

Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Master in “Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici”

**“Il trattamento conservativo nella sindrome del
tunnel carpale di origine occupazionale”**

Relatore:
Dott.ssa Erica Monaldi

Candidato:
Marco Capizzi

Anno accademico 2006/2007

Indice:

Abstract	pag 3
1. Introduzione	pag 4
2. La sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale	pag 5
3. Meccanismi patogenetici della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale	pag 6
4. Fattori di rischio occupazionale e sindrome del tunnel carpale	pag 9
5. Fattori di rischio non occupazionali nella sindrome del tunnel carpale	pag 11
6. Obiettivi della ricerca	pag 14
7. Metodi	pag 14
8. Risultati della ricerca	pag 20
9. Conclusioni	pag 24
10. Bibliografia	pag 25

Il trattamento conservativo nella sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale - REVISIONE

ABSTRACT:

Obiettivi: L'obiettivo di questa revisione della letteratura è quello di focalizzare l'attenzione sul trattamento conservativo ed ergonomico-preventivo della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale.

Metodi di revisione: E' stata svolta una ricerca sistematica della letteratura includendo unicamente le recenti pubblicazioni di RCT, review e meta-analisi con lo scopo di indagare sull'attuale evidenza scientifica sull'approccio conservativo nel trattamento della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale.

Risultati: Sia gli interventi preventivo-ergonomici, sia quelli terapeutici conservativi non hanno in genere creato risultati concordi in termini di miglioramento dello stato sintomatologico e funzionale nei lavoratori selezionati. Unica evidenza a sostegno della terapia conservativa sembra averla il trattamento con "splint"; studi di buona qualità metodologica ne hanno in più occasioni confermato l'efficacia sia a breve che a lungo termine.

Conclusioni: Data la scarsità qualitativa della letteratura a riguardo riteniamo quindi ancora dubbio il ruolo della terapia conservativa nel trattamento del tunnel carpale.

1. Introduzione:

L'evoluzione del settore terziario in associazione con l'età crescente della popolazione lavorativa europea ha portato all'evolversi di patologie legate all'occupazione ed in particolare di quelle correlate all'esecuzione di gesti ripetitivi, movimentazione di carichi e/o posture incongrue.

Tali patologie, solitamente definite con l'acronimo di "Work-related muscolo skeletal disorder" (WRMSD) rappresentano un eterogeneo e complesso gruppo di disturbi, su base infiammatoria e/o degenerativa, interessanti le strutture osteo-articolari, muscolo-scheletriche, nervose e vascolari che sono causate, o nelle quali gioca un ruolo concausale e/o aggravante, il sovraccarico dato dall'attività lavorativa (WHO, 1985).

Negli ultimi anni il numero di casi di WRMSD è progressivamente aumentato in tutti i paesi industrializzati, superando di fatto le patologie occupazionali di origine traumatica (Bureau of Labor Statistics. US Department of Labor, 2001). Per tale motivo i WRMSD sono attualmente riconosciuti come principali cause occupazionali di invalidità minori e sono quindi fonte di forte interesse delle istituzioni.

Il numero di lavoratori affetti da problematiche occupazionali dell'arto superiore nell'Unità Europea si aggira intorno al 17-30%, dato che si traduce in una perdita di produttività dal costo di miliardi di euro ogni anno (da 0,5 al 2% del prodotto interno lordo nazionale) (Woolf, 2001).

Negli Stati Uniti si è stimato che mediamente un paziente con problematica occupazionale "costa" agli enti assicurativi dai 5.000 agli 8.000 dollari che tradotti in termini assoluti ammontano ad un totale di circa 6,5 miliardi di dollari l'anno (Buldwain ML e Butler RJ, 2006).

Tra queste grande rilievo va assumendo, per il suo costante aumento numerico, la sindrome del tunnel carpale le cui denunce, in Italia, dal 1997 al 2002, si sono più che triplicate, tanto che ormai tale patologia occupa uno dei primi posti tra le malattie cosiddette "non tabellate" (INAIL, 2002).

Recenti studi hanno riportato tassi di prevalenza in aumento che oscillerebbero tra il 7-14,5% (Van Tulder M et. al, 2007).

Inoltre Feuerstein et al. hanno stimato che il 57% di tutti i costi derivanti dalle patologie occupazionali dell'arto superiore sono, infatti, imputabili alla sindrome

del tunnel carpale (Feuerstein M et. al, 1998) essendo questa la patologia che mediamente impone una più lunga assenza dal lavoro (27 giorni).

Le cause di tale patologia sembrano essere molteplici e concatenate tra loro; esiste senza dubbio una predisposizione individuale, ma sicuramente l'attività occupazionale ricopre nella patogenesi del disturbo un ruolo importante.

Pur essendoci evidenze che legano le attività lavorative con un maggior rischio di sviluppare la patologia, sono ancora in molti a mettere in dubbio la connessione tra questi fattori. Dubbi che vengono principalmente alimentati da uno scarso accordo sui metodi diagnostici del tunnel carpale.

2. La sindrome del tunnel carpale d'origine occupazionale:

La sindrome del tunnel carpale è la più comune neuropatia compressiva dell'arto superiore (Miller K, 2004) ed è definibile come una entità clinica complessa basata su un insieme di sintomi che includono turbe sensitive, motorie e trofiche conseguenti alla compressione del nervo mediano a livello del canale osteo-fibroso del carpo.

Ne le ossa del carpo, ne il legamento trasverso sono di fatto elementi estensibili rendendo dunque il tunnel carpale, e le strutture che decorrono al suo interno, molto vulnerabili agli aumenti di pressione.

Solitamente l'esordio è progressivo con dolore e parestesie nel territorio di irradiazione del nervo mediano alla mano specie nelle ore notturne e aggravanti dagli sforzi o da atteggiamenti prolungati del polso in estensione o flessione massimale. Frequentemente il sonno del paziente risulta disturbato costringendolo a manovre e tentativi per migliorarne il sintomo; tipicamente il pazienti riferisce che scuotendo la mano il fastidio tende ad alleviarsi ("shake down") (Miller K, 2004).

Inizialmente si giustifica la comparsa dei disturbi con mal posizionamenti degli arti durante la notte; solo quando i sintomi divengono più frequenti, tanto da compromettere seriamente il riposo, il personale medico accoglie la richiesta d'aiuto.

Le fasi cliniche della sindrome del tunnel carpale comprendono una fase irritativa, una fase sensitiva, una fase sensitivo-motoria ed infine una fase paralitica. Non

necessariamente la sindrome si sviluppa ricoprendo progressivamente le quattro fasi; molto spesso vengono diagnosticate, soprattutto nell'anziano, tali patologie in stadi già molto avanzati.

La fase irritativa è caratterizzata da dolore acuto e/o parestesie (e talvolta iperestesie) con limitazione funzionale della mano: il dolore interessa solitamente il polso, i 2/3 laterali del palmo della mano, la superficie volare delle prime tre dita e della metà radiale del 4° dito; non infrequente vi può essere un'irradiazione alla superficie volare dell'avambraccio, raggiungendo più raramente la spalla. Le parestesie consistono in formicolii nel territorio del nervo mediano, localizzati soprattutto a livello delle falangi distali delle dita.

La fase sensitiva è caratterizzata invece da dolore meno intenso e soprattutto da parestesie e da ipoestesie termico-dolorifiche con prevalenza notturna. Le ipoestesie, riguardano sempre il territorio del nervo merdiano e sono alla base della sensazione soggettiva di gonfiore della mano e delle dita, che frequentemente i pazienti riferiscono, dovuta a disturbi della propriocettività.

La fase sensitivo-motoria, oltre ai sintomi soggettivi ed oggettivi della fase precedente, presenta una riduzione variabile della forza nei movimenti di opposizione e abduzione del pollice con una iniziale ipotrofia dell'eminanza tenar (Atroshi et al., 1999).

Nelle fasi avanzate (fase paralitica) della sindrome si stabilisce un grave e progressivo deficit sensitivo fino all'anestesia che compromette seriamente la funzionalità della mano impedendo ai pazienti l'esecuzione normale dei movimenti fini e di presa, provocando la frequente caduta di oggetti nelle attività di vita quotidiana o durante il lavoro (Miller K, 2004).

3. Meccanismi patogenetici della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale:

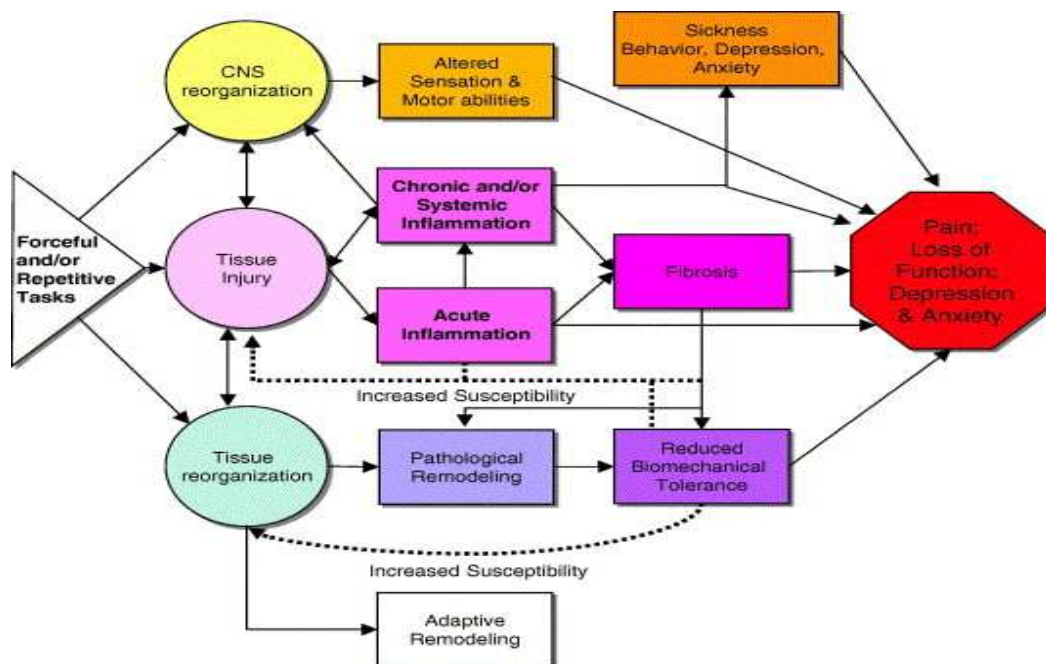
Le patologie occupazionali dell'arto superiore sono spesso la risultante di gesti ripetitivi e intensi, solitamente svolti in posizioni articolari estreme di lavoro, i quali portano ad un'aumentata frizione e compressione sulle strutture biologiche (Barbe MF e Barr AE, 2006).

Possiamo ipotizzare che tali sovraccarichi funzionali portino a delle piccole lesioni che si traducono inizialmente in una fisiologica risposta infiammatoria (Barbe MF e Barr AE, 2006).

Mentre il fine ultimo della risposta infiammatoria è quello di sostituire i tessuti offesi con nuove cellule, quindi ripararli; nel caso in cui si presentino, in questa fase, dei carichi ripetuti continuativi, sovrapposti allo stato d'infiammazione tissutale, si sviluppa un "circolo vizioso" che porta l'organismo a creare uno stato cronico di flogosi (Barbe MF e Barr AE, 2006).

Invece della riparazione, una risposta infiammatoria cronica, associata all'attività delle cellule immunitarie, che causano lesione secondarie dei tessuti, può portare progressivamente ad una risposta fibrogenica (Barbe MF e Barr AE, 2006). Il risultato finale è spesso il dolore e la perdita di funzione motoria.

In una recente revisione (2004) Barr et al. hanno elaborato un algoritmo che ben schematizza l'ipotetico processo patogenetico delle patologie occupazionali.



Schema 1: schema riassuntivo meccanismo fisiopatogenetico dei work-related musculoskeletal disorder secondo Barr et al. 2004.

Nello schema si ipotizza che gesti fisicamente intensi e/o ripetitivi possano portare ad un danno al tessuto ed ad una sua riorganizzazione. Continue prestazioni di elevata intensità possono sfociare in una disorganizzazione

strutturale e un rimodellamento patologico dei tessuti associato ad una ridotta tolleranza al carico biomeccanico. Tuttavia, se l'esposizione a stimoli ripetitivi è sufficientemente bassa, in modo da evitare lesioni dei tessuti, quindi evitare la risposta infiammatoria e la riorganizzazione cellulare, il processo evolverà verso un fisiologico "rimodellamento adattivo" (Barr et al, 2004) (schema 1).

A sostegno di tale ipotesi un recente studio di Kuiper et al. (2005), ha esaminato i biomarcatori di sintesi e degrado del collagene in lavoratori coinvolti in attività manuali ripetitive ed intense. Ne è risultato che sia la sintesi che i prodotti della degradazione sono nettamente aumentati nei pazienti addetti alla movimentazione dei carichi. I risultati di Kuiper suggeriscono dunque che i tessuti sono sottoposti a risposte adattative che li proteggono da degradazioni irrisolvibili.

Ciò che emerge decisamente affascinante da tale studio è la possibilità che vi sia una soglia di attivazione al di sotto, o al di sopra della quale si sviluppi o una risposta adattativa fisiologica oppure una degenerazione tissutale a lungo termine. Lo stato infiammatorio e doloroso, caratterizzato dalla perdita o limitazione delle funzioni, può essere influenzato da stati psico-sociali i quali concorrono e predispongono il paziente a stati disabilitanti ritardando od impedendo il ritorno all'occupazione (Barr et al, 2004).

La stessa ipotesi sostenuta da Barr e i suoi collaboratori, a sostegno della patogenesi infiammatoria delle patologie occupazionali, la ritroviamo in svariati studi sulla sindrome del tunnel carpale.

L'esame bioptico della guaina sinoviale dei muscoli flessori in pazienti con tunnel carpale ha confermato le ipotesi sopra citate (Hirata et al, 2005). Modificazioni tissutali edematose sono state rilevate in pazienti che lamentavano segni e sintomi positivi per sindrome del tunnel carpale da circa tre mesi con esposizione a fattori di rischio occupazionali.

Valori ematici di prostaglandine (PGE2) e fattori di crescita endoteliale (VEGF) appaiono decisamente aumentati rispetto alla norma in pazienti con sintomi da 4-7 mesi; mentre cambiamenti fibrotici dei tessuti sono stati riscontrati in pazienti con disturbi di più lunga durata (oltre 7 mesi).

Freeland et al. (2002) hanno eseguito studi su pazienti con sindrome del tunnel carpale, questa volta d'origine ideopatica, giungendo a conclusioni simili: i

pazienti mostrano una rapida risposta infiammatoria seguita da un tentativo di risoluzione che non riesce con il risultato ultimo di processi degenerativi che tendono alla fibrosi dei tessuti.

Studi svolti su modelli animali riguardanti l'entrapment dei nervi periferici mostrano che la compressione cronica porta ad una "upregulation" della sintesi delle citochine infiammatorie intraneurali, morte precoce delle cellule di Schwann, con conseguente demielinizzazione assonale, fibrosi e declino delle funzioni elettrofisiologiche (Clark et al. 2003).

L'alta ripetizione di gesti ad alto vigore ha sviluppato in una colonia di ratti un decremento statisticamente evidente della velocità di conduzione nervosa, indicando inoltre una positiva relazione dose-risposta tra intensità dei compiti ripetitivi e decremento delle funzioni (Clark et al. 2003). Livelli di fibrosi intraneurale e il picco di risposta infiammatoria è temporalmente sovrapponibile con una riduzione della velocità di conduzione (Clark et al. 2003). Clark e i suoi colleghi hanno inoltre osservato un aumento del tempo di reazione agli stimoli dolorifici molto probabilmente indicativo di una perdita di sensibilità causata dalla demielinizzazione assonale conseguente alla compressione fibrotica.

Tali studi mostrano ancora una volta come i fattori di rischio legati all'occupazione quali l'esecuzione di gesti ripetitivi ed intensi, possono essere messi in relazione con la patogenesi dei disturbi dell'apparato muscolo-scheletrico quali la sindrome del tunnel carpale.

4. Fattori di rischio occupazionale e sindrome del tunnel carpale:

Pur essendo molte le pubblicazioni sulle correlazioni che legano la sindrome del tunnel carpale con i fattori di rischio derivanti dall'occupazione non sembrano aver ancora prodotto un consensus univoco nel mondo scientifico.

La maggior parte degli studi appaiono infatti di scarsa qualità metodologica e con campioni di popolazioni spesso insufficienti, i quali, se associati ad un mancato accordo sui criteri diagnostici oggettivi per la definizione della patologia, ci portano facilmente a comprendere il panorama spesso controverso che domina il settore delle patologie occupazionali.

Un riesame critico delle prove d'efficacia per la sindrome del tunnel carpale d'origine occupazionale fu eseguita dal NIOSH nel 1997 (National Institute for Occupational Safety and Health, 1997). Nello studio sono stati presi in rassegna oltre 30 studi epidemiologici concludendo che vi è una associazione positiva tra: sindrome del tunnel carpale e gesti ripetitivi eseguiti con vigore; sindrome del tunnel carpale in combinazione a gesto eseguiti con forza in posture mantenute e/o non corrette. Vi è un'evidenza, anche se meno forte, che mette singolarmente in correlazione la sindrome del tunnel carpale con gesti eseguiti con vigore, ad alta ripetizione o con vibrazioni. Appare meno evidente, tanto da non avere il supporto scientifico, la correlazione con posture mantenute (Tab 1).

Physical work factors	Strong evidence (+++)	Evidence (++)	Insufficient evidence (±)
Repetition			
Force			
Posture			
Vibration			
Combination (force and posture)			
Combination (force and repetition)			

Uno degli studi più rigorosi, che conferma tale ipotesi, è stato lo studio di Silverstein e colleghi (1987) eseguito su 652 lavoratori a rischio occupazionale. Dallo studio ne è emerso che posti di lavoro che richiedono un elevato vigore del gesto e alta frequenza aumentano di 30 volte la probabilità che si sviluppi la sindrome del tunnel carpale rispetto a un posto di lavoro in cui è richiesto uno scarso vigore del gesto e bassa ripetizione.

Alla stessa conclusione sembra giungere anche lo studio di Latko e colleghi che hanno dimostrato un aumento del rischio (prevalenza aumentata pari a tre volte) di sviluppare la patologia in lavoratori esposti a occupazioni molto ripetitive rispetto a coloro i quali erano esposti a impieghi che prevedevano basse ripetizioni. L'importante dato è stato confermato dagli studi elettromiografici e di conduzione del nervo mediano al polso (Latko W et al, 1999).

Tali studi hanno spinto alla pubblicazione di linee guida, redatte dall'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), le quali, associando i livelli di forza sviluppati durante l'occupazione ai livelli di ripetizione del gesto, definiscono la soglia limite per lo sviluppo della sindrome del tunnel carpale (ACGIH Worldwide, 2002).

L'associazione tra problematiche a livello del polso e mantenimento di posture è al contrario meno rilevante. Pur essendo molte gli studi a sostegno di tale tesi (Viikari, 1998), le ultime ricerche svolte con metodologie rigorose, non sembrano confermare la correlazione (NIOSH 1997).

Ulteriore fattore di rischio occupazionale per la patogenesi della sindrome del tunnel carpale, recentemente preso in considerazione, sono le sollecitazioni in vibrazioni.

L'esposizione a vibrazione si verifica quando il lavoratore utilizza degli strumenti meccanici che impongono tale sollecitazione.

Dai recenti studi sembra che questo fattore sia singolarmente in correlazione con la patogenesi del disturbo anche se appare avvolta difficile scindere tale fattore di rischio con i restanti quale per esempio la forza della presa. Chatterjee e colleghi (1982) hanno messo in correlazione il disturbo con alte frequenze di vibrazione comprese tra i 31,5 e 62 Hz.

Anche l'esposizione a basse temperature è stato associato allo sviluppo della problematica. Studi che avevano lo scopo di indagare i fattori di rischio occupazionali, e non direttamente l'effetto delle basse temperature nello sviluppo della patologia, lo hanno messo in correlazione definendolo fattore aggravante/predisponente. I risultati ottenuti, che legano il fattore di rischio basse temperature allo sviluppo della patologia, sono dunque non adeguatamente supportati da prove d'efficacia (Werner RA, 2006).

5. Fattori di rischio non occupazionali nella sindrome del tunnel carpale:

Nonostante ci siano svariate prove che supportano un significativo rapporto tra lavoro e sindrome del tunnel carpale, molti altri fattori possono influenzare la patogenesi della malattia aumentando il rischio di svilupparla.

Negli ultimi anni interessi economici hanno incrementato molto la ricerca sul tema: la comprensione del ruolo che svolgono i fattori non occupazionali e individuali nello sviluppo della sindrome è essenziale per determinare se un particolare lavoratore deve beneficiare o meno dell'indennizzo assicurativo.

In una revisione svolta da Faucett e Werner forti associazioni sono state trovate tra l'età, un elevato indice di massa corporea, il sesso e lo sviluppo della patologia. Sono state invece trovate minori correlazioni con stati psicologici, dimensioni del polso e familiarità (Faucett J, Werner RA, 1999).

Molto interessante appare la correlazione tra sindrome del tunnel carpale e sesso. Sebbene ci siano delle correlazioni positive tra i due fattori, sono infatti molti gli studi che lo dimostrano (Werner RA, 2006), lo stesso non possiamo dire se indaghiamo gli stessi fattori in una popolazione di lavoratori. Mentre gli studi svolti sulla popolazione vedevano un rischio aumentato fino anche al 300%, sul posto di lavoro il rischio per il sesso femminile sembra essere soltanto di un 10-20% rispetto ai lavoratori di diverso sesso (Werner RA et al, 1994).

Altro fattore di rischio evidente appare essere l'obesità; nei lavoratori con alti indici di massa corporea ritroviamo un rischio da 2 a 4 volte aumentato (Werner RA et al, 1994). Il dato appare molto interessante se lo confrontiamo con la probabilità di sviluppare altre neuropatie periferiche: il nervo mediano infatti appare l'unico in relazione con il fattore peso.

E' inoltre ben noto che patologie sistemiche quali il diabete, l'ipotiroidismo, gotta e malattie autoimmuni quali artrite reumatoide o lupus aumentino il rischio di sviluppare la patologia (Atcheson SG et al, 1998). Tali malattie sistemiche rendono il nervo maggiormente sensibile ai traumi in compressione e ischemia aumentando il rischio individuale da 2,5 a 3,5 volte superiore alla norma.

Identiche conclusioni sono state riscontrate in associazione con la gravidanza in virtù di una maggiore vascolarizzazione interstiziale (Werner RA, 2006). Pur non conoscendo di per certo i nessi che collegano la gestazione all'aumentato rischio, probabilmente giocano un ruolo fondamentale i cambiamenti ormonali che si vengono a instaurare, i quali portano a un aumento del liquido interstiziale.

Associazione positiva la ritroviamo anche per quanto riguarda i fattori genetici. Studi dimostrano una maggiore prevalenza in soggetti con documentata storia familiare di rallentamento della conduzione del nervo mediano al polso. (Radecki P, 1994).

Ulteriore fattore di rischio individuale, spesso associato in pazienti con disturbi muscolo-scheletrici di origine occupazionale, sono i fattori psicologici.

Studi dimostrano che lo stato di salute mentale sembra essere associato con sintomi di più grave entità e bassi risultati dei trattamenti (Werner RA, 2006).

Esaminando la letteratura comprendiamo meglio il motivo per il quale alle patologie occupazionali muscolo-scheletriche, e in particolare la sindrome del tunnel carpale d'origine professionale, venga attribuita una causa multifattoriale. E' molto difficoltoso infatti determinarne una causa univoca; in un unico individuo si intrecciano cause di origini diverse secondo una visione bio-psico-sociale. Il disturbo appare in ugual misura influenzato sia dal gesto lavorativo che dalla qualità che questo ambiente riveste nell'arco della quotidianità.

6. Obiettivi della ricerca:

L'obiettivo di questa revisione della letteratura è quello di focalizzare l'attenzione sul trattamento conservativo ed ergonomico-preventivo della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale. Tale tesi nasce dall'interesse personale verso la patologia occupazionale e in particolare dall'esperienza lavorativa a riguardo.

La scelta di esporre nella revisione della letteratura unicamente la sindrome del tunnel carpale è derivata dall'elevata incidenza del problema e dai modesti benefici che spesso si ottengono trattando i pazienti senza un approccio "evidence-based".

7. Metodi di ricerca:

Tutti gli articoli presi in considerazione nella seguente revisione sono stati reperiti sul motore di ricerca Medline (Pubmed).

Per la ricerca degli articoli riguardanti le correlazioni tra:

l' efficacia del trattamento conservativo e preventivo nella sindrome del tunnel carpale d'origine occupazionale

sono state usate le seguenti "stringhe" di ricerca:

1. ((carpal tunnel syndrome) AND (occupational)) AND (treatment)
2. ((carpal tunnel syndrome) AND (work-related)) AND (treatment)

La ricerca è stata limitata a soli articoli in lingua inglese ed italiana pubblicati negli ultimi 10 anni prendendo in considerazione solo le revisioni sistematiche (RS); trial clinici randomizzati (RCT) e meta-analisi. Sono stati imposti limiti per la ricerca dei soli articoli con link ai full text.

Sono stati esclusi gli articoli:

- mancanti di abstract;

- non riguardanti la sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale o di non interesse ai fini della revisione;
- dei quali non è stato possibile reperire l'intero testo originale (full text).

La maggior parte degli articoli citati nei capitoli introduttivi non sono inclusi nei metodi di ricerca in quanto articoli non inerenti, utilizzati al solo fine d'iniziare all'argomento.

La ricerca è stata eseguita nel mese di Maggio 2008; sommando i risultati delle ricerche eseguite sono stati trovati un totale di 63 studi.

Applicando i limiti di esclusione definiti sono stati selezionati 15 studi, i quali si sono ulteriormente ridotti a 10, tolti gli studi in comune nelle due ricerche condotte.

Per migliorare la comprensione dei criteri di inclusione ed esclusione adottati e dei metodi di ricerca utilizzati alleghiamo di seguito le tabelle esplicative di tale processo (vedi tabella 2 e 3).

Tabella 2: modalità di inclusione/esclusione. Esiti di ricerca su pubmed utilizzando la seguente "stringa": ((carpal tunnel syndrome) AND (occupational)) AND (treatment).

N° art	TITOLO	AUTORE	TIPO	IN / OUT	MOTIVAZ
1	Efficacy of a fabricated customized splint and tendon and nerve gliding exercises for the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial.	<i>Brininger TL, Rogers JC, Holm MB, Baker NA, Li ZM, Goitz RJ.</i>	RCT		Incluso: Efficacia dell'utilizzo dello splint associato o meno con gliding del nervo
2	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults. A Cochrane systematic review.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Dahaghin S, Burdorf A, De Vet HC, Koes BW.</i>	Review		Escluso: non tratta CTS. Revisione sui CANS.
3	Carpal tunnel syndrome.	<i>Cranford CS, Ho JY, Kalainov DM, Hartigan BJ.</i>	Review		Escluso: non specifico per trattamento CTS.
4	Occupational disorders: non-specific forearm pain.	<i>MacIver H, Smyth G, Bird HA.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS
5	Industrial medicine and acute musculoskeletal rehabilitation. 6. Upper- and lower-limb injections for acute musculoskeletal injuries and injured workers.	<i>Foye PM, Sullivan WJ, Panagos A, Zuhosky JP, Sable AW, Irwin RW.</i>	Review		Escluso: riguardante trattamento non-conservativo CTS.

6	Industrial medicine and acute musculoskeletal rehabilitation. 3. Work-related musculoskeletal conditions: the role for physical therapy, occupational therapy, bracing, and modalities.	<i>Foye PM, Sullivan WJ, Sable AW, Panagos A, Zuhosky JP, Irwin RW.</i>	Review		Incluso: revisione sul trattamento conservativo del CTS di origine occupazionale
7	Exercise proves effective in a systematic review of work-related complaints of the arm, neck, or shoulder.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Dahaghin S, Burdorf A, Koes BW.</i>	Review		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.
8	Focal peripheral neuropathies in instrumental musicians.	<i>Lederman RJ</i>	Review		Escluso: non specifico sul CTS.
9	The (cost-)effectiveness of a lifestyle physical activity intervention in addition to a work style intervention on the recovery from neck and upper limb symptoms in computer workers.	<i>Bernaards CM, Ariëns GA, Hildebrandt VH.</i>	RCT		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.
10	Conservative treatment of work-related upper limb disorders: a review.	<i>Crawford JO, Laiou E.</i>	Review		Escluso: no accesso a full text.
11	The effects of periodontal instrument handle design on hand muscle load and pinch force.	<i>Dong H, Barr A, Loomer P, Laroche C, Young E, Rempel D.</i>	RT		Escluso: non specifico sul CTS. Bassa qualità metodologica.
12	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Burdorf L, Feleus A, Dahaghin S, de Vet HC, Koes BW.</i>	Review		Incluso: revisione sul trattamento conservativo CTS ed interventi ergonomici.
13	Outcomes of endoscopic surgery compared with open surgery for carpal tunnel syndrome among employed patients: randomised controlled trial.	<i>Atroshi I, Larsson GU, Ornstein E, Hofer M, Johnsson R, Ranstam J.</i>	RCT		Escluso: riguardante trattamento non-conservativo CTS.
14	Rheumatic diseases that can be confused with work-related upper extremity disorders.	<i>June L.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
15	Work-related carpal tunnel syndrome: the facts and the myths.	<i>Derebery J.</i>	Review		Escluso: no accesso a full text
16	Compression neuropathies of the upper extremity.	<i>Corwin HM</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS
17	[Carpal tunnel syndrome treatment]	<i>De Angelis R, Salaffi F, Filippucci E, Grassi W.</i>	Review		Incluso: revisione sul trattamento CTS.
18	Comparison of muscle activity associated with structural differences in dental hygiene mirrors.	<i>Simmer-Beck M, Bray KK, Branson B, Glaros A, Weeks</i>	RCT		Escluso: di non interesse.
19	Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome.	<i>Werner RA, Franzblau A, Gell N.</i>	RCT		Incluso: studio su efficacia splint in CTS.
20	Occupational health injuries: a brief review of three disorders.	<i>Miller K.</i>	Review		Incluso: revisione CTS.
21	Some implications of genetic biomarkers in occupational epidemiology and practice.	<i>Schulte PA.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
22	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating upper extremity work related disorders in adults.	<i>Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Karels C, Dahaghin S, Burdorf L, de Vet HC, Koes BW.</i>	Review		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.

23	Carpal tunnel syndrome as an occupational disease.	<i>Kao SY.</i>	Review		Escluso: no trattamento.
24	Prevention research and rheumatic disease.	<i>Rao JK, Hootman JM.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
25	Common problems of the hand and wrist.	<i>Campbell D.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS
26	Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians.	<i>Lederman RJ.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
27	Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome.	<i>O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N.</i>	Review		Incluso: revisione trattamento conservativo
28	Industrial medicine and acute musculoskeletal rehabilitation. 3. Cumulative trauma disorders of the upper limb in computer users.	<i>Foye PM, Cianca JC, Prather H.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
29	Impact of case manager training on worksite accommodations in workers' compensation claimants with upper extremity disorders.	<i>Lincoln AE, Feuerstein M, Shaw WS, Miller VI.</i>	RCT		Escluso: non specifico per CTS.
30	Chronic occupational repetitive strain injury.	<i>O'Neil BA, Forsythe ME, Stanish WD.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
31	Work-related upper extremity musculoskeletal disorders.	<i>Mani L, Gerr F.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
32	Neuroimmunophilin ligands: evaluation of their therapeutic potential for the treatment of neurological disorders.	<i>Gold BG.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
33	A review of current literature on physiological tests and soft tissue biomarkers applicable to work-related upper limb disorders.	<i>Saxton JM</i>	Review		Escluso: di non interesse.
34	Interventions for the primary prevention of work-related carpal tunnel syndrome.	<i>Lincoln AE, Vernick JS, Ogaitis S, Smith GS, Mitchell CS, Agnew J.</i>	Review		Incluso: revisione trattamento preventivo.
35	Pathophysiology and classification of the vibration white finger.	<i>Noël B.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
36	Sports and other soft tissue injuries, tendinitis, bursitis, and occupation-related syndromes.	<i>Huang HH, Qureshi AA, Biundo JJ Jr.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
37	A systematic review of the clinical diagnostic tests for carpal tunnel syndrome.	<i>Massy-Westropp N, Grimmer K, Bain G.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
38	Evaluation and management of chronic work-related musculoskeletal disorders of the distal upper extremity.	<i>Piligian G, Herbert R, Hearn M, Dropkin J, Landsbergis P, Cherniack M.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
39	Clinical evaluation and management of work-related carpal tunnel syndrome.	<i>Herbert R, Gerr F, Dropkin J.</i>	Review		Incluso: revisione trattamento CTS e management del disturbo.
40	The carpal tunnel syndrome.	<i>Sternbach G.</i>	Review		Escluso: no trattamento.
41	Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders.	<i>Tittiranonda P, Rempel D, Armstrong T, Burastero S.</i>	RCT		Escluso: di non interesse.
42	Clinical management of carpal tunnel syndrome: a 12-year review of outcomes.	<i>Feuerstein M, Burrell LM, Miller VI, Lincoln A, Huang GD, Berger R.</i>	Review		Escluso: no accesso a full text

Tabella 3: modalità di inclusione/esclusione. Esiti di ricerca su pubmed utilizzando la seguente “stringa”: ((carpal tunnel syndrome) AND (work-related)) AND (treatment).

N° art	TITOLO	AUTORE	TIPO	IN / OUT	MOTIVAZ
1	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults. A Cochrane systematic review.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Dahaghin S, Burdorf A, De Vet HC, Koes BW.</i>	Review		Escluso: non tratta CTS. Revisione sui CANS.
2	Repetitive strain injury.	<i>van Tulder M, Malmivaara A, Koes B.</i>	Review		Incluso: revisione trattamento CTS.
3	Occupational disorders: non-specific forearm pain.	<i>MacIver H, Smyth G, Bird HA.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
4	Industrial medicine and acute musculoskeletal rehabilitation. 3. Work-related musculoskeletal conditions: the role for physical therapy, occupational therapy, bracing, and modalities.	<i>Foye PM, Sullivan WJ, Sable AW, Panagos A, Zuhosky JP, Irwin RW.</i>	Review		Incluso. IN COMUNE CON ALTRA RICERCA
5	Exercise proves effective in a systematic review of work-related complaints of the arm, neck, or shoulder.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Dahaghin S, Burdorf A, Koes BW.</i>	Review		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.
6	The (cost-)effectiveness of a lifestyle physical activity intervention in addition to a work style intervention on the recovery from neck and upper limb symptoms in computer workers.	<i>Bernaards CM, Ariëns GA, Hildebrandt VH.</i>	RCT		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.
7	Conservative treatment of work-related upper limb disorders: a review.	<i>Crawford JO, Laiou E.</i>	Review		Escluso: no accesso a full text.
8	The effects of periodontal instrument handle design on hand muscle load and pinch force.	<i>Dong H, Barr A, Loomer P, Laroche C, Young E, Rempel D.</i>	RCT		Escluso: non specifico sul CTS. Bassa qualità metodologica.
9	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults.	<i>Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Burdorf L, Feleus A, Dahaghin S, de Vet HC, Koes BW.</i>	Review		Incluso: IN COMUNE CON ALTRA RICERCA
10	Rheumatic diseases that can be confused with work-related upper extremity disorders.	<i>June L.</i>	Review		Escluso: di non interesse.
11	Work-related carpal tunnel syndrome: the facts and the myths.	<i>Derebery J.</i>	Review		Escluso: no accesso a full text
12	Compression neuropathies of the upper extremity.	<i>Corwin HM</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
13	Occupational health injuries: a brief review of three disorders.	<i>Miller K.</i>	Review		Incluso: IN COMUNE CON ALTRA RICERCA

14	Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating upper extremity work related disorders in adults.	<i>Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Feleus A, Karels C, Dahaghin S, Burdorf L, de Vet HC, Koes</i>	Review		Escluso: non tratta del CTS. Revisione letteratura su CANS.
15	Carpal tunnel syndrome as an occupational disease.	<i>Kao SY.</i>	Review		Escluso: no trattamento.
16	Impact of case manager training on worksite accommodations in workers' compensation claimants with upper extremity disorders.	<i>Lincoln AE, Feuerstein M, Shaw WS, Miller VI.</i>	RCT		Escluso: non specifico per CTS.
17	Work-related upper extremity musculoskeletal disorders.	<i>Mani L, Gerr F.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
18	A review of current literature on physiological tests and soft tissue biomarkers applicable to work-related upper limb disorders.	<i>Saxton JM</i>	Review		Escluso: di non interesse.
19	Interventions for the primary prevention of work-related carpal tunnel syndrome.	<i>Lincoln AE, Vernick JS, Ogaitis S, Smith GS, Mitchell CS, Agnew J.</i>	Review		Incluso: IN COMUNE CON ALTRA RICERCA.
20	Evaluation and management of chronic work-related musculoskeletal disorders of the distal upper extremity.	<i>Piligian G, Herbert R, Hearn M, Dropkin J, Landsbergis P, Cherniack M.</i>	Review		Escluso: non specifico per CTS.
21	Clinical evaluation and management of work-related carpal tunnel syndrome.	<i>Herbert R, Gerr F, Dropkin J.</i>	Review		Incluso: IN COMUNE CON ALTRA RICERCA.

8. Risultati della ricerca:

Trattamenti preventivi ed ergonomici:

Riguardanti le misure preventive da mettere in atto sul posto di lavoro a protezione della sindrome del tunnel carpale ritroviamo l'articolo di Lincoln e colleghi pubblicato nel 2000.

Nella revisione sono stati inclusi 24 studi di vario genere riguardanti modificazioni ergonomiche effettuate sulla strumentazione lavorativa (tastiere, mouse, sistemi di supporto ergonomici per il polso); interventi di formazione ergonomica; uso di ortesi preventive.

Sebbene molti degli studi inclusi portassero ad un risultato incoraggiante, attestando un'azione preventiva degli interventi svolti, la scarsa qualità metodologica rendono i risultati inconcludenti.

Fattori potenzialmente confondenti non sono stati, secondo gli autori della revisione, presi in giusta considerazione rendendo gli studi di dubbia qualità metodologica.

La conferma della limitata efficacia di misure ergonomiche sul posto di lavoro arriva da O'Connor e colleghi, i quali nella revisione pubblicata nel 2003, esaminando le ricerche sull'utilizzo di tastiere ergonomiche, riportano dati contrastanti che attestano una limitata evidenza scientifica.

Solo Verhagen e colleghi, nella loro revisione del 2006, sembra rintracciare un articolo qualitativamente valido con risultati in opposizione ai prima citati. Differenze significative tra due gruppi di lavoratori, uno associato a un programma terapeutico preventivo-ergonomico, l'altro di nessun trattamento, sembrano avere una certa evidenza a riguardo.

Dato l'importante impatto, che la sindrome del tunnel carpale ricopre, in termini di produttività e costi sociali, e una dubbia dimostrazione dell'efficacia degli interventi preventivi, appare ad oggi indispensabile e necessaria una più rigorosa valutazione.

Immobilizzazione ed utilizzo di splint al polso:

A sostegno dell'efficacia dell'utilizzo di tutori e splint nella sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale ritroviamo vari studi.

Brininger e colleghi hanno pubblicato di recente (2007) uno trial randomizzato e controllato (RCT) nel quale si dimostra un ampio margine di beneficio nel gruppo sperimentale di pazienti. L'utilizzo di splint, indipendentemente dall'esecuzione di esercizi di "gliding" del nervo mediano al polso, appare avere risultati statisticamente validi sia sulla sintomatologia dolorosa che sul gesto funzionale a breve termine dopo 4 settimane di trattamento.

I miglioramenti ottenuti dall'RCT di Brininger sono sostenuti anche dalla revisione effettuata da Foye e colleghi (2007) i quali hanno trovato ampie evidenze in letteratura nell'utilizzo di splint al polso.

Un alta percentuale di pazienti hanno beneficiato di programmi terapeutici che prevedevano l'utilizzo notturno di splint per 6 settimane. I miglioranti non sembrano inoltre dipendere dal grado di deterioramento del nervo mediano. Nello studio di Werner e colleghi (2005) i benefici, statisticamente provati, ottenuti dal periodo di trattamento con ortesi, sono evidenti anche a distanza di 12 mesi.

Anche nella revisione di De Angelis, l'impiego di immobilizzazioni in posizione neutra, piuttosto che in estensione, sembrano avere un buon margine d'efficacia. Dalla revisione della letteratura svolta dall'autore arrivano anche spunti interessanti sulle tempistiche di trattamento: l'utilizzo di ortesi al polso-mano sembra accrescere l'efficacia se applicate entro 3 mesi dall'insorgenza della sintomatologia del tunnel carpale. Inoltre la loro utilità è maggiore se non si limita alle sole ore notturne.

Tale pratica conservativa appare dunque efficace ed economica a discapito di terapie più invasive e non sempre valide.

Programma di esercizio:

Sono poche le evidenze a sostegno di programma di esercizio nella sindrome del tunnel carpale. Verhagen e colleghi (2006), nella loro revisione della letteratura, non riscontrano differenze sulla sintomatologia e sulla funzione in pazienti trattati con programma di esercizio (stretching e rinforzo). Anche metodiche particolari quali PNF e Feldenkreis sembrano avere benefici limitati e non duraturi (Feldenkreis ha dimostrato un modesto miglioramento sulla sintomatologia dolorosa).

Uno studio di elevata qualità metodologica afferma che l'esercizio è ugualmente efficace rispetto a una terapia comportamentale di semplice rilassamento (Viljanen, 2003).

Nella revisione di O'Connor e colleghi è valutato l'effetto a breve termine di un programma di esercizio "yoga" in pazienti con sindrome del tunnel carpale; sono stati rintracciati scarse evidenze a sostegno di tale pratica. Nessun effetto significativo su sintomi notturni e forza della presa sono stati rintracciati dopo 8 settimane di trattamento; tuttavia è stato dimostrato un significativo effetto sul dolore.

Esercizi di neurodinamica:

O'Connor include nella sua revisione sistematica due studi nei quali si associa, in uno esercizi di neurodinamica in associazione a splint, nell'altro esercizi di neurodinamica con mobilizzazione delle ossa del carpo.

Il primo studio (già citato nel paragrafo del trattamento con splint) giunge ad una limitata evidenza per esercizi di neurodinamica del nervo mediano i quali non sembrano apportare nessun miglioramento rispetto al trattamento svolto con utilizzo di splint.

L'altro studio redatto da Tal-Akabi nel 2000, e inserito nella revisione di O'Connor, giunge alla stessa conclusione suggerendo che non vi è alcun beneficio significativo della neurodinamica associato a mobilizzazione delle ossa del carpo.

Mobilizzazione/manipolazione delle ossa del carpo:

Solamente nella revisione eseguita da O'Connor (2003) e colleghi sono stati inclusi studi con programmi di trattamento che prevedessero l'uso di tecniche di mobilizzazione delle ossa del carpo.

In tale studio è stata valutata l'efficacia della mobilizzazione a breve termine rispetto a nessun trattamento fisioterapico o ergonomico. Nessun effetto significativo a favore di tale tecnica è stata dimostrata rispetto al dolore e/o all'incremento della mobilità e delle attività funzionali dopo 3 settimane di trattamento. Tuttavia è stata dimostrata un modesto miglioramento della sintomatologia (parestesie). Ciò suggerisce una limitata evidenza per l'utilizzo di tale tecnica al fine di ridurre i sintomi. Anche in questo caso ricerche di miglior

qualità metodologica potrebbero chiarire il reale ruolo delle tecniche di mobilizzazione nella sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale.

Terapia fisica e massaggio:

A sostegno della non efficacia della terapia fisica (magneto terapia e laser) nel trattamento della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale si trovano le revisioni di Van Tulder e colleghi (2007) e O'Connor e colleghi (2003).

Per quanto riguarda l'effetto della magneto terapia la letteratura dimostra una inefficacia in termini di riduzione della sintomatologia dolorosa rispetto ad un programma terapeutico della durata di 2 settimane (sedute giornaliere di 45 minuti).

Identiche conclusioni si possono estendere all'utilizzo del laser; studi condotti rispetto al placebo hanno dimostrato una non differenza dopo un periodo di trattamento di 3 settimane.

Risultati significativi sono stati invece ottenuti a favore del massaggio come preparazione alla terapia manuale; sfortunatamente però la qualità degli studi era tale da non potere giungere a dati realmente attendibili (Verhagen et al, 2006).

Possiamo quindi affermar che anche in tale campo sono indispensabili nuove ricerche per chiarire le reali relazioni di causa-effetto tra quadro patologico e trattamento conservativo.

9. Conclusioni:

Dopo aver revisionato la letteratura scientifica riguardante il trattamento conservativo della sindrome del tunnel carpale di origine occupazionale possiamo sintetizzare i molti studi analizzati affermando la quasi univoca mancanza di evidenze a riguardo.

Sia gli interventi preventivo-ergonomici, sia quelli terapeutici conservativi non hanno in genere creato risultati concordi in termini di miglioramento dello stato sintomatologico e funzionale nei lavoratori selezionati. Unica evidenza a sostegno della terapia conservativa sembra averla il trattamento con “splint”; studi di buona qualità metodologica ne hanno in più occasioni confermato l’efficacia sia a breve che a lungo termine.

Data la scarsità qualitativa della letteratura a riguardo riteniamo quindi ancora dubbio il ruolo della terapia conservativa nel trattamento del tunnel carpale.

Gli scarsi benefici della terapia chirurgica associati a discutibili rapporti costo-efficacia devono comunque spingere i ricercatori a nuovi studi metodologicamente migliori che facciano chiarezza nel complicato campo delle patologie legate all’occupazione.

Pur riconoscendo i molti limiti che questo studio evidentemente ha, tale revisione della letteratura è indicativa di una condizione di incertezza generalizzata che avvolge il mondo della terapia conservativa.

10. Bibliografia

a. Bibliografia capitoli introduttivi:

Atcheson SG, Ward JR, Lowe W. Concurrent medical disease in work-related carpal tunnel syndrome. Arch Intern Med 1998; 158: 1506-12.

Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosen I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. JAMA 1999; 282: 153-8.

Baldwin ML, Butler RJ. Upper extremity disorders in the workplace: costs and outcomes beyond the first return to work. J occup Rehabil 2006;16:303-23.

Barbe M.F. e Barr A.E. Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. Brain Behav Immun. 2006 Sep; 20(5):432-9.

Barr A.E, Barbe M.F, Clark B.D. Work-related musculoskeletal disorders of the hand and wrist: epidemiology, pathophysiology, and sensorimotor changes. J. Orthop. Sport Phys. Ther. 2004;34 (10),610-627.

Bernard BP, editor. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiological evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back. NIOSH Publication 97-141. Washington, DC: National Institute for Occupational Safety and Health, 1997.

Bureau of Labor Statistics. US Department of Labor. Table R75. Incidence rates for nonfatal occupational injuries and illnesses involving days away from work per 10,000 full-time workers by event or exposure leading to injury or illness and industry division, 2001.

Bureau of Labor Statistics. US Department of Labor. Table R45. Number of nonfatal occupational injuries and illnesses involving days away from work by nature of injury or illness and age of worker, 2001.

Chatterjee DS, Barwick DD, Petrie A. Exploratory electromyography in the study of vibration-induced white finger in rock drillers. *Br J Ind Med* 1982; 39: 89-97.

Clark B.D, Barr A.E, Safari F.F, Beitman L, Al-Shatti T, Barbe M.F. Median nerve trauma in a rat model of work-related musculoskeletal disorder. *J. Neurotrauma*. 2003; 20, 681-695.

Faucett J, Werner RA. Non-biomechanical factors potentially affecting musculoskeletal disorders. Washington DC: National Academy Press; 1999. p.175-99.

Feuerstein M, Miller VL, Burrell LM, Berger R. Occupational upper extremity disorders in the federal workforce: prevalence, health care expenditures and patterns of work disability. *JOEM* 1998;40:546-55.

Freeland A.E., Rucci M.A, Barbieri R.A, Angel M.F, Nick T.G. Biomechanical evaluation of serum and flexor tenosynovium in carpal tunnel syndrome. *Microsurgery*. 2002; 22, 378-385.

Hirata H, Tsujii T, Yoshida T, Yoshida K.I, Morita A, Okuyama N, Nagakura T, Sugimoto T, Fujisawa K, Uchida A. MMP-2 expression is associated with rapid proliferative arthrosclerosis on the flexor tenosynovium and pain severity in carpal tunnel syndrome. *J. Pathol*. 2005; 205, 443-450.

INAIL, 2002. Rapporto 2002: la sindrome del lavoro ripetuto.

Kuiper JL, Verbeek JH, Everts V, Straub JP, Frings-Dresen M.H. Serum markers of collagen metabolism: construction workers compared to sedentary workers. *Occup. Environ. Med*. 2005; 62(6), 363-367.

Latko W, Armstrong T, Franzblau A, Ulin S, Werner R, Albers JW. A cross-sectional study of the relationship between repetitive work and the prevalence of upper limb musculoskeletal disorders. *Am J Ind Med* 1999;36:248-59.

Miller K. Occupational health injuries: a brief review of three disorders. Nurs Clin North Am. 2004;39(2):395-402.

Radecki P. The familial occurrence of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 1994;17:325-30.

Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. Am J Ind Med 1987; 11: 343-58

Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Work Environment. ACGIH Worldwide, 2002.

Van Tulder M, Malmivaara A, Koes B. Repetitive strain injury. Lancet. 2007;369(9575):1815-22.

Viiraki-Juntura Eira. Risk factors for upper limb disorders. Clinical orthopaedics and related research. 1998; 351:39-33.

Werner RA. Evaluation of work-related carpal tunnel syndrome. Journal of Occupational Rehabilitation. 2006

Werner RA, Albers JW, Franzblau A, Armstrong TJ. The relationship between body mass index and the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 1994;17:632-6.

WHO (World Health Organization), 1985. Identification and control of work related diseases. Technical Report Series n. 714, Geneva.

b. Bibliografia studi inclusi nella revisione:

Brininger TL, Rogers JC, Holm MB, Baker NA, Li ZM, Goitz RJ. Efficacy of a fabricated customized splint and tendon and nerve gliding exercises for the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil. 2007 Nov;88(11):1429-35.

De Angelis R, Salaffi F, Filippucci E, Grassi W. [Carpal tunnel syndrome treatment]Reumatismo. 2006 Jan-Mar;58(1):5-10.

Foye PM, Sullivan WJ, Sable AW, Panagos A, Zuhosky JP, Irwin RW. Industrial medicine and acute musculoskeletal rehabilitation. 3. Work-related musculoskeletal conditions: the role for physical therapy, occupational therapy, bracing, and modalities. Arch Phys Med Rehabil. 2007 Mar;88(3 Suppl 1):S14-7.

Herbert R, Gerr F, Dropkin J. Clinical evaluation and management of work-related carpal tunnel syndrome. Am J Ind Med. 2000 Jan;37(1):62-74.

Lincoln AE, Vernick JS, Ogaitis S, Smith GS, Mitchell CS, Agnew J. Interventions for the primary prevention of work-related carpal tunnel syndrome. Am J Prev Med. 2000 May;18(4 Suppl):37-50.

Miller K. Occupational health injuries: a brief review of three disorders. Nurs Clin North Am. 2004 Jun;39(2):395-402.

O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2003;(1):CD003219.

van Tulder M, Malmivaara A, Koes B. Repetitive strain injury. Lancet. 2007 May 26; 369(9575): 1815-22.

Verhagen AP, Karels C, Bierma-Zeinstra SM, Burdorf L, Feleus A, Dahaghin S, de Vet HC, Koes BW. Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006 Jul 19;3:CD003471.

Werner RA, Franzblau A, Gell N. Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Jan;86(1):1-7. Erratum in: *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Apr;88(4):544.