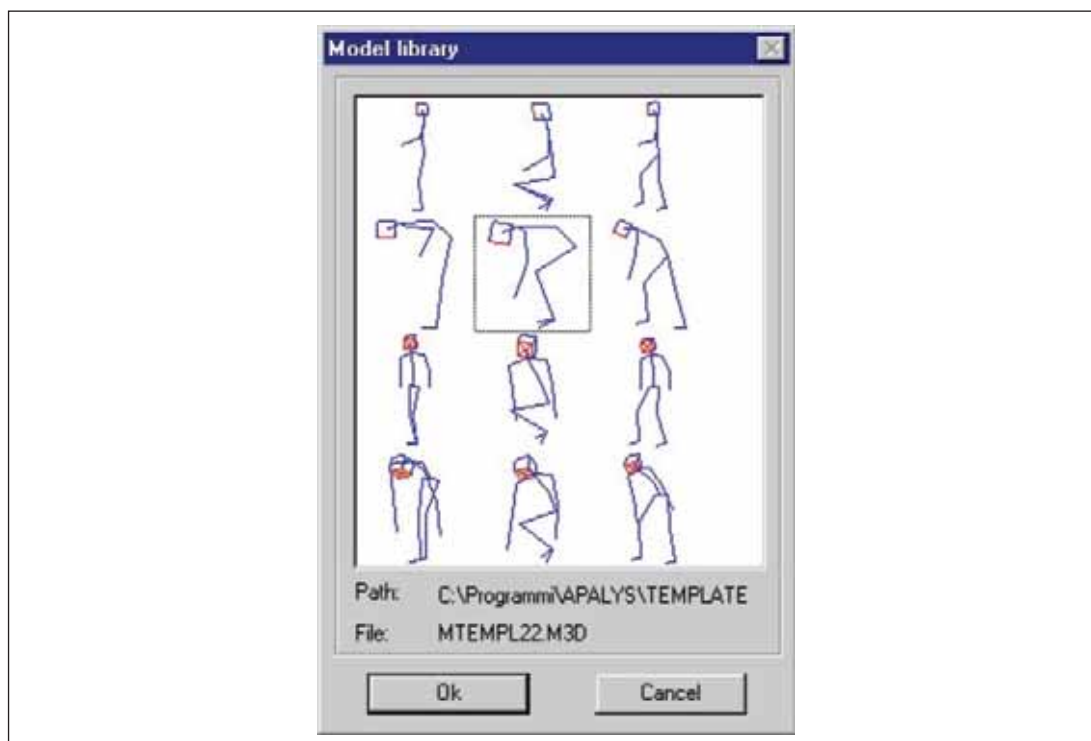
1. MATERIALI E METODI

In una prima fase del nostro studio abbiamo svolto un'indagine conoscitiva sul campo finalizzata alla raccolta di informazioni relative all'organizzazione del lavoro e alle determinanti del rischio da movimentazione manuale dei carichi. Sulla base delle informazioni ottenute sono state effettuate delle videoriprese con telecamere digitali dei momenti più significativi delle attività. Le immagini sono state in seguito analizzate in laboratorio con il programma *Windows Movie Maker* (frequenza di campionamento 13 Hz) per mezzo del quale sono state selezionate le immagini più significative, che sono state in seguito studiate in dettaglio, dal punto di vista posturale e biomeccanico, con il *software Apalys 3.0* (ILMCAD GmbH, Ilmenau, Germany).

Questo *software* si basa su un modello matematico sviluppato da Pangert [16], che consente attraverso la ricostruzione tridimensionale della struttura dell'operatore di calcolare la forza che si scarica a livello della giunzione lombo-sacrale.

Il *software* ci permette di ricostruire la posizione del corpo dell'operatore sovrapponendo al fotogramma selezionato un modello tridimensionale scelto tra una serie di modelli presenti in una libreria (Fig. 1) e adattandolo all'immagine in modo da farlo corrispondere ad essa il più possibile.

FIGURA 1 - L'immagine mostra i diversi modelli posturali presenti nella libreria di Apalys 3.0



Affinché la ricostruzione possa risultare efficace, il piano dell'immagine deve essere parallelo al piano sagittale dell'operatore oppure deve corrispondere al piano frontale dell'operatore. Una volta effettuata la sovrapposizione del modello all'immagine è possibile osservare il modello tridimensionale da più punti di vista e ottenere le proiezioni sui piani sagittale e frontale. Il programma consente di effettuare, una volta inserite le variabili richieste dal sistema (peso e altezza del soggetto, peso del carico movimentato, qualità della presa e ripetitività del compito), una stima di altre determinanti del rischio (distanza dal tronco, distanza dal suolo, angolo di torsione del tronco). Oltre al calcolo di questi parametri, il *software* permette una predizione del carico a livello della giunzione lombo-sacrale (L5-S1) e, nei casi in cui esso è consentito, il calcolo dell'indice di rischio mediante l'applicazione del protocollo NIOSH. Per il calcolo di questo indice si è tenuto conto dei dati ottenuti nel corso dei sopralluoghi conoscitivi. In particolare per quanto riguarda il peso delle cassette questo risultava compreso fra 15 e 20 kg.

2. RISULTATI

Vengono di seguito presentati i risultati delle analisi delle attività di movimentazione nella raccolta delle pere e dei pomodori, che sono state scelte come esempi paradigmatici rispettivamente nel settore della frutticoltura e dell'orticoltura.

In entrambi i casi sono state prescelte le attività di trasferimento delle cassette dal suolo alle pedane e successivamente dalle pedane al camion o all'interno del camion.

Le Figure 2, 3 e 4 rappresentano tre diverse fasi del trasferimento sulla pedana.

Nella Figura 2 sebbene la movimentazione venga effettuata in modo corretto, ossia flettendo le ginocchia, e le variabili riguardanti la distanza dal tronco e la dislocazione verticale siano minime, il valore di 1,97 dell'Indice di sollevamento NIOSH e di 3.577 N per il carico discale equivalente fanno rientrare l'attività fra quelle da considerarsi a rischio.

La Figura 3 si differenzia dalla Figura 2 per la significativa distanza dal tronco, che caratterizza la postura scorretta assunta dall'operatore. L'aumento della distanza dal tronco influisce sensibilmente sia sull'Indice di sollevamento NIOSH, sia sul carico discale equivalente, che risultano pari rispettivamente a 2,63 e 4.157 N.

FIGURA 2 - L'operatrice effettua il trasferimento delle cassette sulla pedana



FIGURA 3 - L'immagine mostra l'attività di trasferimento delle cassette sulla pedana e ne evidenzia la cattiva postura assunta dall'operatrice (distanza dal tronco)



La Figura 4 conferma la criticità della variabile distanza dal tronco evidenziata nella Figura 3 cui si aggiunge, in questo caso, anche l'aumento della dislocazione verticale. Per questi motivi la Figura 4 risulta, tra quelle analizzate, quella con il valore di predizione del carico discale più alto (4.631 N) e conseguentemente con un Indice NIOSH pari a 2,76.

FIGURA 4 - Attività di trasferimento delle cassette sulla pedana in cui sono significative sia la distanza dal tronco sia la dislocazione verticale



Le Figure 5 e 6 rappresentano due fasi del trasferimento delle cassette di pere sul camion e ne illustrano le rispettive analisi. In entrambi i casi la predizione del carico discale è sotto la soglia dei 3.400 N (3.108 N per la Figura 5 e 2.774 N per la figura 6) proposta dal NIOSH, mentre i valori dell'indice del protocollo NIOSH sono superiori a 1 (1,69 per la Figura 5 e 1,77 per la Figura 6).

FIGURA 5 - Attività di trasferimento delle cassette dalla pedana al camion

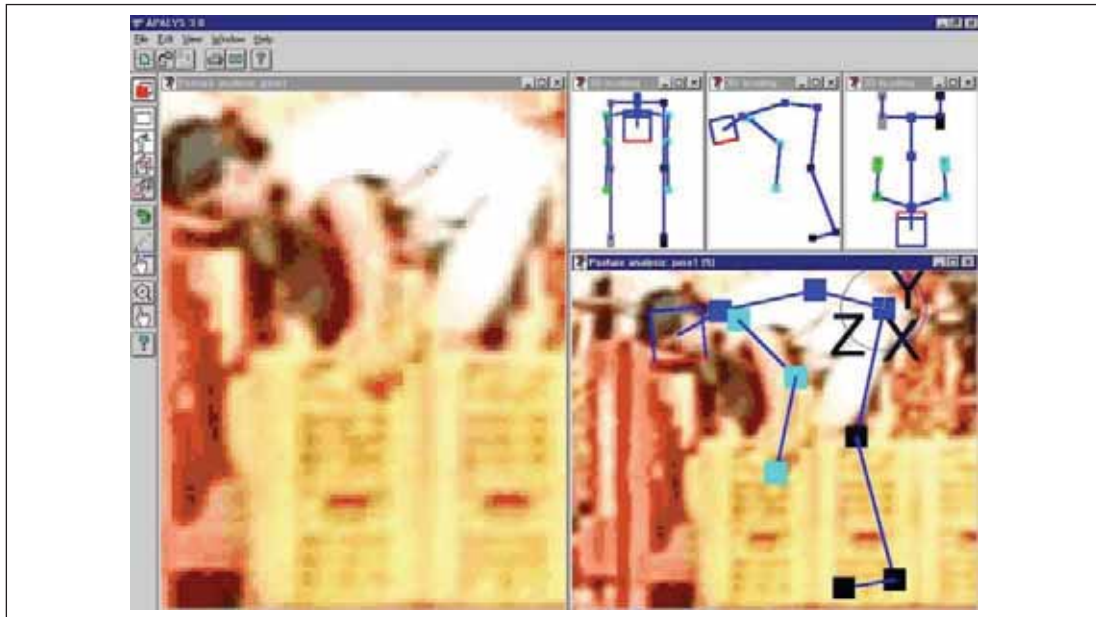
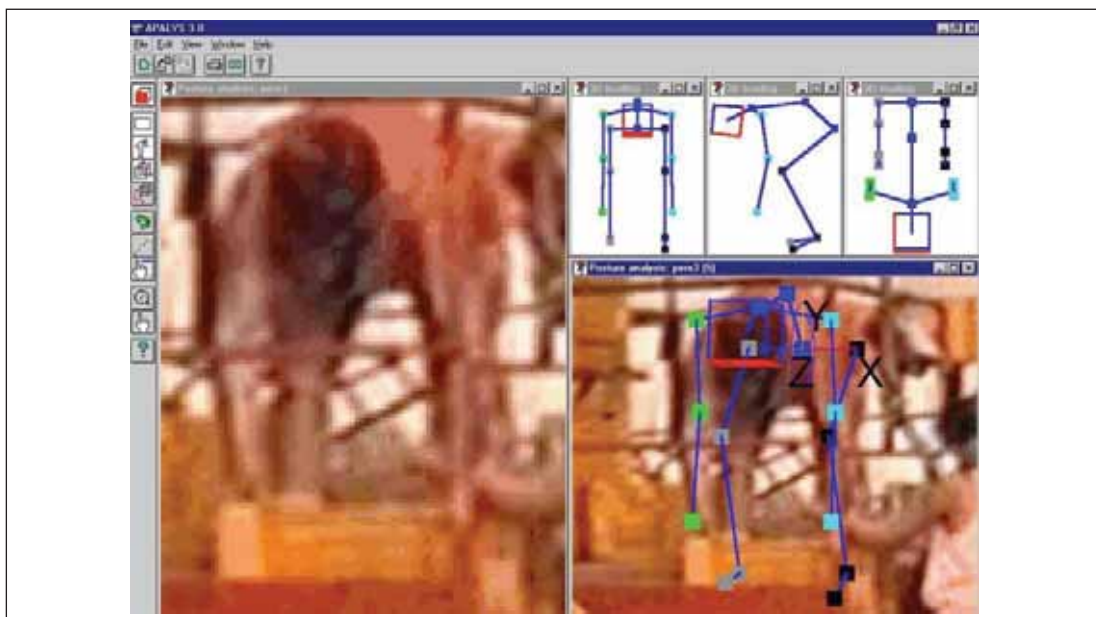


FIGURA 6 - Movimentazione delle cassette di pere all'interno del camion



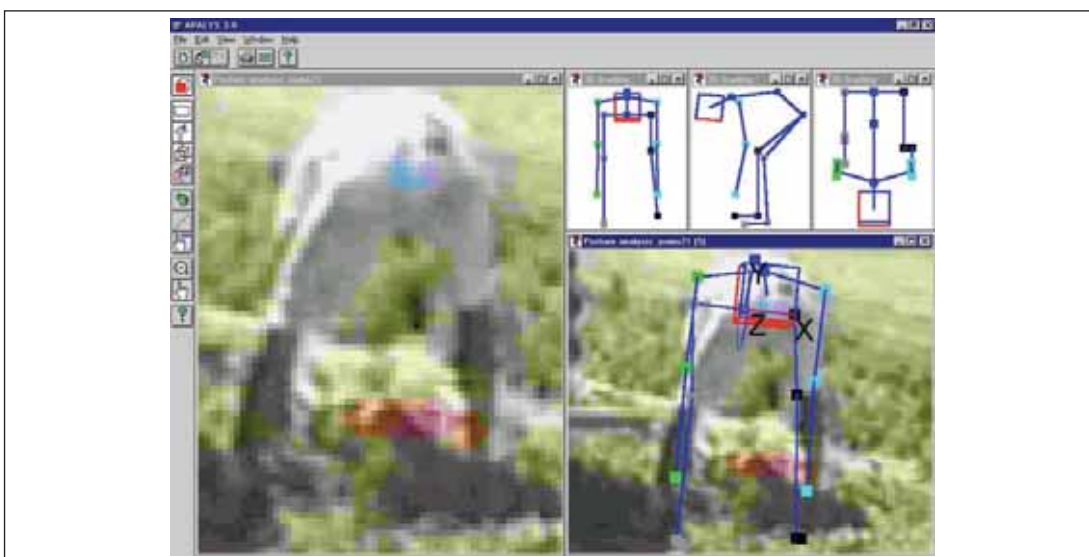
Per quanto riguarda il settore orticoltura abbiamo selezionato alcune fasi del trasferimento su pedane di cassette di pomodori (Fig. 7 e Fig. 8) e del successivo trasferimento su camion (Fig. 9, Fig. 10 e Fig. 11). La Figura 7 mostra che la diminuzione della distanza dal tronco, così come nelle Figura 3 e nella Figura 4, risulta di primaria importanza ai fini della riduzione sia della predizione del carico discale sia dell'indice del protocollo NIOSH. Inoltre, al raggiungimento di 4.144 N di forza equivalente e di 4,03 dell'indice NIOSH contribuisce anche la dislocazione verticale.

FIGURA 7 - Fase finale del trasferimento delle cassette di pomodori dal terreno alla pedana



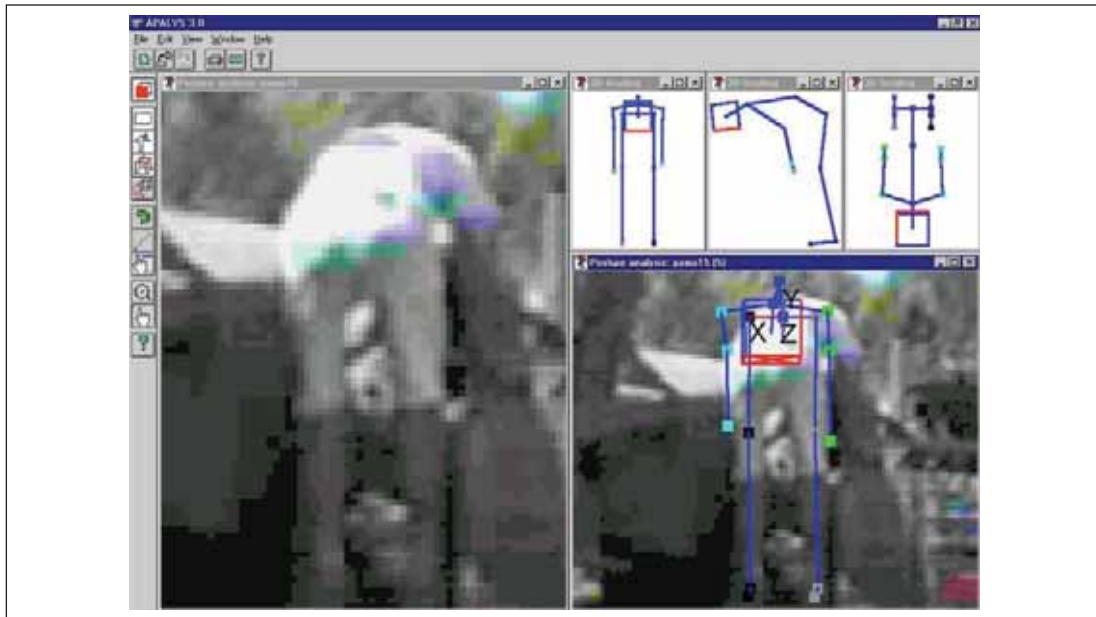
Nella Figura 8 viene analizzata un'altra fase del trasferimento delle cassette di pomodori dal suolo alla pedana. In questo caso i valori che abbiamo ottenuto sono di 3.635 N di forza equivalente e 3,15 di indice NIOSH. Il raggiungimento di tali valori è influenzato dalla posizione della cassetta da sollevare che obbliga l'operatore a flettere notevolmente il tronco.

FIGURA 8 - L'operatore è impegnato nella fase iniziale del trasferimento delle cassette dal terreno alla pedana



Il valore ottenuto nella Figura 9 di 4.074 N a livello della giunzione L5-S1 e di 1,76 per l'indice NIOSH è dovuto alla dislocazione verticale e alla cattiva postura assunta dall'operatore durante la movimentazione.

FIGURA 9 - Svolgimento dell'attività di trasferimento delle cassette di pomodori sul camion



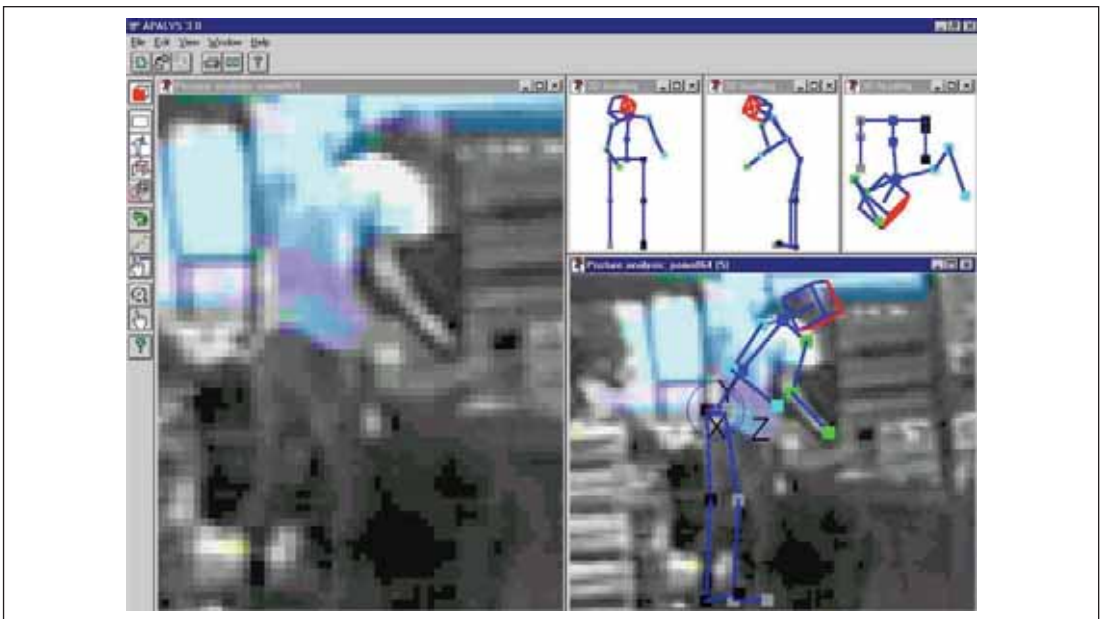
Anche nel settore ortofrutticolo esistono situazioni, nella fase di trasferimento delle cassette sul camion, nelle quali la distanza dal tronco influisce in maniera determinante sull'incremento del carico a livello della giunzione lombo-sacrale. Nel caso della Figura 10 il valore di 4.616 N ottenuto risulta il più alto fra quelli rilevati da noi nel settore ortofrutticolo e ciò è confermato dal valore di 2,34 dell'indice NIOSH.

FIGURA 10 - Attività di movimentazione delle cassette di pomodori all'interno del camion



Nella Figura 11 si evidenzia invece la criticità della movimentazione associata a una torsione del tronco. In questo caso la variabile relativa alla torsione fa incrementare il valore dell'indice NIOSH fino a 3,75, mentre il valore che abbiamo ottenuto dalla predizione del carico discale risulta di 3.345 N .

FIGURA 11 - L'operatore è impegnato nell'attività di trasferimento delle cassette dal trattore al camion; si evidenzia la torsione del tronco che questi effettua durante la movimentazione



Le tabelle seguenti riportano l'insieme dei risultati ottenuti relativamente alle figure sopra riportate.

TABELLA 2 - Trasferimento su pedana nel settore della frutticoltura

	Forza equivalente	Indice NIOSH
Figura 2	3.577 N	1,97
Figura 3	4.157 N	2,63
Figura 4	4.631 N	2,76

TABELLA 3 - Trasferimento sul camion nel settore della frutticoltura

	Forza equivalente	Indice NIOSH
Figura 5	3.108 N	1,69
Figura 6	2.774 N	1,77

TABELLA 4 - Trasferimento su pedana nel settore della orticoltura

	Forza equivalente	Indice NIOSH
Figura 7	4.144 N	4,03
Figura 8	3.635 N	3,15

TABELLA 5 - Trasferimento sul camion nel settore della orticoltura

	Forza equivalente	Indice NIOSH
Figura 9	4.074 N	1,76
Figura 10	4.616 N	2,34
Figura 11	3.345 N	3,75

3. CONCLUSIONI

Il protocollo NIOSH, pur risultando il più accreditato tra i metodi di valutazione del rischio delle attività di movimentazione manuale dei carichi, presenta notevoli limitazioni dal punto di vista del suo utilizzo. Talune di queste limitazioni afferiscono alle "condizioni di applicabilità" e ai "limiti di accettabilità" [17].

Tra le condizioni di applicabilità che spesso non sono soddisfatte in ambiente agricolo ritroviamo in particolare la stabilità dell'operatore e i parametri relativi a temperatura e percentuale di umidità.

Tra i limiti di accettabilità frequentemente risultano superati quelli relativi alla distanza dal tronco e alla torsione. Per tali ragioni si è reso necessario l'utilizzo di una metodologia alternativa, che fosse capace di individuare le attività a maggiore rischio, al fine di proporre interventi correttivi.

I risultati ottenuti mediante il metodo di analisi biomeccanica da noi utilizzato hanno evidenziato, sia nel settore della frutticoltura (raccolta delle pere), sia nel settore dell'orticoltura (raccolta dei pomodori), notevoli rischi per quanto riguarda sia il trasferimento delle cassette dal terreno alle pedane sia il trasferimento delle cassette dalle pedane al camion.

Infatti, in oltre la metà dei casi si è superato il limite di soglia del carico discale di 3.400 N, mentre i valori ottenuti con il calcolo dell'indice del protocollo NIOSH eccedono tutti il valore di 1 proposto dal documento di Linee Guida del Coordinamento delle Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano e degli Istituti Centrali (Documento n. 14 linee guida sul Titolo V del D.Lgs. 626/94: La movimentazione manuale dei carichi) come limite per la fascia di rischio "area rossa".

È importante evidenziare come un'integrazione e un corretto utilizzo di più metodi, come ad esempio il metodo NIOSH e le tecniche di analisi biomeccanica, permetta una più completa valutazione della mansione.

I valori dell'analisi dell'attività di trasferimento delle cassette sulle pedane nella raccolta delle pere risultavano compresi tra 2.121 N e 4.631 N per quanto riguarda la predizione del carico discale e tra 1,54 e 2,76 per quanto riguarda i valori dell'indice del protocollo NIOSH. Le stesse operazioni nel settore della raccolta dei pomodori presentavano valori che variavano tra 3.635 N e 4.144 N per la predizione del carico discale e tra 3,15 e 4,03 per l'indice NIOSH.

Nell'attività di trasferimento delle cassette dalle pedane al camion i valori erano compresi tra 2.774 N e 4.099 N per il carico discale e tra 1,69 e 2,63 dell'indice NIOSH nella raccolta delle pere, mentre la medesima operazione effettuata nella raccolta dei pomodori ha fornito valori compresi tra 2.633 N e 4.618 N per il carico discale e tra 1,76 e 3,75 per l'indice NIOSH.

I dati relativi all'indice di sollevamento NIOSH confermano la criticità delle operazioni delle Figura 3 e 4 visto che i relativi valori di 2,63 e 2,76 risultano quelli più alti nella raccolta delle pere.

Nel settore della raccolta dei pomodori il dato più elevato ottenuto dall'analisi con il protocollo NIOSH era di 4,03 della Figura 7, mentre il secondo valore più alto è risultato pari a 3,75 nella Figura 11 durante la movimentazione delle cassette dalla pedana al camion dove il fattore di rischio che più contribuiva all'aumento dell'indice era la torsione del tronco.

In conclusione, i dati ottenuti consentono di confermare il rilevante impegno biomeccanico connesso con le attività di movimentazione manuale dei carichi in agricoltura, che meritano adeguati interventi correttivi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica). 5° Censimento Generale dell'Agricoltura. Collana Censimenti n. 103; Roma: ISTAT 2002
2. Villarejo D, Baron SL. The occupational health status of hired farm workers. *Occup. Med.* 1999;14(3):613-35
3. Osorio AM, Geiser CR, Husting EL, Summerill KF. Farm injury surveillance in two California countries-general findings. *J. Agric. Saf. Health* 1998;1(special issue):89-98
4. Husting EL, Geiser CR, Summerill KF, Cervantes Y, Moltrum R, Ruiz C, Osorio AM. Occupational agricultural injury surveillance in California: preliminary results from the nurses using rural sentinel events (NURSE) Project. *J. Agromed* 1997;4(3):269-83
5. Ciesielski S, Hall PS, Sweeney M. Occupational injuries among North Carolina migrant farmworkers. *Am.J.Pub.Health* 1991;81:926-7
6. McCurdy SA, Samuels SJ, Carroll DJ, Beaumont JJ, Morrin LA. Agricultural injury in California migrant Hispanic farm workers. *Am.J.Ind.Med.* 2003;44:225-35
7. Sakakibara H, Miyao M, Kondo T, Yamada S. Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples. *Ergonomics* 1995;38(4):700-6
8. Calisto C. Ergonomic investigations in fruit growing-musculoskeletal disorders and their risk factors. [Dissertation]. 1999 Universitat Hohenheim Verlag Grauer, Stuttgart, Germany
9. Xiang H, Stallones L, Keefe TJ. Back pain and agricultural work among farmers: an analysis of the Colorado Farm Family Health and Hazard Surveillance survey. *Am.J.Ind.Med.* 1999;35:213-22
10. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. Third European survey on working conditions 2000. Luxembourg, 2001
11. Silveti A, Badellino E, Draicchio F. Valutazione delle attività di movimentazione manuale dei carichi nella raccolta di angurie e pomodori. Peretti A, Bartolucci GB, Carrieri M. Proceedings of the 24° congresso nazionale AIDII. 16-17 Novembre 2006 Firenze IT. Pavia: Pi-Me editrice; 2006:124-8.
12. Waters TR, Putz -Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revisioned NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993;36 (7):749-76.
13. Italia. D.Lgs. n. 626, 19 settembre 1994. Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. Gazzetta Ufficiale numero 265 Supplemento Ordinario numero 141, 12 novembre 1994 e succ. mod.
14. Bink B, Wafelbakker F. Physical working capacity at maximum levels of work, of boys 12-18 years of age. *Z Arztl Fortbild (Jena)* 1968;62 (17):957-61.
15. Chen HC, Ayoub MM. Dynamic biomechanical model for asymmetrical lifting. F. Aghazadeh (ed.). In: *Trends in Ergonomics/Human Factors V*. North-Holland: Elsevier; 1988:879-86
16. Pangert R, Hartman H. A measure for stress on the spine. *Z. Gesamte Hyg.* 1987;33(6):307-9.
17. Colombini D, Occhipinti E, Cairoli S, Menoni O, Ricci MG, Battevi N, Violante FS, Mattioli S, Draicchio F. Linee Guida per la formazione continua e l'accreditamento del Medico del Lavoro: movimentazione manuale dei carichi. Maugeri Foundation Books. Vol.10;2004:15-23.