

Paolo Capodaglio¹, Edda Maria Capodaglio², Helmer, Precilios¹, Luca Vismara¹, Elena Tacchini¹,
Enrico Finozzi³, Amelia Brunani¹

Obesità e lavoro: un problema emergente

¹ UO Riabilitazione Osteoarticolare-Medicina Riabilitativa e Laboratorio di Ricerca in Biomeccanica e Riabilitazione Ospedale San Giuseppe, Istituto Auxologico Italiano IRCCS, Piancavallo-Verbania, Italy

² UO Neuroriabilitazione, Istituto Scientifico di Pavia, Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, Italy

³ UO Ospedaliera di Medicina del Lavoro, Istituto Scientifico di Pavia, Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, Italy

RIASSUNTO. In Italia il 42,5% dei maschi adulti è in sovrappeso ed il 10,5% obeso, mentre tra le donne il 26,6% è in sovrappeso e il 9,1% obeso. Le conseguenze economiche legate alla sempre più consistente presenza di lavoratori obesi sono rilevanti: l'obesità è associata ad una ridotta partecipazione alla vita lavorativa, aumento di assenteismo, disabilità e maggiore ricorso alle strutture sanitarie, minore remunerazione economica e possibili ricadute negative sulla produttività. Il lavoratore obeso si trova in una condizione caratterizzata da ridotta tolleranza allo sforzo, ridotta escursione articolare a livello del rachide e delle principali articolazioni, ridotta forza muscolare normalizzata al peso corporeo, ridotta tolleranza a mantenere posizioni fisse prolungate, ridotta capacità di equilibrio, difficoltà respiratorie che condizionano nel complesso una riduzione della capacità lavorativa proporzionale all'incremento di massa corporea. Questa review prende in esame le relazioni più evidenti tra fattori lavorativi, disturbi muscoloscheletrici, infortuni, stress e l'obesità, cercando di fare il punto su possibili aree di intervento nelle problematiche occupazionali.

Parole chiave: obesità, capacità lavorativa.

ABSTRACT. In Italy, 42,5% of adult males is overweight and 10,5% obese, while 26,6% of the women is overweight and 9,1% obese. The economical consequences of a growing number of obese workers are relevant: obesity is associated to reduced participation to productive life, increased absenteeism, disability and need for health care, lower salaries, negative impact on productivity. The obese worker is characterized by reduced tolerance to effort, limited range of motion at spinal and joints level, reduced muscle strength normalized per body weight, lower tolerance to prolonged postures, reduced balance and overall reduced work capacity linear to the increase of body mass index. The present article reviews the most evident relationships between work factors (stress, musculoskeletal disorders etc) and obesity and speculates about possible interventions to prevent occupational issues for obese workers.

Key words: obesity, work capacity.

Introduzione

Con il termine obesità si definisce una condizione clinica caratterizzata da un eccesso di peso in relazione all'altezza di un individuo e si misura con l'indice di massa corporea (IMC) in kg/m². L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito diversi stadi in relazione alla distribuzione nella popolazione: sovrappeso per un IMC tra 25 e 29,9 kg/m², obesità di 1° grado per un valore tra 30 e 34,9, di 2° grado tra 35 e 39,9, di 3° grado dal 40 in su. Oltre all'IMC vengono utilizzate come metodo di misurazione anche le pliche cutanee, quali indicatori della distribuzione del tessuto adiposo sottocutaneo. Le misurazioni delle circonferenze addominali a livello ombelicale e interiliaco permettono inoltre di individuare la prevalente distribuzione del grasso, tipicamente diversa fra maschi e femmine sovrappeso od obesi. Infatti, mentre i maschi presentano generalmente una deposizione di tessuto adiposo addominale "alta", o androide, nelle femmine è più diffusa una distribuzione "bassa", o ginoide. Una distribuzione di grasso di tipo androide, con circonferenza "ombelicale" superiore a 102 cm negli uomini e a 88 cm nella donna, si associa, in entrambi i sessi (1), ad un significativo aumento di morbilità per malattie cardiovascolari, diabete mellito e sindrome metabolica, e aumentato rischio di mortalità per malattie cardiovascolari.

Nel rapporto dell'OMS relativo al 2005 (2) la prevalenza di obesità nella popolazione mondiale è di oltre 1 miliardo di individui, con tendenza al costante aumento; negli Stati Uniti circa il 6,9% delle donne ed il 2,8% degli uomini ha un'obesità di grado elevato (IMC > 40 kg/m²) (3), mentre in Europa la percentuale varia dal 5% al 20% negli uomini e dal 8% al 30% nelle donne.

In Italia il 42,5% dei maschi adulti è in sovrappeso e il 10,5% obeso, mentre tra le donne il 26,6% è in sovrappeso e il 9,1% obeso. La percentuale aumenta con l'età: tra i 18 e 24 anni il 2,1% è obeso e il 13,1% in sovrappeso; tra i 65 e i 74 anni il 15,6% è obeso e il 46,1% è in sovrappeso. Il fenomeno non risparmia neppure i bambini, con una prevalenza che è tra le più alte d'Europa (punte del 30%).

Ricadute dell'obesità sullo stato di salute

Diversi studi epidemiologici hanno dimostrato un'associazione tra l'IMC e l'incremento di diverse malattie

croniche quali l'ipertensione arteriosa (*odds ratio*, (OR) di 2,9 nell'uomo e 3,3 nella donna), la malattia ischemica sia cardiaca sia cerebrale (OR 1,3 nell'uomo e 1,1 nella donna), alcune forme di tumore (intestino, endometrio, mammella, prostata) (OR 1,0 per entrambi i sessi), il diabete mellito di tipo 2 (OR 3,1 nell'uomo e 3,8 nella donna), l'osteoporosi (OR 1,9 nell'uomo e 0,9 nella donna), l'artrosi con diverse localizzazioni, in particolare a livello di ginocchio, anca e rachide (4, 5) (OR 1,5 nell'uomo e 1,7 nella donna), la depressione (OR 1,3 nell'uomo e 1,2 nella donna) (2). Una quota variabile dal 20% al 60% dei soggetti con obesità severa presenta un disturbo psichiatrico rappresentato soprattutto da ansia e/o depressione (circa 5 volte rispetto ai soggetti normopeso della stessa età) (6).

L'eccesso di peso si associa anche ad un aumento della mortalità (7, 8).

Limitazioni funzionali correlate all'obesità

Una obesità di 2°-3° grado modifica la geometria del corpo impedendo un'escursione fisiologica dei movimenti e determinando non solo una ridotta capacità nello svolgimento di attività di base della vita quotidiana, quali alzarsi da una sedia, afferrare un oggetto da terra o in alto, camminare, trasportare la spesa (9-18), ma anche in diverse attività lavorative (11, 14, 18, 19-22).

L'obesità di grado elevato impaccia i movimenti globali del corpo (come camminare (15, 23-24) ed alzarsi da posizione seduta (11)), come quelli segmentari e di precisione svolti con l'arto superiore in talune attività lavorative (25); infatti a causa della riduzione nell'escursione articolare (gomito, segmento mano-polso (16), rachide dorsale (26)), si determina un sovraccarico compensatorio che è alla base di una maggiore incidenza di patologie muscoloscheletriche (27, 28).

Nell'obesità grave si ha anche una riduzione della forza muscolare, evidente soprattutto a livello del quadricipite femorale (forza normalizzata al peso corporeo ridotta del 10% rispetto ai normopeso (29)), con conseguente difficoltà nell'esecuzione di compiti abituali quali il camminare, salire le scale, piegarsi, sollevare pesi, alzarsi da seduto (15). L'efficienza fisica dunque si riduce all'aumentare dell'IMC (30) e di ciò va tenuto conto nel valutare l'idoneità a mansioni che presentino requisiti particolari di forza o di artcolarità.

Attività lavorative che richiedono il mantenimento di posture impegnative sono controindicate nell'obeso di 2°-3° grado: la posizione accovacciata o inginocchiata prolungata (19) è associata ad un aumentato rischio di osteoartrosi del ginocchio; la stazione eretta prolungata è associata, in particolare nelle donne (9), ad un aumentato carico biomeccanico a livello coxofemorale. Non sembra invece diminuita secondo studi psicofisici (31) la capacità di movimentare carichi, anche se i limiti di tollerabilità andrebbero approfonditi in caso di compiti continuativi, attraverso studi fisiologici e biomeccanici (17) che per ora hanno dimostrato la presenza di maggiori picchi dei mo-

menti articolari sia sul piano trasverso che su quello sagittale durante le azioni di sollevamento.

Già l'obesità di primo grado può comportare una riduzione dei volumi polmonari e alterazioni della meccanica respiratoria in posizione seduta e durante esercizio leggero (32). Nell'obeso di 2°-3° grado si riscontrano frequentemente una ridotta capacità di lavoro aerobico e un'insorgenza precoce del regime anaerobico (35), mentre a livello cardiocircolatorio, è stato evidenziato un aumento del volume ematico circolante con ipertrofia ventricolare sinistra, che costituisce un fattore limitante lo sforzo fisico soprattutto a carichi di lavoro sostenuti (34, 35).

Il lavoratore con obesità di 2°-3° si trova quindi in una condizione complessivamente caratterizzata da riduzione della capacità lavorativa, attribuibile a diversi fattori: ridotta tolleranza allo sforzo, ridotta escursione articolare a livello del rachide e delle principali articolazioni, ridotta forza muscolare normalizzata al peso corporeo, ridotta tolleranza a mantenere posizioni fisse prolungate, ridotta capacità di mantenersi in equilibrio, difficoltà respiratorie (36).

Obesità e disabilità

Negli ultimi anni si è resa più evidente la relazione direttamente proporzionale tra BMI e disabilità, indipendentemente dalla presenza di patologie croniche, (OR 2,2 nell'uomo e 2,4 nella donna) (37). L'obesità è associata ad una riduzione significativa del numero di anni esenti da disabilità (5,7 per gli uomini e 5,02 per le donne) (38), e ciò si esplica in un aumento del bisogno sanitario (39). La probabilità di permanere in una condizione di declino funzionale con un grado crescente di disabilità aumenta proporzionalmente all'IMC (13). Nella comparsa delle disabilità correlate all'obesità, vengono dapprima intaccate le funzioni relative agli arti inferiori (forza e mantenimento dell'equilibrio), seguite da quelle relative agli arti superiori (forza e abilità manuale) (40). Un altro fenomeno caratteristico è il depauperamento della massa magra (sarcopenia), simile a quello osservabile nell'anziano (41). La diminuzione nella capacità di forza e il depauperamento della massa magra agiscono in modo sinergico nel generare disabilità con effetto esponenziale (42).

Dal punto di vista sociale il soggetto/lavoratore obeso vive non di rado una condizione di emarginazione e discriminazione, anche rispetto ai criteri utilizzati nel contesto di un'assunzione lavorativa o della partecipazione a concorsi pubblici (43, 44), ma è anche spesso stigmatizzato in quanto ritenuto "responsabile" della propria condizione (45). Questa situazione è vissuta drammaticamente, poiché si ripercuote su vari campi della vita e aumenta il senso di svalutazione personale e di non competitività.

Forza lavoro obesa e spesa sanitaria

Mentre sulla realtà italiana non sono disponibili dati, la letteratura straniera riporta che negli Stati Uniti un lavoratore su tre è obeso (46, 47); le conseguenze economiche

legate alla sempre più consistente presenza di lavoratori obesi sono rilevanti in termini di assistenza sanitaria e assenteismo (20). L'obesità è associata ad una ridotta partecipazione alla vita lavorativa (48), aumento di assenteismo, disabilità e maggiore ricorso alle strutture sanitarie (21, 28, 49), minore remunerazione economica (50), possibili ricadute negative sulla produttività (51). Sono stati calcolati una perdita di giorni lavorativi 13 volte maggiore e un aumento delle richieste di indennizzo per interventi medici 7 volte maggiore negli obesi rispetto ai normopeso (20, 52). I lavoratori obesi fanno maggiore ricorso ad esenzioni per malattia e riconoscimenti di invalidità (21) e totalizzano un maggior numero di assenze dal lavoro per malattia di durata superiore a 8 giorni (53).

È stato evidenziato che per il datore di lavoro i costi, diretti e indiretti, aumentano proporzionalmente al crescere dell'IMC dei lavoratori (42). Nel caso di obesità di 3° grado la spesa sanitaria è maggiore del 81% rispetto a quella sostenuta per soggetti normopeso (54), con un costo annuo in termini di giorni di lavoro perduti che ammonta ad una cifra compresa fra i 460 e i 2485 dollari *pro capite* (7). Tenuto conto della prevalenza dell'obesità nella forza lavoro, la perdita stimata di un'azienda americana con 1000 dipendenti è di circa 285.000 dollari l'anno (55). Non da ultimo, l'obesità rappresenta uno dei principali fattori di rischio per l'abbandono precoce del lavoro (56, 57).

Relazioni più evidenti tra attività lavorative ed obesità

Molte mansioni possono determinare per il lavoratore obeso livelli di esposizione inaccettabili a vari fattori di rischio (Tabella I). Il rischio occupazionale già presente per il lavoratore normopeso può infatti risultare notevolmente amplificato per quello obeso: è questo il caso di mansioni comportanti il mantenimento di posture fisse prolungate (rischio muscolo-scheletrico), o caratterizzate da un'esposizione combinata a fattori di rischio muscolo-scheletrico e psicosociali; mansioni con interfaccia uomo-macchina complessa, che potrebbero indurre ansietà con accresciuta possibilità di errori; mansioni svolte in condizioni ambientali sfavorevoli (regolazione termica inadeguata).

La relazione tra obesità e rischio occupazionale è assai complessa: se da un lato l'esposizione a particolari fattori di rischio in ambito occupazionale (ad es. lavoro in posizione inginocchiata) può essere causa o concausa di una patologia (osteoartrite del ginocchio) per le specifiche condizioni presenti nell'obeso, dall'altro l'esposizione a taluni fattori di rischio (lavoro a turni, stress, ecc.) può favorire lo sviluppo di obesità. Inoltre rischi occupazionali e obesità possono essere concause nello sviluppo di una patologia, come avviene per la Sindrome del Tunnel Carpale (attività ripetitive e obesità) o per alcune malattie cardiovascolari (stress lavorativo e obesità). Infine deve essere presa in considerazione la possibilità di un'interazione tra patologia ad eziologia professionale e patologia causata dall'obesità (ad es. vasculopatia da esposizione a vibrazioni localizzate all'arto superiore e diabete mellito determinato dall'obesità).

Stress lavorativo

Lo stress lavorativo può favorire l'aumento di peso attraverso meccanismi ormonali secondari. Lo stress cronico raddoppia, soprattutto negli uomini, la probabilità di insorgenza della sindrome metabolica (58). Nel *Whitehall II Study* (59), tra i lavoratori che riferivano un elevato grado di ingiustizia sul lavoro era maggiore la prevalenza di fumatori, ipertesi, obesi e sedentari; inoltre, i turnisti mostravano un IMC più elevato rispetto ai lavoratori diurni (60). Il lavoro a turni appare come un fattore di rischio indipendente per lo sviluppo di obesità, poiché causa irregolarità nel metabolismo lipidico e nella secrezione di insulina. Nelle donne che svolgono turni notturni lo stress può associarsi ad una modificata secrezione ormonale e di melatonina con una maggior incidenza del carcinoma endometriale (61).

Patologie muscoloscheletriche

Oltre ai fattori noti (età, sesso femminile, dis-ergonomia del lavoro, ripetitività, applicazione di forza, compressioni localizzate, posture scorrette o prolungate, temperatura ambientale ed esposizione a vibrazioni) (12, 62) anche l'obesità sembra un fattore di rischio per l'insorgenza di disturbi muscolo-scheletrici. A livello patogenetico si potrebbe riconoscere l'interazione in varia misura di malattie croniche, fatica, sonnolenza, aspetti ergonomici e ridotta capacità fisica (63). I lavoratori obesi hanno una probabilità doppia rispetto a quelli normopeso di sviluppare tendinopatie dell'arto superiore (66) e una probabilità 4 volte maggiore di sviluppare una sindrome del tunnel carpale (65-67). La progressiva riduzione della velocità di conduzione del nervo mediano al polso nell'obesità è verosimilmente dovuta all'aumento del tessuto adiposo e della pressione all'interno del canale del carpo. Lavori recenti indagano il ruolo metabolico dell'adipocitochina come fattore metabolico influente sul sistema muscoloscheletrico e sulle condizioni degenerative e infiammatorie associate (4). È descritta anche un'associazione tra sovrappeso, abitudine al fumo, attività fisica elevata, alto livello di proteina C-reattiva e dolore lombare (68).

Le rachialgie di origine occupazionale sono principalmente correlate al sovraccarico sul rachide durante lo svolgimento di compiti di movimentazione (12), ma l'obesità in sé può essere interpretata come una condizione di costante sovraccarico sul rachide (69). I modelli biomeccanici dimostrano come un aumento del peso corporeo comporti un aumento delle forze di compressione e di taglio sul rachide durante lo svolgimento di azioni di sollevamento, tuttavia dal punto di vista epidemiologico ciò non si traduce in un'evidente correlazione tra IMC e rachialgie (70). Va comunque detto che l'IMC potrebbe non costituire l'indicatore più adatto per la capacità funzionale, in quanto non direttamente collegato alla composizione della struttura muscolare (71).

Infortuni sul lavoro

Rispetto ai fattori di rischio tradizionali (lavoro in altezza, movimentazione di carichi, uso di attrezzi pneumatici o vibranti, lavoro in condizioni climatiche avverse,

Tabella I. Mansioni che comportano un incremento di rischio per l'obeso

Esempi di mansioni	Caratteristica della mansione	Fattori di rischio	Principali effetti negativi per la salute dell'obeso
conducente (autovetture, mezzi pubblici, autotreni, ecc.)	elevati livelli di attenzione, posture fisse del corpo prolungate	rallentamento tempi di reazione, episodi di sonnolenza diurna,	disturbi del ritmo sonno-veglia, affaticamento, ansietà, disfunzioni metaboliche, accresciuto rischio di infortunio
controllore di volo, operatore al VDT	compiti di inseguimento visivo, detezione e controllo di segnali	mancata detezione di segnali, errori, ritardo di reazione ridotta vigilanza	ansietà, affaticamento
posatore di pavimenti, lavoratore edile	posizione inginocchiata prolungata	pressione sulle ginocchia	assunzione di posture disequilibrate, dolore osteoarticolare e muscolare, osteoartrite, disabilità
commesso, addetto a servizi, addetto a macchinari	postura eretta prolungata	compressione lombare, sulla pelvi e sugli arti inferiori	posture scorrette, dolore osteoarticolare, low back pain, disabilità
impiegato, addetto VDT, telefonista, operatore call-center	postura seduta prolungata	compressione lombare e sulla pelvi	dolore osteoarticolare, posture disequilibrate, low back pain, sindrome metabolica, disturbi circolatori e della respirazione
infermiere, terapeuta, magazziniere, addetto a servizi di emergenza	movimentazione di carichi e/o di persone	sovraccarico biomeccanico di rachide e articolazioni	dolore osteoarticolare, posture disequilibrate, sindrome metabolica, disturbi nella respirazione.
manutentore, muratore	esposizione a vibrazioni localizzate (HAV)	infiammazione di nervi e tendini, carico articolare, vasocostrizione da ipertono simpatico	angiopatia, neuropatia prevalentemente sensitiva, infiammazione di nervi e tendini, alterazioni osteoarticolari
manutentore, lavoratore edile	lavoro in altezza	richiesta di agilità ed equilibrio	accresciuto rischio di infortunio
lavori artigianali di precisione (ottico, orafo, restauratore) o lavori ripetitivi (dattilografia...)	movimenti fini delle dita e delle mani	impegno degli arti superiori (precisione, velocità e resistenza nei movimenti fini)	disturbi muscolo scheletrici
manutentore, assemblatore, operatore nel comparto alimentare	lavoro ripetitivo con posture incongrue/applicazione di forza (arti superiori)	sovraccarico biomeccanico articolare, infiammazioni dei nervi	disturbi muscolo scheletrici
operaio, manutentore, agricoltore, impiegato in servizi nautici, addetto a celle frigorifere, addetto a forni	lavoro all'aperto, con escursioni termiche rilevanti, lavoro in ambienti confinati con microclima avverso	sovraccarico termoregolatorio	disturbi della termoregolazione, colpo di calore, intolleranza allo sforzo, insufficienza respiratoria
vigile del fuoco, addetto a servizi di sicurezza	lavoro in urgenza, in situazioni ambientali estreme, con uso di dispositivi di protezione individuale	rilevante dispendio energetico (rischio cardiovascolare, aumento delle pressioni respiratorie)	patologie cardiovascolari, dispnea
lavoratore edile, operaio metallurgia pesante	lavoro fisicamente gravoso	rilevante dispendio energetico (rischio cardiovascolare)	patologie cardiovascolari, intolleranza allo sforzo

impegno fisico, permanenza su piattaforme vibranti, posture incongrue, rumore, ritmo di lavoro), associati ad un OR per infortunio variabile tra 1,8 e 5,2, l'obesità si associa ad un OR di 2,05, simile a quello associato alla condizione di etilismo (72). In particolare il rischio di incorrere in infortuni è maggiore del 15% per i soggetti in so-

vrapreso, e del 48% per gli obesi di 3° rispetto ai normopeso (73). L'inattività fisica e la disabilità, che spesso si accompagnano all'obesità, concorrono ad aumentare il rischio di infortunio (7, 74, 75).

Per quanto riguarda la relazione tra obesità e rischio di infortunio in specifici gruppi professionali, esistono solo

dati relativi agli autotrasportatori (maggiore rischio di morte in caso di impatto) (75) ed ai vigili del fuoco (aumento del 5% di disabilità lavorativa) (76). La categoria degli autotrasportatori in genere mostra una maggiore incidenza di obesità, inattività fisica, dieta scadente, abitudine al fumo, elevati livelli di colesterolemia e glicemia, ipertensione, apnee durante il sonno (77, 78).

Idoneità al lavoro

Nella normativa vigente in materia di salute e sicurezza sul lavoro (D.Lgs. 81/08) troviamo diversi riferimenti indiretti alle problematiche del lavoratore obeso: la necessità di considerare tutti i rischi (art. 28), analizzando l'ergonomia del posto di lavoro (art. 174, comma 1), adattando le misure di prevenzione alle esigenze dei lavoratori appartenenti a "gruppi particolarmente sensibili al rischio" (art. 183).

La visita medica di idoneità deve valutare, in base al grado di obesità e allo stato di salute generale dell'individuo, la possibilità di svolgere in sicurezza i compiti lavorativi. L'eventuale presenza di disturbi cardiaci, psichiatrici, ortopedici, o di OSAS (Obstructive Sleep Apnea Syndrome) deve essere attentamente vagliata, soprattutto in riferimento a mansioni con rilevanti richieste fisiche o mentali, o con elevati livelli di responsabilità (79).

La progettazione del posto di lavoro per il lavoratore grande obeso

Per i lavoratori affetti da obesità di 2° e 3° grado dovrebbe essere preso in considerazione un adeguamento della postazione lavorativa attraverso interventi strutturali, organizzativi ed ergonomici allo scopo di minimizzare l'esposizione al rischio e la limitazione della capacità lavorativa. Le attrezzature di lavoro per i grandi obesi dovrebbero essere scelte ponendo particolare attenzione ai requisiti di portata, solidità, adattabilità e regolazione, in merito ai criteri di sicurezza e accessibilità.

Secondo l'ottica ergonomica e la moderna accezione di disabilità (18), occorre intervenire sull'ambiente per consentire al lavoratore di partecipare alla vita produttiva.

Per quanto riguarda le mansioni sedentarie, la regolabilità degli arredi consentirebbe di posizionarsi in modo ottimale. Ad esempio, un piano di lavoro regolabile in altezza consentirebbe un alloggiamento adeguato della massa addominale secondo le caratteristiche individuali (80). Le caratteristiche della seduta (altezza, dimensioni, presenza di braccioli, schienale, eventuale presenza di poggiatesta e poggiategambe) in riferimento ai parametri antropometrici (lunghezza di coscia e tibia, larghezza dei fianchi e del tronco, circonferenza addominale) influenzano la tollerabilità di posizioni di lavoro sedute prolungate, resa possibile da una corretta distribuzione delle pressioni di appoggio. La postazione di lavoro dovrebbe essere adeguatamente dimensionata (sufficiente spazio libero e assenza di intralci per consentire i movimenti del corpo), dotata di punti di appoggio robusti e stabili (per facilitare i passaggi di posizione), munita di pavimentazione antisdrucciolo.

L'accessibilità e la sicurezza degli ambienti fisici (presenza di scale e corrimano, assenza di sporgenze e dislivelli) contribuiscono a ridurre il rischio di cadute e infortuni.

In alcuni casi potrebbe essere opportuna una revisione nell'organizzazione delle attività, in riferimento alla ridotta velocità di movimento generale e di esecuzione dei movimenti manuali fini propria del grande obeso.

I dispositivi di protezione individuale sono spesso poco confortevoli per i lavoratori obesi a causa delle fattezze inappropriate (inadeguatezza rispetto alla distribuzione della massa corporea), ma soprattutto possono aumentare il rischio di sovraccarico respiratorio (ad es. maschere con filtro) e termoregulatorio (ad es. abbigliamento protettivo) in soggetti che presentano limitazioni sistemiche. Anche l'uso di dispositivi semplici ma fondamentali come le cinture di sicurezza delle autovetture è frequentemente disatteso dai guidatori obesi a causa delle fastidiose compressioni localizzate (81), con l'inevitabile conseguenza, in caso di incidente stradale, di un incremento del rischio di morte (7), peraltro già accresciuto dal fenomeno della sonnolenza diurna (82). In Italia, in ambito professionale, i lavoratori sono sottoposti a sorveglianza sanitaria a seconda dei fattori di rischio cui sono esposti con periodicità che è "di norma annuale" (D.Lgs. 81/08), fatte salve alcune eccezioni (ad es. uso di VDT) per le quali è prevista una periodicità predefinita. Il medico competente può tuttavia attuare periodicità diverse da quella annuale se adeguatamente motivate dalla valutazione dei rischi, dai risultati della sorveglianza sanitaria, in accordo con l'organo di vigilanza. Per soggetti obesi con patologie in atto o in esiti per i quali è stato formulato un giudizio di idoneità con limitazioni e/o prescrizioni è prassi prevedere verifiche dell'idoneità a scadenza più ravvicinata. Qualora lo stato di salute non sia ostativo allo svolgimento delle attività previste dalla mansione potrebbe essere formulato un giudizio che preveda l'uso di DPI personalizzati (come avviene ad es. con le calzature antinfortunistiche per i soggetti con documentata patologia del piede).

Riguardo a divise e indumenti da lavoro di fattezze o taglie particolari, si deve rilevare che ancora poche ditte produttrici si occupano di queste problematiche specifiche, anche se sono state elaborate apposite equazioni predittive della taglia e delle dimensioni corporee a partire dal peso (71, 83).

Attualmente non sono disponibili dati specifici cui fare riferimento per la progettazione di posti di lavoro adeguati a soggetti affetti da grande obesità anche se alcune indicazioni utili vengono fornite dall'ergonomia che considera le misure antropometriche insieme ai requisiti biomeccanici dei gesti lavorativi.

Indicazioni rispetto alle attività di sollevamento

Le indicazioni normative sui limiti di peso tollerabile durante la movimentazione manuale di carichi presentano alcune criticità nell'applicazione alla popolazione lavorativa obesa, in quanto originariamente ottenute da modelli biomeccanici di stima e quantificazione delle forze com-

pressive riferiti a soggetti normopeso; inoltre le dimensioni relative del sollevamento (distanza orizzontale, distanza verticale di inizio e fine) dovrebbero essere riconsiderate, in funzione della riduzione del movimento articolare propria dell'obeso. Altri fattori individuali – forza di presa manuale, stabilità del polso, forza dei flessori della spalla – potrebbero determinare una limitazione nella capacità di sollevamento.

La SIMLII (Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale) suggerisce di utilizzare come valori-limite (costante di peso) per compiti di sollevamento svolti in condizioni ottimali da soggetti portatori di patologie medie e gravi del rachide, 15 kg per i maschi e 10 kg per le femmine (84). Secondo Singh (85), il limite RWL (Recommended Weight Limit) fissato dal Niosh dovrebbe essere diminuito del 63-70% per la popolazione lavorativa obesa, pari a valori-limite compresi tra 9,2 e 4,5 kg, rispetto ai 25-15 kg suggeriti per la popolazione lavorativa adulta sana.

Attività di traino e spinta

Le linee guida SIMLII suggeriscono di utilizzare valori cautelativi al 99-99,9% per soggetti portatori di patologie del rachide di media ed elevata gravità, corrispondenti ad una riduzione nei valori di spinta del 45-48% (in fase iniziale) e del 70% (in fase di mantenimento), e nei valori di traino del 65 e 80% (per percorsi fino a 7,5-15 metri, con frequenze di azione fino a 1 volta al minuto).

Attività globali del corpo

Nel caso di lavoratori grandi obesi è opportuno valutare la richiesta energetica dei compiti lavorativi, limitandone l'intensità e la durata in modo da evitare sovraccarichi per l'apparato cardiocircolatorio. In generale le fasi di lavoro con un impegno corrispondente a circa il 30% della capacità aerobica, condotte per tempi continuativi non prolungati (15-30 minuti), e intervallati da adeguate pause di recupero, configurano un impegno di intensità lieve, e dovrebbero risultare tollerabili per la maggior parte dei lavoratori giudicati idonei alla mansione. Occorre inoltre valutare l'eventuale presenza di condizioni ambientali particolari (temperature elevate o molto basse, umidità) che potrebbero aumentare considerevolmente il carico cardiocircolatorio.

Prevenzione pubblica e sui luoghi di lavoro

I fattori di rischio modificabili (peso, attività fisica, alimentazione) dovrebbero essere considerati dalla medicina di base e occupazionale per attuare interventi preventivi multidisciplinari, promuovendo nei lavoratori uno stile di vita corretto e misure preventive precoci; in questo modo è possibile infatti ottenere effetti benefici anche a lungo termine (12, 86).

Accanto alle misure di prevenzione primaria e agli interventi ergonomici, gli interventi specifici mirati a favorire cambiamenti positivi nello stile di vita individuale (es.

favorire un'alimentazione più sana e aumentare il livello di attività fisica) trovano positivi riscontri se attuati in ambienti supportivi (86).

Il supporto sociale risulta fondamentale nel favorire tali cambiamenti in persone di ambo i sessi, di varie fasce d'età, sedentarie e non, mostrando possibilità di aumento del 44% circa nel tempo dedicato all'attività fisica e del 20% nella frequenza di tale attività (*Interventi di comunità per aumentare l'attività fisica CDC – Guide to community preventive services – 2002*).

La strutturazione degli ambienti cittadini, compresi gli spazi per gli spostamenti a piedi o in macchina, costituisce uno dei fattori predittivi dell'obesità (87). Ogni ora in automobile è associata ad un aumento del 6% del rischio di sviluppare obesità, mentre ogni chilometro percorso a piedi è associato ad una riduzione del 4,8% (88). La percezione del proprio stato di salute è positivamente correlata ad un livello sufficiente di attività fisica svolta nel tempo libero (89). Spesso sono proprio i determinanti ambientali ed organizzativi che facilitano o ostacolano lo svolgimento di livelli di attività fisica sufficienti (4), costituiti dal volume complessivo dell'attività motoria a bassa intensità svolta a intermittenza nell'arco della giornata, e particolarmente importanti per il controllo dei trigliceridi e del colesterolo (90). Sotto la guida del medico di base, i soggetti obesi andrebbero perciò incoraggiati e favoriti nel "muoversi spesso", evitando la sedentarietà e l'inattività, utilizzando semplici modalità di facile accesso (uso di pedometri (87, 91), uso delle scale in sostituzione dell'ascensore (12, 92)).

Conclusioni

I dati esposti nel presente lavoro evidenziano come l'obesità costituisca, già da tempo, un problema di grande rilevanza sociale verso il quale anche il medico del lavoro/competente deve rivolgere una particolare attenzione.

Infatti come è stato sottolineato l'obeso è un soggetto "fragile" per la presenza di limitazioni funzionali (alterate geometria del corpo ed escursione dei movimenti, ridotta efficienza muscolare, riduzione dei volumi polmonari) che interferiscono con lo svolgimento delle più comuni attività quotidiane, anche indipendentemente da altre patologie conclamate; i livelli di esposizione a fattori di rischio professionali accettabili per i lavoratori normopeso, possono perciò rivelarsi del tutto inadeguati per quelli affetti da obesità medio-grave.

In questo contesto il rischio di emarginazione (anche per autoesclusione) dal mondo del lavoro è tutt'altro che remoto ma può essere almeno in parte prevenuto e contenuto ricorrendo alla progettazione e realizzazione di postazioni di lavoro, attrezzature, dispositivi di protezione individuale adeguati che tengano conto delle specificità di questi soggetti e ne consentano un proficuo impiego in svariate attività lavorative. Le eventuali limitazioni all'idoneità alla mansione specifica potrebbero essere minimizzate da questi interventi mirati all'adattamento del contesto lavorativo alle caratteristiche del lavoratore.

L'attività di sorveglianza sanitaria svolta in azienda può inoltre rappresentare un'occasione importante per l'attuazione di programmi di prevenzione e promozione della salute particolarmente mirati a questi lavoratori ed è pertanto auspicabile che si sviluppi in futuro una stretta collaborazione tra medico del lavoro e medico di medicina generale per la realizzazione di programmi di intervento integrati.

Bibliografia

- 1) Ness-Abramof R, Apovian CM. Waist circumference measurement in clinical practice. *Nutr Clin Pract* 2008; 23 (4): 397-404.
- 2) OMS (Organizzazione Mondiale Sanità): World Health Report. Geneva 2005.
- 3) Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, *et al.* Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 2006; 295 (13): 1549-55.
- 4) Anandacoomarasamy A, Franssen M, March L. Obesity and the musculoskeletal system. *Curr Opin Rheumatol* 2009; 21 (1): 71-7.
- 5) Hartz AJ, Fischer ME, Bril G, *et al.* The association of obesity with joint pain and osteoarthritis in the HANES data. *J Chronic Dis* 1986; 39 (4): 311-9.
- 6) Kalarchian MA, Marcus MD, Levine MD, *et al.* Psychiatric disorders among bariatric surgery candidates: relationship to obesity and functional health status. *Am J Psychiatry* 2007; 164 (8): 1268.
- 7) Finkelstein EA, Chen H, Prabhu M, *et al.* The relationship between obesity and injuries among U.S. adults. *Am J Health Promot* 2007; 21 (5): 460-8.
- 8) Janssen I, Mark AE: Elevated body mass index and mortality risk in the elderly. *Obes Rev* 2007; 8 (1): 41-59.
- 9) Gilleard W, Smith T. Effect of obesity on posture and hip joint moments during a standing task, and trunk forward flexion motion. *Int J Obes* 2007; 31 (2): 267-71.
- 10) Lai PP, Leung AK, Li AN, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008; 23 Suppl 1: S2-6.
- 11) Larsson EU, Mattsson E: Functional limitations linked to high body mass index, age and current pain in obese women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25 (6): 893-9.
- 12) NIOSH Publication No. 97-141: Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. 1997.
- 13) Rejeski WJ, Ip EH, Marsh AP, Zhang Q, Miller ME. Obesity influences transitional states of disability in older adults with knee pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89 (11): 2102-7.
- 14) Spyropoulos P, Pisciotta JC, Pavlou KN, *et al.* Biomechanical Gait Analysis in obese men. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 1065-1070.
- 15) Vismara, *et al.* Clinical implications of gait analysis in the rehabilitation of adult patients with Prader-Willi Syndrome: a cross-sectional comparative study *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2007, 4: 14 doi: 10.1186/1743-0003-4-14.
- 16) Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, *et al.* Musculoskeletal disorders associated with obesity: a biomechanical perspective. *Obes Rev* 2006; 7 (3): 239-50.
- 17) Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, *et al.* The biomechanics of restricted movement in adult obesity. *Obes Rev.* 2006; 7 (1): 13-24.
- 18) WHO. International Classification of Functioning. Geneva, 2001.
- 19) Coggon D, Croft P, Kellingray S, *et al.* Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2000; 43 (7): 1443-9.
- 20) Finkelstein E, Fiebelkorn C, Wang G. The costs of obesity among full-time employees. *Am J Health Promot* 2005; 20 (1): 45-51.
- 21) Schmier JK, Jones ML, Halpern MT. Cost of obesity in the workplace. *Scand J Work Environ Health* 2006; 32 (1): 5-11.
- 22) Werner RA, Franzblau A, Gell N, Ulin SS, Armstrong TJ. Predictors of upper extremity discomfort: a longitudinal study of industrial and clerical workers. *J Occup Rehabil* 2005; 15 (1): 27-35.
- 23) Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Med Sci Sports Exerc* Sep 2007; 39 (9): 1632-41.
- 24) Malatesta D, Vismara L, Menegoni F, *et al.* Mechanical External Work and Recovery at Preferred Walking Speed in Obese Subjects. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41 (2): 426-425.
- 25) Berrigan F, Simoneau M, Tremblay A, *et al.* Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *Int J Obes* 2006; 30 (12): 1750-7.
- 26) Menegoni F, Galli M, Tacchini E, *et al.* Gender-specific Effect of Obesity on Balance. *Obesity* 2009 doi: 10.1038/oby, 2009: 82.
- 27) Miranda H, Punnett L, Viikari-Juntura E, *et al.* Physical work and chronic shoulder disorder Results of a prospective population-based study. *Ann Rheum Dis* 2008; 67 (2): 218-23.
- 28) Thompson DL. The costs of obesity: what occupational health nurses need to know. *AAOHN J* 2007; 55 (7): 265-70.
- 29) Capodaglio P, Vismara L, Menegoni F, *et al.* Strength characterization of knee flexor and extensor muscles in Prader-Willi and obese patients. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2009; 47 doi:10.1186/1471-2474-10-47.
- 30) Chen KY, Acra SA, Donahue CL, *et al.* Efficiency of walking and stepping: relationship to body fatness. *Obes Res* 2004; 12: 982-989.
- 31) Singh D, Park W, Levy MS. Obesity does not reduce maximum acceptable weights of lift. *Appl Ergon.* 2008; 22.
- 32) DeLorey DS, Wyrick BL, Babb TG. Mild-to-moderate obesity: implications for respiratory mechanics at rest and during exercise in young men. *Int J Obes* 2005; 29 (9): 1039-47.
- 33) Salvadori A, Fanari P, Mazza P, *et al.* Work capacity and cardiopulmonary adaptation of the obese subject during exercise testing. *Chest* 1992; 101 (3): 674-9.
- 34) Przybyowski T, Bielicki P, Kumor M, *et al.* Exercise capacity in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Physiol Pharmacol* 2007; 58 Suppl 5: 563-74.
- 35) Salvadori A, Fanari P, Fontana M, *et al.* Oxygen uptake and cardiac performance in obese and normal subjects during exercise. *Respiration* 1999; 66 (1): 25-33.
- 36) Huang IC, Frangakis C, Wu AW. The relationship of excess body weight and health-related quality of life: evidence from a population study in Taiwan. *Int J Obes* 2006; 30 (8): 1250-9.
- 37) Peytremann-Bridevaux I, Burnand B. Disease management: a proposal for a new definition. *Int J Integr Care* 2009; 9: e16.
- 38) Peeters A, Bonneux L, Nusselder WJ, De Laet C, Barendregt JJ. Adult obesity and the burden of disability throughout life. *Obes Res* 2004; 12 (7): 1145-51.
- 39) Forhan M. An analysis of disability models and the application of the ICF to obesity. *Disabil Rehabil* Mar 2009; 27: 1-7.
- 40) Ferraro KF, Su YP, Gretebeck RJ, *et al.* Body mass index and disability in adulthood: a 20-year panel study. *Am J Public Health* 2002; 92 (5): 834-40.
- 41) Roubenoff R. Sarcopenic obesity: does muscle loss cause fat gain? Lessons from rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Ann N Y Acad Sci* 2000; 904: 553-7.
- 42) Burton WN, Chen CY, Schultz AB, Edington DW. The economic costs associated with body mass index in a workplace. *J Occup Environ Med* 1998; 40 (9): 786-92.
- 43) Falkner NH, French SA, Jeffery RW, *et al.* Mistreatment due to weight: prevalence and sources of perceived mistreatment in women and men. *Obes Res* 1999; 7 (6): 572-6.
- 44) Puhl RM, Brownell KD. Confronting and coping with weight stigma: an investigation of overweight and obese adults. *Obesity* 2006; 14 (10): 1802-15.
- 45) Crandall CS. Prejudice against fat people: ideology and self-interest. *J Pers Soc Psychol* 1994; 66 (5): 882-94.
- 46) Hedley A, Ogden C, Johnson C, *et al.* Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *J Am Med Assoc* 2004; 291: 2847-2850.
- 47) Hertz R, Unger A, McDonald M, *et al.* The impact of obesity on work limitations and cardiovascular risk factors in the US workforce. *J Occup Environ Med* 2004; 46: 1196-1203.
- 48) Tunceli K, Li K, Williams LK. Long-term effects of obesity on employment and work limitations among U.S. Adults, 1986 to 1999. *Obesity* 2006; 14 (9): 1637-46.

- 49) Esposti ED, Sturani A, Valpiani G, *et al.* The relationship between body weight and drug costs: An Italian population-based study. *Clin Ther* 2006; 28 (9): 1472-81.
- 50) Han E, Norton EC, Stearns SC. Weight and wages: fat versus lean paychecks. *Health Econ* 2008; 1.
- 51) Baum CL 2nd, Ford WF. The wage effects of obesity: a longitudinal study. *Health Econ* Sep 2004; 13 (9): 885-99.
- 52) Bhattacharjee A, Chau N, Sierra CO, *et al.* Relationships of job and some individual characteristics to occupational injuries in employed people: a community-based study. *J Occup Health* 2003; 45 (6): 382-91.
- 53) Chau N, Mur JM, Tournon C, *et al.* Correlates of occupational injuries for various jobs in railway workers: a case-control study. *J Occup Health* 2004; 46 (4): 272-80.
- 54) Arterburn DE, Maciejewski ML, Tsevat J. Impact of morbid obesity on medical expenditures in adults. *Int J Obes* 2005; 29 (3): 334-9.
- 55) CDC (Centers for Disease Control and Prevention): State-Specific Prevalence of Obesity Among Adults. United States, 2007.
- 56) Friis K, Ekholm O, Hundrup YA. The relationship between lifestyle, working environment, socio-demographic factors and expulsion from the labour market due to disability pension among nurses. *Scand J Caring Sci* 2008; 22 (2): 241-8.
- 57) Jusot F, Khlat M, Rochereau T, Serme C. Job loss from poor health, smoking and obesity: a national prospective survey in France. *J Epidemiol Community Health* 2008; 62 (4): 332-7.
- 58) Chandola T, Brunner E, Marmot M. Chronic stress at work and the metabolic syndrome: prospective study. *BMJ* 4 Mar 2006; 332 (7540): 521 - 5.
- 59) De Vogli R *et al.* Unfairness and health: evidence from the Whitehall II Study. *J Epidemiol Community Health* 2007; 61 (6): 513-8.
- 60) Croce N, Bracci M, Ceccarelli G, *et al.* Body mass index in shift workers: relation to diet and physical activity. *G Ital Med Lav Ergon* 2007; 29 (3 Suppl): 488-9.
- 61) Viswanathan AN, Hankinson SE, Schernhammer ES. Night shift work and the risk of endometrial cancer. *Cancer Res* 2007; 67 (21): 10618-22.
- 62) Bernard BP, ed: Musculoskeletal disorders and workplace factors: A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back. U.S. Department of Health and Human Services, NIOSH publication no. 97-141, 1997.
- 63) Pollack KM, Cheskin LJ. Obesity and workplace traumatic injury: does the science support the link? *Inj Prev* 2007; 13 (5): 297-302.
- 64) Werner RA, Franzblau A, Gell N, Ulin SS, Armstrong TJ. A longitudinal study of industrial and clerical workers: predictors of upper extremity tendonitis. *J Occup Rehabil* 2005; 15 (1): 37-46.
- 65) Nathan PA, Keniston RC, Myers LD, Meadows KD. Obesity as a risk factor for slowing of sensory conduction of the median nerve in industry: a cross sectional and longitudinal study involving 429 workers. *J Occup Med* 1992; 34: 379-83.
- 66) Werner CO, Elmqvist D, Ohlin P. Pressure and nerve lesion in the carpal tunnel. *Acta Orthop Scand* 1983; 54 (2): 312-6.
- 67) Werner RA, Franzblau A, Albers JW, Armstrong TJ. Influence of body mass index and work activity on the prevalence of median mononeuropathy at the wrist. *Occup Environ Med* 1997; 54 (4): 268-71.
- 68) Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, *et al.* Cardiovascular and lifestyle risk factors in lumbar radicular pain or clinically defined sciatica: a systematic review. *Eur Spine J* 2007; 16 (12): 2043-54.
- 69) Rodacki AL, Fowler NE, Provenci CL, *et al.* Body mass as a factor in stature change. *Clin Biomech* 2005; 20 (8): 799-805.
- 70) Leboeuf-Yde C. Body weight and low back pain - a systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine* 2000; 97 (4): 226-237.
- 71) Fontaine KR, Gadbury G, Heymsfield SB, *et al.* Quantitative prediction of body diameter in severely obese individuals. *Ergonomics* 2002; 45 (1): 49-60.
- 72) Chau N, Bourgard E, Bhattacharjee A, *et al.* The Lorhandicap Group. Associations of job, living conditions and lifestyle with occupational injury in working population: a population-based study. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81 (4): 379-389.
- 73) Ostbye T, Dement JM, Krause KM. Obesity and workers' compensation: results from the Duke Health and Safety Surveillance System. *Arch Intern Med* 2007; 167 (8): 766-73.
- 74) Chau N, Gauchard GC, Siegfried C, *et al.* Relationships of job, age, and life conditions with the causes and severity of occupational injuries in construction workers. *Int Arch Occup Environ Health* Jan 2004; 77 (1): 60-6.
- 75) Gauchard GC, Mur JM, Tournon C, *et al.* Determinants of accident proneness: a case-control study in railway workers. *Occup Med* 2006; 56 (3): 187-90.
- 76) Soteriades ES, Hauser R, Kawachi I, *et al.* Obesity and risk of job disability in male firefighters. *Occup Med* 2008; 18.
- 77) Moreno CR, Louzada FM, Teixeira LR, *et al.* Short sleep is associated with obesity among truck drivers. *Chronobiol Int* 2006; 23 (6): 1295-303.
- 78) Moreno CR, Carvalho FA, Lorenzi C, *et al.* High risk for obstructive sleep apnea in truck drivers estimated by the Berlin questionnaire: prevalence and associated factors. *Chronobiol Int* 2004; 21 (6): 871-9.
- 79) Mina R, Casolin A. National standard for health assessment of rail safety workers: the first year. *Med J Aust* 2007; 1: 187 (7): 394-7.
- 80) Paul JA, Frings-Dresen MHW, Sallè HJA, Rozendal RH. Pregnant women and working surface height and working surface areas for standing manual work. *Applied Ergonomics* 1995; 26 (2): 129-133.
- 81) Schlundt DG, Briggs NC, Miller ST, *et al.* BMI and seatbelt use. *Obesity* 2007; 15 (11): 2541-5.
- 82) Dagan Y, Doljansky JT, Green A, Weiner A. Body Mass Index (BMI) as a first-line screening criterion for detection of excessive daytime sleepiness among professional drivers. *Traffic Inj Prev* 2006; 7 (1): 44-8.
- 83) Andrich R, Bucciarelli P, Liverani G, *et al.* Disabilità e lavoro: un binomio possibile. Metodi ed esperienze di progettazione di ambienti e processi di lavoro per lavoratori con limitazioni motorie. Milano: Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus, 2009.
- 84) Società Italiana di medicina del lavoro ed igiene industriale: Linee guida per la formazione continua e l'accreditamento del medico del lavoro: movimentazione manuale di carichi. Apostoli P, Imbriani M, Soleo L, Abbritti G, Ambrosi L (editors) Pime, Pavia 2004.
- 85) Singh D, Devender S. Empirical Investigations of Obesity Effects on Lifting Limits, Postural Sway, Functional Reach and Postural Strains. PhD, University of Cincinnati, Engineering: Industrial Engineering, 2007.
- 86) O'Donnell MP. Definition of health promotion: Part III: Expanding the definition. *Am J Health Promot* 1989 Winter; 3 (3): 5.
- 87) Tudor-Locke C, Bassett DR Jr, Rutherford WJ, *et al.* BMI-referenced cut points for pedometer-determined steps per day in adults. *J Phys Act Health* 2008; 5 Suppl 1: S126-39.
- 88) Frank LD, Andresen MA, Schmid TL. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *Am J Prev Med* 2004; 27 (2): 87-96.
- 89) Kaleta D, Makowiec-Dabrowska T, Dzionkowska-Zaborszczyk E. Physical activity and self-perceived health status. *Int J Occup Med Environ Health* 2006; 19 (1): 61-9.
- 90) Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes* 2007; 56 (11): 2655-67.
- 91) Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, *et al.* Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA* 21 Nov 2007; 298 (19): 2296-304.
- 92) Eves FF, Webb OJ, Mutrie N. A workplace intervention to promote stair climbing: greater effects in the overweight. *Obesity* 2006; 14 (12): 2210-6.