



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2016/2017

Campus Universitario di Savona

Lateral Judgment Accuracy in pazienti affetti da dolore muscoloscheletrico: revisione della letteratura

Candidato:

dott. Nicola Vinci

Relatore:

dott. Antonello Viceconti

Indice

Abstract	3
Introduzione	5
-La Rappresentazione corporea: Lo schema corporeo.....	5
- L'utilizzo del LRJ nell'alterazioni della rappresentazione corporea.....	12
Obiettivo dello studio	14
Materiali e metodi	14
-Strategia di ricerca dei dati.....	14
-Selezione degli studi	15
-Criteri di inclusione.....	15
-Criteri di esclusione.....	16
-Estrazione dei dati	17
Risultati della ricerca	17
-Studi Inclusi	31
Discussioni	36
-Alterazioni della Rappresentazione corporea nelle patologie degli arti.....	37
-Alterazioni del Body Schema nei soggetti con Artrosi.....	40
-La compromissione del LRJ nel LBP.....	42
-Le Alterazioni della Rappresentazione Corporea nei Disordini Muscoloscheletrici della zona cervicale.....	45
Conclusioni	49
- Utilità clinica del LRJ e implicazioni per studi futuri	49
- Limiti	50
Bibliografia	51

ABSTRACT

Background

La discriminazione dell'orientamento di oggetti o di parti del corpo tra di esse (esempio destra e sinistra) o nello spazio, è considerata implicitamente una forma di motor imagery dipendente dalla capacità individuale di rappresentazione del proprio corpo (chiamato anche body schema) che fa capo alle aree corticali sensorimotorie. Alterazioni di questa funzione sono state dimostrate in alcune condizioni cliniche quali la sindrome complessa regionale dolorosa (CRPS), il neglect negli emiplegici o la sindrome dell'arto fantasma. Il Left/right Judgment misura la capacità di riconoscere il lato destro rispetto a quello sinistro nella presentazione di immagini corporee nello spazio peri ed extrapersonale e richiede un funzionamento ottimale del body schema. Recentemente sono stati condotti diversi studi relativi all'alterazione del body schema in soggetti con dolore muscoloscheletrico. Il dolore è stato collegato a cambiamenti funzionali nella corteccia cerebrale, identificati come cambiamenti neuroplastici maladattativi, associati ad alterazioni della rappresentazione mentale del corpo.

Nella gestione della sintomatologia di questi disordini spesso si tende a focalizzarsi sugli aspetti relativi al danno periferico senza considerare che il dolore emerge dal flusso e dall'integrazione dell'attività neurale in varie aree del cervello e che quando persiste le interazioni tra di esse si modificano.

Obiettivi

La proposta di questa revisione sistematica è di esplorare la letteratura riguardante la presenza di alterazioni della rappresentazione corporea in soggetti con dolore muscoloscheletrico tramite la valutazione del Left/right Judgment (capacità implicita della motor imagery). Individuare quindi, alterazioni delle capacità di performance dell'immagine motoria attraverso modificazioni nell'accuratezza e nei tempi di risposta del LRJ alla presentazione di immagini del corpo.

Materiali e Metodi

La ricerca in letteratura è stata condotta su database MEDLINE (Interfaccia PubMed). Sono stati inclusi nella revisione studi riguardanti l'utilizzo del Left/Right Judgment come misura di valutazione dell'alterazione della rappresentazione corporea (body schema) nei disordini

muscoloscheletrici (DMS). Sono stati esclusi gli studi in cui il test veniva utilizzato nella valutazione e nella gestione del dolore neuropatico grave (CRPS, arto fantasma). I tempi di reazione (RT) e l'accuratezza(ACC) di risposta al test sono stati selezionati come misure di outcome primarie. Inoltre sono state ricercate possibili associazioni tra peggiori prestazioni al LRJ e compromissioni della sfera funzionale (dolore, disabilità) e psicosociale (kinesiofobia, catastrofizzazione, distress affettivo).

Risultati

La ricerca condotta in letteratura ha prodotto un risultato di 435 articoli, di cui 424 scartati perché non rispettavano i criteri d'inclusione. Sono stati inclusi nella revisione 14 articoli di cui 7 riguardanti dolori muscoloscheletrici agli arti superiori ed inferiori, 3 la zona lombare e 4 la zona cervicale. I risultati emersi mostrano compromissioni al Left/Right Judgment nei DMS cronici dimostrando alterazioni del body schema anche in queste patologie. Tuttavia i parametri del test (RT, ACC) nei soggetti con DMS sembrerebbero non essere uniformi ne tra patologie diverse ne all'interno della stessa patologia. Inoltre in soggetti con dolore da colpo di frusta(WAD) le prestazioni al LRJ non sembrano essere peggiori rispetto ai soggetti sani.

Conclusione

La presenza del dolore cronico di carattere muscoloscheletrico sembra determinare compromissioni dell'integrità del body schema. Pertanto l'utilizzo del Left/Right Judgment dovrebbe essere considerato all'interno della valutazione del dolore muscoloscheletrico. Sembrerebbero necessari però ulteriori studi ai fini di uniformare i contenuti e le modalità di applicazione del test per poterlo utilizzare come strumento di valutazione. Futuri studi clinici potrebbero andare a valutare l'effetto dell'utilizzo ripetuto del test sulla riorganizzazione del body schema in soggetti con DMS cronico.

Key words : Musculoskeletal Disorders, Left/Right Judgment , Body schema , Chronic Pain

INTRODUZIONE

Rappresentazione corporea: Lo schema corporeo

Il tema della rappresentazione corporea è stata studiato da diverse discipline, come ad esempio la neurofisiologia, la neuropsicologia, la neurologia, la filosofia (Longo et al; 2010, Carruthers et al; 2010, Bultitude et al; 2010). Per questo motivo la terminologia utilizzata in letteratura e i diversi significati assegnati ai termini “rappresentazione corporea”, “percezione corporea”, “rappresentazione mentale” può risultare ambigua e talvolta contraddittoria (de Vignemont et al; 2010, Gallagher et al; 1986). Pertanto per la trattazione dell'argomento di ricerca di questo elaborato è necessario quindi introdurre il concetto di rappresentazione corporea in senso lato, e descriverne la sua funzione e la sua localizzazione a livello cerebrale.

La rappresentazione mentale del proprio corpo guida alcune funzioni cognitive fondamentali per l'uomo: la percezione e il senso di appartenenza del corpo e la percezione degli oggetti del mondo esterno. Queste funzioni ci guidano nella conoscenza e nelle relazioni esterne e sono fondamentali nella programmazione di azioni volontarie (Berlucchi e Agliotti; 1997)

Bisogna considerare inoltre che all'interno del cervello esistono diverse rappresentazioni corporee; una di queste è quella situata nella corteccia somatosensoriale primaria (S1) relativa a informazioni di tipo tattile. Essa è localizzata nel lobo parietale e comprende quattro regioni ben distinte, le aree 1, 2, 3a e 3b di Broadman (Penfield e Rasmussen; 1950). All'interno di queste aree i vari distretti corporei sono riprodotti in modo corrispondente alla densità recettoriale. Ecco perché alcune regioni corporee, come nel caso delle mani, sono maggiormente rappresentate a livello corticale, in quanto maggiormente innervate da recettori tattili (Penfield e Rasmussen; 1950).

Attraverso l'integrazione delle informazioni somatosensitive, il cervello guida la percezione

delle caratteristiche tridimensionali degli oggetti e ne pianifica la loro manipolazione (Holmes et al; 2004). Tuttavia, oltre a ricevere informazioni sensoriali dalla sua periferia, esso deve monitorare costantemente la posizione e il movimento delle parti del corpo in relazione agli oggetti vicini. Tutto questo è possibile perché esiste una rappresentazione corporea che è articolata in maniera tale da comprendere tre schemi integrati che permettono al corpo di compiere azioni nello spazio circostante. Essa è costituita da: uno schema superficiale, che rende possibile la localizzazione delle sensazioni tattili applicate alla superficie corporea, uno schema posturale utile a pianificare i cambiamenti della postura del corpo e uno schema finalizzato all'identificazione delle posizioni spaziali dei vari distretti corporei (Head e Holmes; 1912). L'integrazione di questi schemi prende il nome di "body schema". Tuttavia per comprendere meglio la sua definizione è utile fare prima una distinzione con il concetto di "body image".

Il primo infatti viene definito come la rappresentazione non cosciente delle posizioni e delle parti del corpo durante il movimento ed ha un ruolo centrale nell'organizzazione spaziale delle azioni. Il body image invece, è una rappresentazione interna del proprio corpo di tipo cosciente, che deriva dall'esperienza visiva, tattile e motoria del corpo (Gallagher et al; 1986).

Affinché il corpo possa svolgere delle azioni nello spazio però è necessario che anche lo spazio peripersonale sia rappresentato. Il cervello oltre a conoscere la posizione delle parti del proprio corpo, deve stimare anche la distanza tra queste parti e gli oggetti esterni. Questa funzione è possibile perché esiste una rappresentazione multisensoriale dello spazio peripersonale, basata su un sistema di riferimento centrata sul corpo definita "Body matrix"(Moseley et al; 2012). Diverse sono le informazioni che contribuiscono al mantenimento di questa rappresentazione, tra cui variabili di tipo spaziale sensoriale (tatto, vista), omeostatiche e quelle relative alla funzione di protezione del corpo (dolore e

attenzione) (Moseley et al; 2012, Bremner et al; 2008). Tra tutte le variabili elencate, il tatto gioca sicuramente un ruolo rilevante, poiché delimita i confini del nostro corpo e riproduce una basilare forma di rappresentazione corporea. In realtà tutte le variabili citate risultano però essenziali per questa rappresentazione e studi recenti dimostrano come le variazioni di ognuna di queste possa influire sulle altre (Moseley et al; 2012).

Quindi alterazioni sensoriali, omeostatiche e spaziali possono avere un effetto sulla percezione del dolore e viceversa. A differenza delle altre rappresentazioni corporee centrate sulle afferenze provenienti dalla periferia, la body matrix presenta un sistema di riferimento centrato sul corpo. Ciò significa che gli stimoli provenienti dal lato sinistro dello spazio, interni alla body matrix, saranno sempre mappati come appartenenti al lato sinistro indipendentemente dal fatto che provengano dalla mano sinistra o dalla destra. Disfunzioni della body matrix (responsabile della rappresentazione del lato dello spazio circostante il corpo) potrebbero per esempio essere causati da input alterati provenienti dal lato del corpo che più spesso occupa quella porzione di spazio. Questa ipotesi andrebbe a supportare i diversi studi esistenti sulla compromissione della rappresentazione corporea nei soggetti che soffrono di dolore cronico.

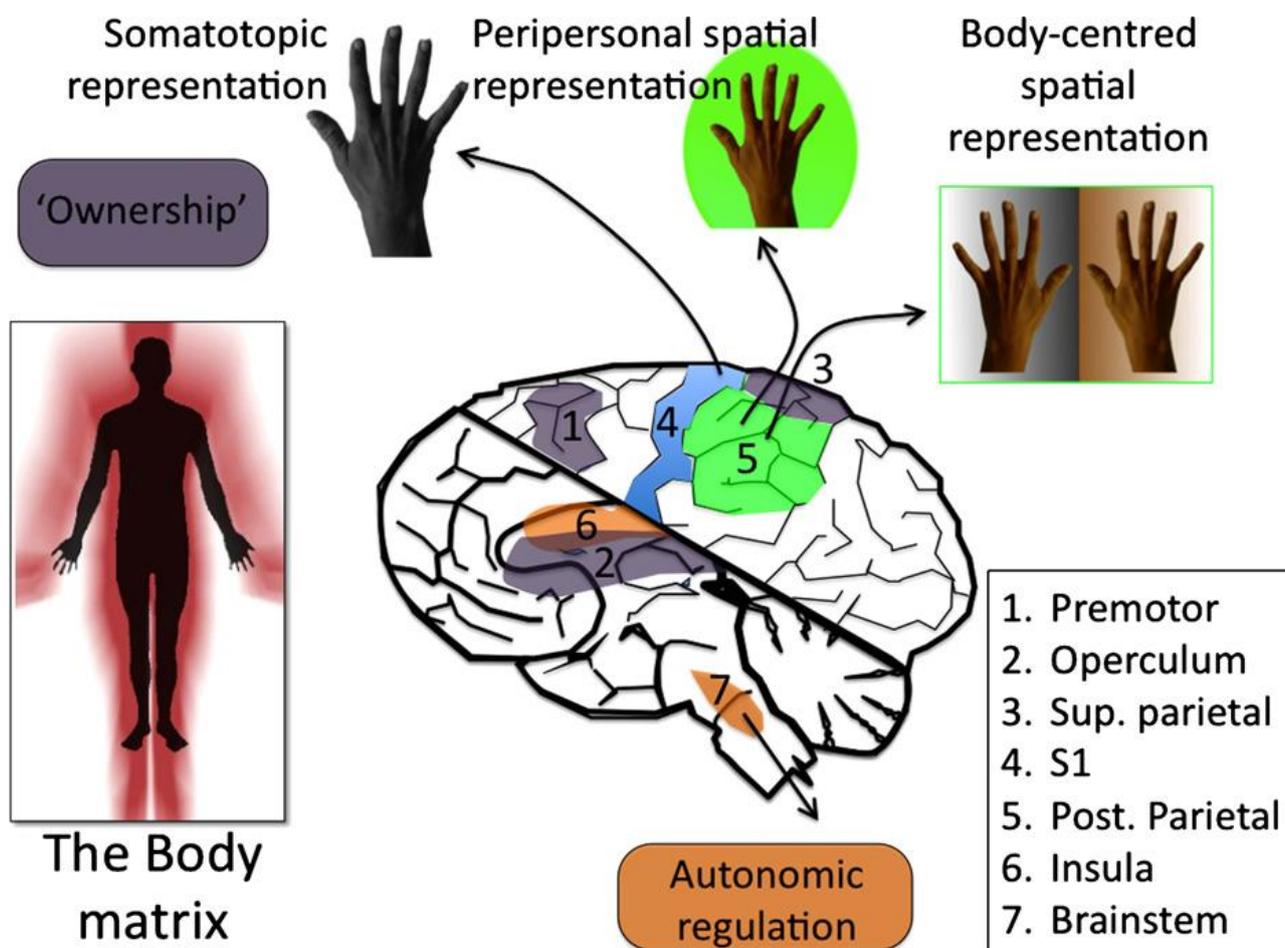


Figura 1 .(Moseley et al ,2011)

Quando lo stimolo nocicettivo perde la sua funzione protettiva e diventa cronico induce una risposta maladattiva determinando dei cambiamenti nell'organismo che si possono riscontrare sia a livello periferico che a livello centrale. Esiste infatti una neuromatrix che si riferisce ad un'ipotetica rete neuronale ampiamente distribuita nel SNC, che sarebbe geneticamente programmata ad elaborare determinati patterns d'attività nervosa che conducono alla fine alla percezione del dolore. Questa sorta di programmazione verrebbe attivata dagli input sensoriali e continuamente modificata dal ripetersi degli stessi nel corso della vita (Melzack et al; 1999).

L'input nocicettivo periferico mantenuto nel tempo può modificare la funzione e la struttura

dei neuroni che formano la neuromatrix del dolore portando a cambiamenti funzionali che comportano la riduzione o la perdita delle normali inibizioni neuronali e una conseguenziale attivazione corticale di reti neurali normalmente inibite (Moseley e Flor; 2012). Questa condizione determina poi un ampliamento ed estensione della neuromatrix del dolore (Kobayashi et al; 2009) e la combinazione di disinibizione e sensibilizzazione può sostenere e perpetuare una riorganizzazione corticale a lungo termine (Moseley e Flor; 2012). E' stato teorizzato che la sensibilizzazione centrale può comportare un cambiamento neuroplastico maladattativo in varie regioni corticali che formano la neuromatrix del dolore, divenendo la causa del perpetuarsi della sintomatologia dolorosa (Wand et al; 2011).

Diversi studi dimostrano che l'input sensoriale può influenzare la rappresentazione corporea e l'entità di tale influenza sembra dipendere da cambiamenti nell'attività della corteccia somatosensoriale(S1). In particolare è stata dimostrata una riorganizzazione di quest'area nelle condizioni in cui si viene a creare un conflitto tra diverse modalità sensoriali (Botvinik & Cohen; 1998; Moseley et al; 2008).

Il conflitto fra modalità propriocettiva, tattile e visiva risulta evidente nella Rubber Hand Illusion(RHI) (Botvinick &Cohen; 1998). Nelle RHI il tocco sincrono tra una mano vera nascosta e una finta in visione (posta in una posizione anatomicamente plausibile) genera la sensazione che la mano finta sia parte del proprio corpo, suggerendo una ricalibrazione propriocettiva della posizione della proprio mano indotta dall'illusione. In un altro studio è stato dimostrata la riorganizzazione dell'area S1 dovuta ad un'illusione tattile (Schaefer et al; 2006). Ai soggetti protagonisti di questo studio è stato chiesto di visualizzare l'immagine di una mano stimolata tramite una bacchetta sul primo dito, mentre contemporaneamente la loro mano veniva stimolata sul quinto dito. I soggetti riferivano la sensazione tattile sul primo dito e non sul quinto. Attraverso la visualizzazione dell'attività elettrica dell'area somatosensoriale(S1) nell' esperimento è stato possibile verificare che l'illusione tattile

determinava un'estensione della rappresentazione corticale del quinto dito (Schaefer et al; 2006).

Questi studi dimostrano che il modello di attivazione dell'area S1 si modifica quando è presente un conflitto sensoriale e dimostra come, in contrasto con la visione tradizionale, che la rappresentazione topografica in S1 rifletta l'integrazione degli stimoli percettivi e non solo la posizione fisica della stimolazione periferica. Condizioni prolungate in cui sono presenti conflitti tra le informazioni sensoriali possono determinare una riorganizzazione dell'area S1. Sono state evidenziate riorganizzazioni della corteccia somatosensoriale in soggetti con disturbo dell'arto fantasma, in soggetti con mal di schiena cronico (Flor et al;1997) e CRPS (Maihofner et al; 2003). Questa varietà di distorsioni percettive è stata studiata in maniera approfondita attribuendone le cause a meccanismi bottom-up, vale a dire ad alterazioni degli input somatosensoriali delle regioni in questione (Giummarra et al; 2010a, b, Lewis et al; 2007). Ad esempio, è stato dimostrato che pazienti con dolore periferico spesso presentano distorsioni nella percezione della dimensione e della posizione degli arti (Moseley et al; 2005). Uno studio di Moseley (2008) dimostra anche come soggetti con mal di schiena cronico presentino delle difficoltà nel delineare i confini della loro schiena e la loro body image risulta essere distorta nell'area in cui è percepito il dolore. Pazienti affetti da sindrome complessa regionale dolorosa-Complex Regional Pain Syndrome (CRPS) percepiscono l'arto doloroso aumentato di dimensioni rispetto a soggetti sani (Moseley et al; 2005), una condizione che viene chiamata macrosomatoagnosia. Tali risultati non erano associabili a deficit nella sensibilità periferica poiché la sensibilità tattile dei soggetti nello studio risultava normale alla misurazione tramite test con filamento di Von Frey. Anche soggetti amputati riferiscono dolore nell'area del corpo mancante, una condizione che prende il nome di "arto fantasma" (Grusser et al; 2001). In passato, le sensazioni provenienti dall'arto fantasma e il dolore che le accompagna venivano attribuite

ad impulsi ritrasmessi al midollo spinale dal tessuto nervoso presente nella cicatrice del moncone. Tuttavia, recenti studi sull'attivazione della corteccia somatosensitiva, condotti su pazienti amputati suggeriscono invece un'altra spiegazione alla genesi delle sensazioni dell'arto fantasma; una riorganizzazione delle vie afferenti dell'area che solitamente è occupata dalle afferenze provenienti dall'arto. Queste aree, in seguito alla perdita degli stimoli periferici, vengono insediate dalle afferenze relative a regioni corporee diverse che, in corteccia, occupano anatomicamente l'area cerebrale che circonda la zona relativa all'arto affetto. Questo fenomeno viene definito "rimappatura". (Ramachandran et al; 2001). Tali cambiamenti percettivi correlati alle condizioni di dolore cronico non possono essere quindi spiegate soltanto dalla presenza di deficit periferici. Appare come sia fondamentale il contributo fornito dall'organizzazione corticale delle afferenze periferiche, che a loro volta contribuiscono a determinare la percezione corporea del paziente. Negli studi citati relativi a disturbi caratterizzati da dolore periferico si evidenziava una riduzione della capacità di localizzare uno stimolo tattile,(Wand et al; 2011) una riduzione dell'acuità tattile (Flor et al; 1997) e una compromissione del Left/Right Judgment (Maihofner et al; 2003).I pazienti affetti da CRPS, ad esempio, mostravano tempi di reazione più lenti nel risolvere il compito di discriminazione tra lato destro e sinistro quando l'immagine presentata corrispondeva all'arto affetto.(Moseley et al; 2012). Generalmente soggetti sani durante una rotazione mentale sovrappongono la propria immagine all'immagine raffigurata. In soggetti con dolore si pensa che questa sovrapposizione venga confrontata prima con il lato sano e solo successivamente con quello affetto. Il tempo tra la prima sovrapposizione con il lato sano e la successiva si traducono in un aumento dei tempi di risposta alla discriminazione della lateralità destra/sinistra (Hudson et al; 2006, Moseley et al; 2005).

L'utilizzo del LRJ nell'alterazioni della rappresentazione corporea

E' possibile indagare lo schema corporeo e le sue anomalie attraverso un compito di discriminazione di immagini del corpo che prende il nome di Left/right Judgment task (LRJT). Nello specifico, la discriminazione destra/sinistra o LRJ, valuta l'abilità di un soggetto nel riconoscere la spazialità (destra o sinistra) di immagini proposte raffiguranti parti del corpo, somministrate visivamente su un monitor. Nei compiti richiesti i soggetti vengono posti di fronte a schermi o disegni in cui queste immagini sono raffigurate in diverse posizioni (ventrale, dorsale) e diverso orientamento (0°,60°,90°,120°).

Durante l'esecuzione di questi compiti viene misurata l'accuratezza e i tempi di reazione(RT) che rispettivamente rappresentano la quantità delle risposte esatte fornite (misurata in percentuale) e la velocità con cui i soggetti rispondono alle immagini proposte (in millisecondi). L' accuratezza del LRJT, e quindi la capacità di rispondere correttamente rispetto alla posizione nello spazio e alla lateralità di queste immagini, si pensa dipenda dall'integrità della rappresentazione corporea nelle aree motorie e somatosensitive corticali e sottocorticali (Fiorio et al; 2006, Schwoebel et al; 2002). Alterazioni del LRJT sono state evidenziate in condizioni che influenzano direttamente le aree corticali e sottocorticali, come l'emiparesi congenita (Steenbergen et al 2007) e il morbo di parkinson (Helmich et al; 2007). Sono state dimostrate prestazioni peggiori rispetto ai soggetti sani anche in condizioni caratterizzate da dolore neuropatico grave e persistente come la CRPS (Schwoebel et al; 2001, Schwoebel et al; 2002, Moseley et al; 2004) e nella sindrome da arto fantasma (Bonda et al ,1995; Flor H. et al. 2008). In queste condizioni cliniche è stata verificata una considerevole riorganizzazione corticale in aree associate al giudizio di lateralità destra/sinistra (Bonda et al; 1995, Vingerhoets et al; 2002). L'utilizzo del LRJ viene considerato una forma implicita di immagine motoria con cui è possibile misurare l'integrità o la compromissione del body schema (Parsons et al; 2001). Per immagine motoria si

intende l'atto di compiere un'azione immaginaria senza realizzarla. E' stato dimostrato che l'immagine motoria e l'azione compiuta realmente attivino gli stessi circuiti a livello cerebrale (Grafton et al; 1996, Grezes e Decety; 2001). In particolare gli studi di Parsons(1987b,1994) mostrano che la lateralità di un'immagine viene indagata compiendo delle rotazioni mentali dell'arto corrispondente all'immagine proposta. Immagini che raffigurano movimenti meno frequenti o richiedono traiettorie più lunghe da raggiungere necessitano di più tempo per essere riconosciute rispetto a quelle che richiedono movimenti più naturali e traiettorie più brevi. Abbiamo visto precedentemente nei soggetti con dolore cronico che le informazioni provenienti dal lato sano sono processate con priorità rispetto a quelle provenienti dal lato affetto (Moseley et al; 2012). In linea con quanto dimostrato in questi studi, ritardi nel reaction time (RT) potrebbero riflettere un errore commesso durante la rotazione mentale di immagini della parte del corpo dolorosa dovuta ad una primaria sovrapposizione del lato sano (Hudson et al; 2006). Il dolore e il disuso della zona affetta sono stati individuati come responsabili nella compromissione del LRJ e nel determinare cambiamenti corticali nell'aspetto percettivo del senso del corpo (Moseley et al; 2005). I soggetti studiati presentano una ridotta propriocettività, e una ridotta acuità tattile che non è spiegabile soltanto dalla gravità del dolore, e che persiste oltre la risoluzione dei sintomi (Moseley et al; 2004). Il mantenimento della sintomatologia nei soggetti con dolore cronico non può quindi essere spiegato soltanto attraverso la compromissione delle strutture periferiche in quanto è stato dimostrato che la percezione del dolore persiste anche oltre la risoluzione dei danni periferici , spostando quindi l'attenzione su meccanismi centrali quali driver principali della sintomatologia dolorosa. Tuttavia questo effetto ha ricevuto relativamente poca attenzione fino ad oggi ed è necessaria una comprensione più approfondita dell'entità e delle caratteristiche di questo fenomeno prima di compiere ulteriori passi in questo settore.

Obiettivo dello Studio

L'obiettivo di questa revisione è di esplorare la letteratura riguardante le modifiche della capacità di discriminazione destra/sinistra in soggetti con dolore muscoloscheletrico cronico. Lo scopo della revisione della letteratura è quello di fare chiarezza in merito all'esistenza di alterazioni nei tempi di reazione e negli errori commessi al test di LRJ in soggetti che soffrono di dolore muscoloscheletrico.

MATERIALI E METODI

Strategia di ricerca

La ricerca è stata effettuata attraverso la banca dati MEDLINE (tramite interfaccia Pubmed). È stata effettuata un'ulteriore ricerca nella bibliografia degli articoli analizzati al fine di rilevare altri lavori potenzialmente eleggibili. La stringa di ricerca è stata composta abbinando termini che potessero includere la parola chiave "Left/Right Judgment", o altri sinonimi, avvalendosi dell'uso di operatori booleani.

La stringa utilizzata per la revisione sistematica è riportata in Appendice 1.

Selezione degli studi

La selezione degli studi è stata effettuata da un solo revisore. Sono stati esaminati i titoli e gli abstract degli studi individuati al fine di selezionare gli articoli più pertinenti con lo scopo

della ricerca. In seguito, sono stati esaminati i full text degli articoli i cui abstract risultavano aderenti ai criteri di inclusione ed esclusione e pertanto rilevanti a fini della revisione.

Criteri di inclusione

Disegno di studio

Sono stati inclusi studi osservazionali e RCT scritti in lingua inglese o italiana, oppure articoli in lingua diversa dall'inglese e dall'italiano con abstract in italiano.

Partecipanti

Sono stati inclusi solo studi su soggetti adulti (maschi e femmine) con età >16 anni che erano affetti da dolore di tipo muscoloscheletrico cronico (es. Low back pain, Neck Pain, Shoulder pain, carpal tunnel Syndrome ecc).

Esposizione

Sono stati inclusi solo studi in cui veniva utilizzato il LRJ come misura della capacità di effettuare rotazioni mentali nel riconoscimento di immagini di parti del corpo o di oggetti messi nello spazio. Questo compito di discriminazione di immagini di parti del corpo è citato in letteratura anche come left-right discrimination, lateraly judgment, left/right task o laterality Recognition test. Pertanto verranno selezionati gli studi che descrivono il test di LRJ anche con questi sinonimi

Outcome

Sono stati selezionati parametri di accuratezza e tempo nella risposta al LRJT, l'intensità del dolore soggettivo e la durata del disturbo come misure di outcome primari. Gli outcome secondari presi in considerazione riguardano la sfera funzionale (dolore e disabilità) e psicosociale (kinesiofobia, catastrofizzazione, distress affettivo).

Criteria di esclusione

Lingua

Sono stati esclusi tutti gli articoli di lingua diversa da Inglese o Italiano

Partecipanti

Sono stati esclusi studi sulla misurazione del LRJ che riguardavano soggetti sani o di età inferiore ai 16 anni. Sono stati inoltre esclusi studi in cui il LRJ è stato utilizzato in soggetti con malattia o danno specifico del sistema nervoso centrale (es. Parkinson sclerosi multipla, Alzheimer, ictus), pazienti affetti da dolore neuropatico (CRPS, sindrome da dolore dell'arto fantasma).

Estrazione dei dati

L'estrazione dei dati dagli articoli selezionati è stata effettuata da un solo revisore, prendendo in considerazione le caratteristiche principali dello studio (autore, anno di pubblicazione, disegno di studio), del campione esaminato (tipo di popolazione, età media,

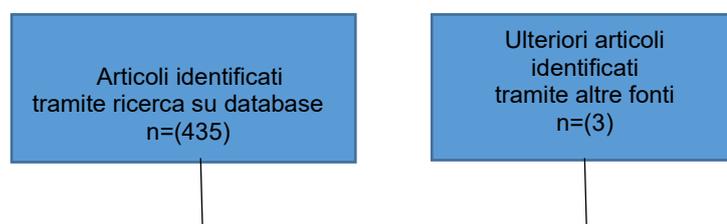
sesso, numerosità), il tipo di task cognitivo richiesto (es. quali parti del parti del corpo venivano presentate, in che numero e con che angolo di rotazione), i risultati nel task richiesto (accuratezza e tempi di risposta al LRJ) la durata del disturbo e l'intensità del dolore misurato, gli outcome secondari, ed i risultati. L'utilizzo di una tabella sinottica ha permesso di sintetizzare i dati relativi agli studi inclusi.

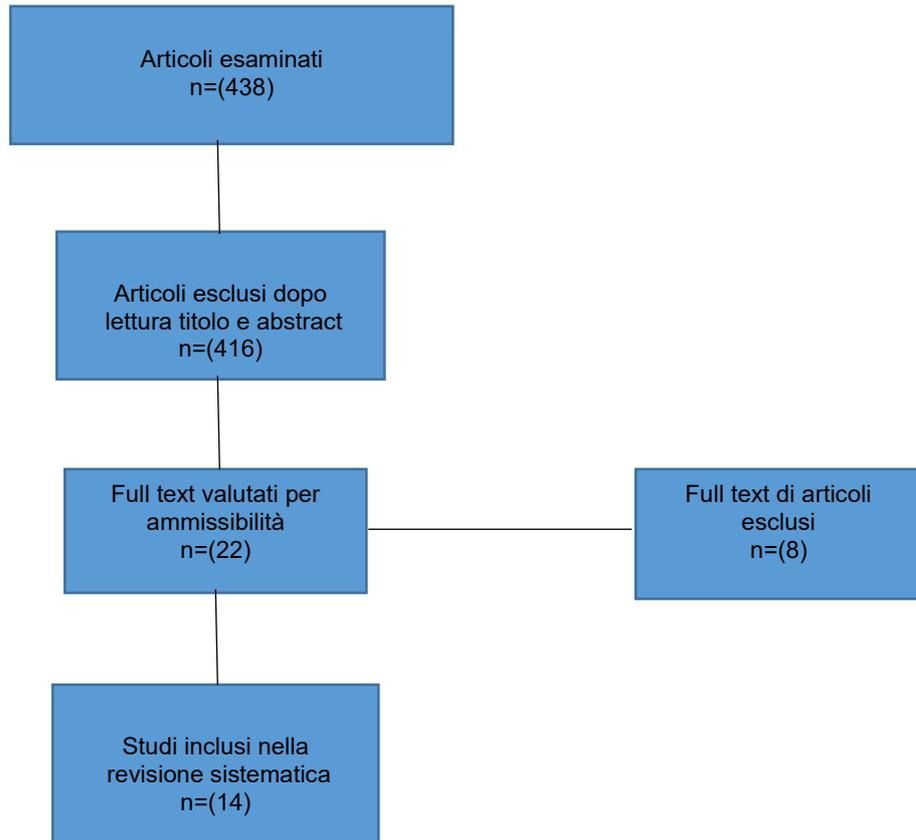
RISULTATI DELLA RICERCA

La ricerca elettronica ha prodotto un totale di 435 articoli potenzialmente eleggibili, ulteriori 3 articoli sono stati identificati attraverso il controllo delle citazioni degli articoli inclusi. Sono stati esclusi 415 record attraverso la lettura dei titoli e degli abstract. Sono stati analizzati infine 23 full-text e 9 articoli sono stati esclusi perché non rispettavano i criteri di inclusione. Al termine della ricerca i restanti 14 studi sono stati inclusi nell'analisi qualitativa.

Il diagramma di flusso illustra l'intero processo di selezione degli studi (Figura 1).

Figura (1)





Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

ARTICOLI	DISEGNO DI STUDIO	POPOLAZIONE	MISURE DI OUTCOME	TEST ESEGUITI	RISULTATI E CONCLUSIONI
Baarbé JK1 et al. , 2016	Studio Longitudinale caso- controllo	26 volontari destrorsi: 13 con dolore al collo ricorrente (SCNP) (M: F= 5/8); età media, 21.2 ± 1.9;) 12 controlli sani (M: F=9,3); 21,9 ± 2,1 anni) sono stati reclutati da una popolazione studentesca universitaria.	<p>Chronic Pain Grading</p> <p>baseline(1.46 ± 0.78) 4 settimana (1.42 ± 0.79)</p> <p>VAS</p> <p>0(2.79 ± 2.23 3.06 ± 2.39)</p> <p>Frequenza dolore al collo (numero giorni per mese)</p> <p>baseline (13.9 ± 8.1)</p> <p>4 settimana (12.55 ± 9.1)</p> <p>Durata del dolore al collo(anno)</p> <p>(2.3 ± 2.0)</p>	<p>Riconoscere un'immagine (lettera "R") posta casualmente in maniera normale o specchiata (0° , 45° , 90° ,135° , 180° , 225° , 270° , 315°) Ogni lettera è stata presentata 5 volte in ordine randomizzato ed è stato calcolato il tempo medio e l'accuratezza di risposta per ciascun partecipante alla baseline e dopo 4 settimane .Durante questo periodo i pazienti non hanno effettuato altri interventi</p>	<p>Entrambi i gruppi sono migliorati nel RT dopo un mese: sani (16.1%); SCNP +(8.6%). I risultati sono statisticamente significativi (P<.05) Non sono state evidenziate differenze nel RT e associazioni agli outcome misurati.</p> <p>Non sono state evidenziate differenze tra i due gruppi per l' accuratezza alla baseline. Il gruppo controllo ha avuto un miglioramento nell'accuratezza a 4 settimane (da93.5% ± 8.5% a 95.9% ± 3.5%), mentre il gruppo SCNP è peggiorato (da 94.7% ± 4.7% a 93.5% ± 7.3%).</p> <p>I risultati dello studio evidenziano tempi di risposta nelle rotazioni mentali più lente nei soggetti con dolore al collo ricorrente rispetto a soggetti sani alla prima misurazione e dopo un mese. Il RT al baseline era maggiore nei soggetti con SCNP rispetto ai sani (1220.9 ± 294.5 millisecondi vs. 994.4 ± 211.9 millisecondi .(P<05).</p>

<p>Bowering et al 2014</p>	<p>Studio caso controllo</p>	<p>Sono stati selezionati 1008 volontari (M: F=324 /684) età media \pm SD = 37 \pm 13). Di questi, 117 partecipanti hanno riferito avere un episodio corrente di mal di schiena, 462 hanno segnalato una storia di mal di schiena, e 429 non ha riportato nessuna storia di mal di schiena e nessun mal di schiena attuale</p>	<p>I partecipanti hanno compilato un questionario riguardante: dati demografici, livello di attività fisica, salute generale e mal di schiena attuale e precedente. Il nome del questionario e i punteggi non sono stati specificati.</p>	<p>LRJ di 40 immagini di schiena in ordine random (0°,90°,90°,180°).</p> <p>Tempi di Reazione(RT)</p> <p>Accuratezza(ACC)</p>	<p>Soggetti con attuale mal di schiena ($p = 0.958$). e soggetti con una storia di mal di schiena ($P= 0.149$) non mostrano RT diversi dai controlli sani.</p> <p>I soggetti con mal di schiena attuale ($F_{1,1003}= 4.905$, $P= 0.027$) e i soggetti con una storia passata di mal di schiena ($F_{1,1003}= 9.966$, ($P = 0.002$) sono risultati meno precisi dei controlli sani. Inoltre soggetti che presentavano dolore alla schiena ricorrente (mal di schiena attuale più una storia di mal di schiena si sono rivelati molto meno precisi rispetto agli altri gruppi (76% [74%-78%]) (>84%).</p> <p>Le performance risultano essere peggiori alla presentazione di immagini ruotate di 180°: RT (2626 \pm 1229); ACC% (93.8 \pm 11.6)</p> <p>rispetto ad angoli inferiori 0°= RT (1313 \pm 631) ACC%(99.1 \pm 4.8).</p>
<p>Bray e Moseley 2011</p>	<p>Caso controllo e cross-section study</p>	<p>Primo esperimento :5 pazienti con mal di schiena cronico (M: F (1/5) età media46(16) e 5 soggetti sani (M: F=2/3) età media40(4).</p> <p>Secondo esperimento Sono stati selezionati</p>	<p>Primo esperimento media: VAS (46/23)</p> <p>Durate dell'episodio corrente 305(561) settimane</p> <p>Durata dal primo episodio 559 (620)</p>	<p>Primo esperimento: LRJ di immagini di mani usato come compito di controllo (80 immagini) in ordine casuale</p> <p>RT</p> <p>ACC</p>	<p>I pazienti con dolore bilaterale di schiena erano meno precisi (53%) al LRJ di immagini della schiena rispetto ai pazienti con dolore alla schiena unilaterale (67,2%) e rispetto ai controlli (87%) $p < 0,001$. Non è stata osservata nessuna differenza tra i gruppi nei compiti di rotazione delle mani (83% di risposte positive per tutti i gruppi).</p> <p>I RT erano simili per tutti i gruppi. La media era 2.4 secondi sia per il gruppo con il mal di schiena che per i controlli sani.</p> <p>L'intensità di dolore o la durata della sintomatologia non hanno influenzato ne i RT ($p = 0,466$) ne l'accuratezza ($p = 0,912$).</p>

		<p>21(M: F=6/15) pazienti con dolore alla schiena età media 44(13) e 14 controlli (M: F 5/9)</p> <p>tre gruppi: dolore bilaterale alla schiena dolore unilaterale alla schiena e controlli.</p>	<p>VAS media (37/21)</p> <p>Durata di questo episodio 122(296) settimane</p> <p>Durata dal primo episodio 374(446) settimane</p>	<p>Secondo esperimento</p> <p>LRJ di immagini di una schiena flessa (80 immagini) in ordine casuale (da 5° a 90°)</p> <p>RT</p> <p>ACC</p>	<p>I risultati dimostrano che il mal di schiena cronico è associato ad una compromissione del body schema selettiva della zona dolorosa.</p>
<p>Coslett HB1 et al,2010 a</p>	<p>Studio osservazionale caso-controllo</p>	<p>40 soggetti (M: F=18/22 con dolore agli AAIL da almeno tre mesi, 19 con dolore bilaterale (BLP)età media 49.2 ± 8.8, 11 con dolore a destra (RLP)età media 49.5 ± 11.3, 10 con dolore a sx (LLP)età media 53.2 ± 7.3, confrontati con 42 soggetti di controllo (M:F=18/22) con dolore cronico che non coinvolgevano le gambe(PC)età media 48.1</p> <p>(± 12.2, e 38 controlli sani (NC) (M: F=</p>	<p>VAS media a riposo</p> <p>6,1 ± 2,0 [SD] BLP,</p> <p>6,9 ± 2,5 LLP,</p> <p>6,3 ± 3,0 per RLP</p> <p>5,9 ± 2,9 per PC</p> <p>VAS in movimento</p> <p>6.9 ± 3.4 BLP</p> <p>7.45 ± 3.3 LLP</p> <p>7.44 ± 3.2 RLP</p> <p>6.7 ± 3.1 PC</p>	<p>LRJ di immagini del piede.</p> <p>Il compito richiedeva 8 ripetizioni per 24 immagini (12 dx ,12 sx) in ordine casuale e in diverse angolazioni (0°,30°,60°,90°120°150°180°).</p> <p>RT</p> <p>ACC</p>	<p>I soggetti NC erano più veloci (1237.9 ± 105.1 ms) dei soggetti RLP (2271.6 ± 202.2 ms;(p< .001) dei soggetti LLP (1846.9 ±192.8 ms; p= .050). I soggetti RLP erano più lenti dei soggetti PC (1545.3 ± 102.4) (p= .015).</p> <p>I soggetti con dolore alle gambe erano meno precisi rispetto ai controlli normali (RLP 88,07% ± 22,33, LLP 93,47% ± 16.74, BLP 92.25% ± 16.57, NC 96.59% ± 9.77),</p> <p>Tutti i gruppi erano più veloci per immagini con angoli di rotazione minore (0°, 30°) (1282.5 ± 53.7 ms) rispetto ad angoli di rotazione maggiore (150°, 180°) (2392.4 ± 110.3 ms) (p < .001). ma i soggetti con dolore alle gambe si sono dimostrati più lenti dei gruppi controllo (p.004).</p> <p>I soggetti con una Vas maggiore in movimento avevano peggiori RT nei diversi orientamenti delle figure (r = .362,)</p>

		22/16) età media 45.2 (± 18.5) .			P=.014) ma non i soggetti con VAS maggiore a riposo (r= -.032, p = .849). I risultati suggeriscono che il compito di lateralità del piede potrebbe essere un utile strumento nella valutazione delle alterazioni del body schema nei soggetti con dolore alle gambe
<u>Coslett HB1 et al 2010 b</u>	Studio osservazionale caso-controllo	Quattro gruppi: 19 soggetti con DMS o radicolopatia a braccio o spalla 10 con dolore unilaterale età media 47.5 ± 6.2; 9 con dolore cronico a entrambe le braccia età media 5.8 ± 8.9. 24 soggetti con Dms no relative all'arto superiore 48.6± 11.1 +.41soggetti sani senza storia di deficit neurologico precedente 44.4 ± 16.8. M:F= N/A	I 3 gruppi non differivano per intensità del dolore misurata con scala VAS(0-10): dolore unilaterale (6,5 ± 2,4) dolore bilaterale (6,2 ± 2,3) dolore controllo 6.3 ± 2.6; (p> .40).	LRJ di 24 immagini di mani su un monitor, in ordine casual e a diversi gradi di angolazione(0°,60°,120°,180°)	Il gruppo controllo (1985 ± 144 ms) era significativamente più veloce dei soggetti con dolore bilaterale braccio / spalla (2956 ± 298 ms, p = 0,03) e dei soggetti con dolore braccio / spalla unilaterale (2742 ± 283 ms, p = 0,007) ma non differiva dal gruppo controllo con DMS (2153 ± 187 ms, p = 0,541). I soggetti con dolore unilaterale al braccio erano più lenti (2505 ms) rispetto ai controlli sani (1287 ms; p=.004) a 180° e a 0°. I soggetti con dolore alle braccia erano più veloci quando il palmo delle mani era rivolto verso il basso rispetto a quando era rivolto verso l'alto (2332 ± 123 vs.2586 ± 126 ms; F (1, 77) = 29,99, p <.001). I soggetti con maggiore VAS durante il movimento mostravano peggiori RT (Pearsonr = .576, p = .01).

					I risultati dimostrano che il dolore di origine muscoloscheletrico alle braccia determina peggiori prestazioni al LRJ e di conseguenza una compromissione del body schema.
Elsig S1 et al ,2014	Studio caso controllo	60 soggetti: 30 con dolore al collo ricorrente (di origine non traumatico da almeno 6 mesi) (M: F=5/25) età media 36.9 (13.62) 30 soggetti sani (M: F=5/25) 37.2 (13.5)	<p>Durate del dolore (mesi) 76.7 (78.04)</p> <p>NRS corrente 3.13 (2.01)</p> <p>Dolore peggiore NRS 6.7 (2.05)</p> <p>Neck Disability Index(NDI) 10.7 (5.12)</p> <p>PainDetect Score 10.8 (5.93)</p>	<p>LRJ di 20 immagini del collo in ordine casuale.</p> <p>Accuratezza (ACC) RT N/A</p> <p>discriminazione fra due punti (TPD) mm C2=29.75 (5.89) C7=32.5 (8.07)</p> <p>Joint position error (JPE) 3.25° (0.96)</p> <p>Craniocervical Flexion test (CCFT) 25.87 (2.73)</p> <p>Test controllo in movimento (CM) (0 a 10)</p>	<p>L'accuratezza dei soggetti con dolore ricorrente al collo (65.71%) al LRJ è minore rispetto ai soggetti sani 76.61 (13.2) p=0.03</p> <p>Soggetti con JPE e CM peggiori sono meno precisi al LRJ (r = -.50 e r = -.47), Soggetti con peggiori punteggi al NDI sono meno accurati al LRJ (r=.40)</p> <p>L'intensità del dolore non ha influenzato nessuno dei cinque test. Tuttavia soggetti che presentavano dolore da più tempo erano meno precisi al LRJ (r=-.46)</p> <p>I soggetti con dolore ricorrente al collo presentano alterazioni del body schema. Tale alterazione del body schema sembra comportare alterazioni nel controllo motorio e maggiore disabilità nei soggetti con dolore al collo.</p>

			<p>Fear-avoider believe questionnaire(FABQ)</p> <p>(13.72 (7.78) a lavoro</p> <p>attività fisica</p> <p>11.28 (5.66)</p>	2.83 (1.56)	
Linder M1 et al , 2016	Studio trasversale osservazionale e test-retest	<p>30 soggetti con LBP età 44.9 (11.0) e 30 controlli sani età 43.3(9.6).</p> <p>;</p> <p>M:F= 10/20 per entrambi</p>	<p>VAS LBP mm</p> <p>55.3 (17.8)</p> <p>VAS gambe</p> <p>52.7 (22.1)</p> <p>Durata episodio attuale mesi</p> <p>35.5 (43.4)</p> <p>Durata dal primo episodio mesi</p> <p>119.9 (103.8)</p> <p>Oswestry Disability Index (ODI)</p> <p>25.1 (13.1)</p>	<p>LRJ di 70 immagini di piedi e della schiena in ordine casuale e in diversi angoli (0°,90°,180°) eseguiti una volta in clinica e successivamente 2 volte a casa supervisionati.</p> <p>RT</p> <p>ACC</p>	<p>Non sono state trovate differenze di gruppo statisticamente significative tra i soggetti con LBP e i controlli sani al LRJ.</p> <p>L'intensità del LBP era correlata negativamente all'accuratezza nei giudizi di lateralità del tronco (R=0.238 p = 0,019).</p> <p>Non è stata trovata nessuna associazione tra peggiore disabilità e peggiore prestazione al task.</p> <p>Nei test successivi Il tempo di reazione dei soggetti con LBP è migliorato significativamente (p =0.00) CV 19.6 (13.79 - 25.64) tra primo e secondo test e tra secondo e terzo test CV 6.23 (4.35 - 8.14, p =0.01) a differenza dell'accuratezza. (p=0.36) primo e secondo test CV 6.46 (4.52 - 8.32) e tra secondo e terzo CV6.77 (4.72 - 8.86, p=0.07)</p> <p>Lo studio afferma che in soggetti con LBP la discriminazione sinistra/destra non è differente rispetto ai controlli sani Ulteriori ricerche possono chiarire la relazione tra i meccanismi del dolore del LBP e il LRJ.E' stato osservato un significativo effetto di apprendimento</p>

					al task nelle ripetizioni successive. Questo risultato dovrebbe essere considerato nell'applicazione clinica e di ricerca del test.
McNair et al ,2017	Studio osservazionale caso-controllo	20 pazienti sintomatici con artrosi (OA) alle mani (M:F=5/15) età media 71.7(6.9), e 19 controlli sani (M:F=5/14) età media 70.5(7.7)	NRS media 4.6(2) Durata del dolore (anni) 14.7(13) Neglect like symptoms questionnaire DASH TEMPA Purdue Pegboard test	LRJ di 48 immagini di mani in ordine casuale e diversi angoli di rotazione (da 0° a 315°) RT ACC soglia di discriminazione tra due (TPD)	Le persone con OA sono state meno precise ($P < 0.05$) e più lente ($P < 0,05$) al LRJ rispetto ai controlli sani alla presentazione di immagini con angoli di rotazione maggiore (225°, 270°, 315°) Soggetti con OA avevano punteggi più alti al Neglect like symptom questionnaire ($p < 0.001$). Soggetti con maggiore dolore commettevano più errori al LRJ (RT e ACC ($r = 0.44$ $p < 0.05$ per entrambe)). Non è stata trovata nessuna correlazione tra le prestazioni al LRJ e DASH (RT, $r = 0.210$, $p = 0.19$; ACC, $r = 0.23$, $p = 0.08$), TEMPA (RT, $r = 0.18$, $p = 0.23$, ACC, $r = -0.15$, $p = 0.2$), Purdue Pegboard test (RT, $r = -0.093$, $p = 0.035$), ACC, $r = 0.017$, $p = 0.17$) Il TPD non era diverso tra i gruppi e non è stata trovata alcuna correlazione tra TPD e performance di giudizio sinistra / destra. ($p = 0.19$) Le prestazioni peggiori al LRJ nei soggetti con OA della mano dimostrano che in queste condizioni è presente una compromissione del body schema.
Pedler et al, 2013	cross-sectional study	64 pazienti (M: F =29/35 femmine) con WAD I o II cronico (> 3 mesi) età media 44.7 (12.6) e un gruppo di 24 soggetti	Intensità VAS 4.0 (2.5)	LRJ di 30 immagini di piede o del collo in ordine casuale ACC	Le prestazioni al LRJ tra soggetti WAD e controlli non erano differenti né per immagini di piedi (RT ($p = 0.68$; ACC ($p = -0.69$)) né per immagini del collo (RT ($p = -0.65$; ACC, $p = 0.38$)).

		(M: F=10/14 femmine) asintomatici. Età media 0.3 (13.4)	Neck Disability Index (NDI) , 32.4 (18.1) Post-traumatic stress diagnostic scale (PDS) 2.3 (11.4)	RT soglie del dolore termico (CPT) soglie del dolore pressorio (PPT)	<p>I soggetti con WAD hanno mostrato migliore RT ($p < 0.001$) e ACC ($p = 0.001$) sul giudizio di immagini del collo in confronto a quelli che mostravano piedi.</p> <p>Non è stata evidenziata nessuna associazione tra VAS, NDI, PDS e le prestazioni al LRJ. ($p > 0.05$)</p> <p>Il CPT è stato associato all'accuratezza ($r = 0,33$) al RT ($r = -0,33$) per immagini del collo (tutti $P < 0.05$). Il PPT del tratto cervicale era significativamente correlato all'accuratezza ($r = 0,36$) e al RT ($r = 0,29$) a LRJ del collo. ($p < 0.05$)</p> <p>E' stata trovata una correlazione statisticamente significativa tra RT del LRJ del collo PPT al collo ($r = 0.29$) e CPT al collo ($r = 0.33$). Anche l'accuratezza presenta una correlazione significativa con il PPT al collo ($r = 0.36$) e con il CPT al collo ($r = 0.33$).</p> <p>Nella gestione del WAD cronico non è indicato utilizzare un programma di training per implementare la discriminazione sinistra/destra. Nello studio no si evidenzia nessuna differenza tra I due gruppi nelle prestazioni al LRJ.</p>
Pelletier et al, 2018	Studio osservazionale	15 soggetti sani (M: F=5/10) come controllo e 15 soggetti con dolore		LRJ di 50 immagini di mani in ordine casuale.	Nei soggetti con dolore al polso/mano l'accuratezza delle prestazioni al LRJT ($r = 0,59$) il RT ($r = -0,56$), e l'intensità di dolore ($r = 0.60$) sono state associate al distress affettivo ($p < 0.05$). I risultati suggeriscono

	studio trasversale	unilaterale a polso/mano da almeno tre mesi (M: F=8/7).	<p>West Haven Yale Multidimensional Pain Inventory (WHYMPI)</p> <p>Severità 2.2 ± 1.</p> <p>Distress Affettivo 2.2 ± 1.5.</p> <p>Australian Canadian Hand Index (AUSCAN)</p> <p>Dolore media ($\bar{x}=218 \pm 80$), stiffness (38 ± 23), disabilità (387 ± 146)</p> <p>Punteggio totale (641 ± 227).</p> <p>Purdue Pegboard test</p> <p>Dolore 12.73 ± 2.37</p> <p>Punteggio totale 36.27 ± 7.36</p>	RT ACC	<p>interazioni complesse tra processi cognitivo-affettivi e integrazione sensorimotoria.</p> <p>Il gruppo dolore polso/mano ($ACC 82.89 \pm 8.32$; $RT.08 \pm 0.58$) ha ottenuto punteggi inferiori in tutti gli item del Purdue Pegboard test e nelle prestazioni del LRJT rispetto al gruppo di controllo ($ACC 89 \pm 8.32$, $RT 41 \pm 0.74$) sia per l'accuratezza ($p = 0.04$) che per i tempi di risposta ($p < 0.01$). Non è stata dimostrata nessuna correlazione tra RT o accuratezza con l'intensità del dolore la durata e la disabilità, o con l'età o il sesso dei soggetti. ($p>0.05$)</p> <p>I risultati dimostrano la presenza di una compromissione del body schema nei soggetti con dolore al polso/mano che può essere influenzata dagli aspetti cognitivo-affettivi legati alla presenza del dolore.</p>
Richter et al ,2010	cross-section study design	<p>24 individui con dolore al collo aspecifico(NS)età media 37(9) M: F=10/14) cronico.</p> <p>21soggetti con colpo di frusta (WAD) età media 36(5) e M: F=10/11</p>	<p>VAS mm</p> <p>NS 47(23)</p> <p>WAD 60(22)</p> <p>Durata dolore anni</p> <p>NS 8,3</p> <p>WAD 7,8</p>	LRJ di 80 immagini di mani in ordine casuale e diverse angolazioni (0°, 45°,90°,135°, 180°). RT ACC	<p>I risultati principali hanno rivelato che i soggetti affetti da lesioni da colpo di frusta in media hanno mostrato un pattern di risposta più veloce rispetto ai controlli sani ($P<0.005$) non verificata con i soggetti NS ($p>0.005$).</p> <p>Tutti i soggetti sono stati significativamente meno precisi solo per immagini ruotate a 180°($p<0.05$). L'accuratezza era 85% nei NS, 85% nei controlli sani e 82% nei soggetti WAD.</p>

		22 controlli sani. età media 37(9) M: F=9/13	Borg cr 10 scale NS 2 WAD 7		<p>. I tempi di reazione aumentavano con immagini che presentavano angoli di rotazione maggiore. (p<0.001) Tuttavia soggetti con WAD avevano tempi di reazioni migliori rispetto ai controlli quando gli angoli di rotazione erano maggiori. (p <0.001)</p> <p>L'accuratezza non diminuiva con tempi di reazioni migliori.</p> <p>I soggetti WAD che presentavano dolore da più tempo erano più veloci al LRJ(p<0.05).</p> <p>Questi risultati indicano che non è presente una compromissione del body schema nei soggetti WAD misurata con LRJ. L'esistenza di prestazioni migliori al task con l'aumentare della durata della sintomatologia indica la presenza di un apprendimento percettivo come adattamento del dolore al collo nei soggetti WAD.</p>
Schmidt e Coppieters. 2012	Studio osservazionale caso -controllo	27 soggetti con diagnosi di CTS M: F=12/15 età media 50,3 (12,0) e 27 soggetti sani M: F=12/15) età media 49,7(11,7)	VAS [media (SD): 1,2 (1,8)] Durata sintomi 29.5 34.8 s- LANSS (media (SD):1,9(0,7)	LRJ di immagini di (48) mani (48) piedi e della (48) testa in ordine casuale, da 4 punti di vista (palmare dorsale, ulnare, radiale) e diverse angolazioni (0°, 60°, 120°, 180°, 240°, 300°) RT AC	<p>I pazienti CTS sono significativamente meno precisi (79.2 % [3.27]) per immagini relative alla loro mano dolorosa rispetto alla loro mano sana (88.7% [2.6]) (P = 0,008) e rispetto a entrambe le mani dei controlli sani (mano corrispondente 88.6 % (2.5), altra mano 88.9% (0.2) ma non per immagini del collo (P=0.125) immagini di piedi (P=0,69) o per le figure di Shepard-Metzler (P=0.73).</p> <p>I soggetti con CTS erano meno accurati nel LRJ della testa ruotato verso il lato doloroso rispetto ai sani per immagini con angoli di 120°, 240°, 300°. (p<0.0001). e per LRJ del collo ruotato verso il lato sano a 0°, 60°, 120°, 180°) (p<0.0001).</p>

			<p>Boston carpal tunnel</p> <p>Questionnaire:</p> <p>Symptom scale</p> <p>2.6 0.5</p> <p>Function scale</p> <p>1.9</p> <p>0.7</p>	<p>Figure di Schepard-Metzler</p> <p>Angoli di (50°,100°,150°)</p>	<p>I tempi di risposta erano paragonabile tra i partecipanti con CTS e partecipanti sani per tutte le immagini (P>0.05) e per le figure di di Schepard-Metzler (p=074).</p> <p>Non è stata verificata nessuna correlazione significativa tra intensità del dolore durata della sintomatologia, severità e peggiori prestazioni al LRJ in soggetti con CTS(p>0.41).</p> <p>Questo studio dimostra che gli individui con CTS presentano una compromissione selettiva nel giudizio sinistra / destra che è limitato al quadrante interessato dal dolore.</p>
Stanton et al, 2012	Cross-sectional study	<p>20 con OA del ginocchio dolorosa</p> <p>M: F=6/14 età media 68.0 (9.0) 20 pazienti con dolore al braccio</p> <p>M: F=11/9 età media 64.9 (7.8) e 20 controlli sani M: F=8/12, età media 37.3 (15.5).</p>	<p>VAS mm</p> <p>OA ginocchio 21.9 (25.5)</p> <p>Dolore braccio 1.5 (6.5)</p> <p>Oxford knee score (/48)</p> <p>OA ginocchio 22 (8.3)</p> <p>Dolore braccio 47 (2.1)</p> <p>Sani 48 (1.4)</p> <p>Neglect scale (/36)</p> <p>OA ginocchio 11 (6.5)</p> <p>Dolore braccio 2.4 (4.7)</p> <p>Sani 0.3 (0.8)</p>	<p>LRJ di 20 immagini di mani e piedi in ordine casuale rispetto a diverse posizioni (lato: Dx vs Sx; sito: superiore vs inferiore)</p> <p>ACC</p> <p>RT</p>	<p>I soggetti con OA di ginocchio erano meno accurati (60%) per tutte le immagini al LRJ rispetto ai controlli sani (media 100%)(p<0.001) ma non rispetto ai soggetti con dolore al braccio (75%) (p=0.17).</p> <p>I soggetti con dolore alle braccia erano meno accurati dei soggetti sani (p=0.007).</p> <p>I soggetti sani erano significativamente più accurati dei soggetti con dolore per immagini di piede sinistro (P<0.001) , piede destro(p=0.006) e mano sinistra(p=0.008).</p> <p>Non ci sono state differenze nel RT tra i gruppi (P = 0,64) e nessuna influenza di lato o sito del dolore nei tempi di risposta (P = 0.43, 0.54) o di quest' ultimo sull'accuratezza (P = 0.12)</p> <p>Tutti i soggetti con OA mostravano minore accuratezza al LRJ per immagini sia di mani che di piedi relative all'emilato doloroso (P=0.03) Soggetti con dolore al lato sinistro risultavano meno precisi nel riconoscere immagini di mani e piedi sinistri rispetto a mani e piedi destri.</p>

					I Risultati dimostrano una compromissione nel body schema nei soggetti con OA. Inoltre il fatto che le prestazioni al LRJ fossero influenzate dal lato e non dal sito del dolore supporta l'ipotesi che le mappe cerebrali dello spazio peripersonale possano contribuire alla rappresentazione della body matrix.
Stanton et al,2013	Studio Caso controllo	Esperimento 1 20 pazienti con Osteoartrite cronica di ginocchio(OA) M: F=6/14, età media 68(9) ,20 controlli sani, M: F=11/9 età media 37 (16) ,20 con dolore alle braccia(PC) età media 65 (8) M: F=8/12 Esperimento 2 17 persone con mal di schiena(LBP) età media 45 (14) M: F=6/14 e 18 controlli sani età media 41 (11) M: F=9/11	Dolore PC 1.5 (6.5) OA 21.9 (25.5) (SF -36) LBP 19.7 (7.4) Oxford knee score (0-48) OA 22 (8.3) PC 47 (2.1) Controlli sani 48 (1.4)	Esperimento 1 LRJ di 20 immagini di piedi o arti inferiori in ordine casuale ACC RT N/A Esperimento 2: LRJ di 40 immagini del tronco in ordine casuale ACC RT N/A Dolore TPD Ginocchio 45.1 (11.8) LBP 59.8 (11.7) Controlli 45.3 (5.1)	Nell'OA di ginocchio l'acuità tattile è diminuita rispetto ai soggetti sani ($P < 0,05$) Non sono state trovate correlazioni significative tra LRJ e TPD ($p = 0.30$) I soggetti con OA alle ginocchia sono stati meno accurati (60.7% [20.1]) al LRJ rispetto ai controlli sani 88.5(21.9) ($p < 0.05$). Anche i soggetti con LBP sono risultati meno accurati (61.4%(17.6) rispetto ai controlli sani (80.5% (8.7). Il TPD e le prestazioni al LRJ non erano correlate nelle persone con OA di ginocchio ($P = 0.88$) al contrario dei soggetti con dolore alla schiena ($P < 0.001$) Nei soggetti con mal di schiena l'aumento medio di 1mm il TPD è associato alla diminuzione dello 0,6% dell'accuratezza. L'intensità del dolore non era correlato alla soglia del TPD ne al LRJ ($P > 0,15$ per tutti). Il fatto che le misure di acuità tattile (TPD) e quelle del LRJ sono correlate nel mal di schiena e non nelle OA suggerisce che tali relazioni non sono universali e possono variare in diverse condizioni di dolore cronico.

Studi inclusi

E' stata condotta una revisione sistematica della letteratura riguardante la compromissione del body schema, valutata tramite l'utilizzo del Left/Right Judgment, in pazienti affetti da disturbi muscoloscheletrici. Sono stati trovati 14 studi dai quali sono stati estrapolati dati riguardanti 1009 pazienti. Di questi studi quattro riguardano patologie del rachide cervicale (due su Aspecific Neck Pain e due sul Whiplash associated disorders), tre riguardano l'associazione tra LRJ e dolore alla schiena, tre agli arti inferiori (due su artrosi di ginocchio e uno sul dolore aspecifico alle gambe) e quattro agli arti superiori (uno sull'artrosi della mano, uno sulla sindrome del tunnel carpale, due sul dolore aspecifico al braccio). Tutti gli studi avevano un disegno di studio di tipo osservazionale; non era presente alcun RCT. Nonostante la carenza di studi clinici sull'argomento questa revisione aiuta a chiarire la presenza e la natura delle modifiche del body schema nei pazienti affetti da disordini muscoloscheletrici. Gli outcome primari stabiliti per questa revisione sono state le misure dell'accuratezza (ACC) e dei tempi di risposta (RT) al LRJ.

Tra gli studi inclusi, quattro (Coslett et al; 2010 a, Pelletier et al;2018, McNair et al; 2017,Baarbè et al; 2016) hanno compromissione sia del RT, che dell'accuratezza al LRJ, cinque studi dimostrano compromissione esclusiva dell' accuratezza (Bray e Moseley; 2011,Stanton et al; 2012;Schmidt e Coppieters; 2012, Bowering et al; 2014, Elsing et al; 2014) ,due studi evidenziano un miglioramento nel RT nonostante la presenza di DMS (Pedler et al; 2013, Richter et al; 2010) uno studio mostra la compromissione solo nel RT (Coslett et al; 2010 b). In uno studio invece non risulta compromesso il LRJ nella prima misurazione ma i RT migliorano alla seconda misurazione dopo quattro settimane (Linder et al; 2016).

Gli outcome secondari degli studi inclusi riguardano le relazioni tra prestazioni al LRJ e le misure d' intensità del dolore, disabilità, discriminazione tattile e gli aspetti socioaffettivi.

Dall'analisi dei dati è stata evidenziata la presenza di prestazioni peggiori con l'aumento dell'intensità del dolore (McNair et al; 2017) e con la percezione del dolore in movimento (Coslett et al; 2010 a, b) solo in tre studi, mentre in altri quattro studi questo parametro non sembrava influenzare le prestazioni al task richiesto (Pelletier et al; 2018; Elsing et al; 2014, Bray e Moseley; 2011, Schmidt e Coppeters; 2012). Le prestazioni al task sembrano essere influenzate dal distress psico-affettivo (umore, stress, rabbia) (Pelletier et al; 2018) e dall'angolo di rotazione dell'immagine presentata (Coslett et al; 2010 a, Bray e Moseley; 2011; Schmidt e Coppeters; 2012, Coslett et al; 2010 b, McNair et al; 2017, Bowering et al; 2014).

In tutti gli studi che indagano il LRJ nei disturbi muscoloscheletrici degli arti è stato possibile discriminare i soggetti sani da quelli con dolore. Sembrerebbe quindi che in pazienti affetti da queste patologie siano presenti alterazioni del body schema o delle informazioni che sono necessarie alla sua integrità.

Nello studio di Coslett (2010, a) i tempi di reazione dei pazienti con dolore alle braccia (sia di tipo neuropatico che muscoloscheletrico) nel discriminare immagini relative alle mani erano maggiori rispetto ai soggetti di controllo e aumentavano in maniera proporzionale all'aumentare dell'angolo di rotazione delle immagini. I soggetti quindi compivano uno sforzo maggiore quando la traiettoria della rotazione mentale era più ampia. I risultati confermerebbero che le differenze tra i due gruppi dipenda da un errore dell'elaborazione delle informazioni necessarie per richiamare la rappresentazione mentale del corpo, il body schema. La natura selettiva della compromissione suggerirebbe che il dolore nelle patologie di braccio e spalla produca un'alterazione nel task di rotazione mentale che riflette, almeno in parte, un impairment specifico dei movimenti associati al dolore (Moseley et al; 2004). Sono stati dimostrati risultati simili in un altro studio dello stesso autore (Coslett et al; 2010 b), in cui soggetti con dolore alle gambe risultavano meno precisi e più lenti nell'esecuzione

del task di LRJ, in maniera proporzionale all'aumentare degli angoli di presentazione delle immagini al monitor.

Tre studi indagano il LRJ associato al LBP (Bray e Moseley; 2011, Linder et al; 2016, Bowering et al; 2014) ma i risultati non sembrano uniformi. Dei tre studi inclusi nella revisione due sembrano confermare un'alterazione del body schema in soggetti con LBP (Bray e Moseley; 2011; Bowering et al; 2014) mentre l'ultimo studio non mostra differenze tra soggetti con LBP e controlli sani (Linder et al; 2016). Nello studio di Bray e Moseley (2011) i risultati evidenziano prestazioni peggiori nella precisione ma non nei tempi di risposta dei soggetti con dolore bilaterale alla schiena rispetto a soggetti con dolore alla schiena unilaterale e rispetto ai sani, confrontando le immagini relative alla schiena ma non per immagini relative alle mani. Anche lo studio di Bowering (2014) sul LBP ricorrente riporta risultati in linea con lo studio precedente.

Lo studio di Linder et al., (2016) dimostra risultati opposti a quelli precedentemente descritti. In questo studio soggetti con LBP non presentano differenze nella discriminazione di immagini di piedi o della schiena rispetto ai controlli. Confrontando gli studi sul LBP le caratteristiche dei campioni studiati sono comparabili sia per quanto riguarda il sesso che l'età della popolazione studiata, mentre l'intensità media era maggiore in quest'ultimo. Le differenze nei risultati possono essere attribuite alla tipologia di campione utilizzati negli studi. Nello studio di Linder (2016) sono stati esclusi soggetti con precedenti episodi di mal di schiena negli ultimi 12 mesi e non sono stati effettuati controlli su episodi precedenti di LBP che invece è risultato un fattore rilevante nello studio di Bowering (2014) sul compito richiesto. Un'ulteriore differenza che può spiegare i risultati differenti è la mancanza nello studio di Linder (2016) di una sessione di pratica per spiegare ai soggetti come eseguire il compito di lateralità, in più le immagini utilizzate erano fotografie e non immagini personalizzate. Tale condizione può aver influenzato i risultati, determinando un compito

sbagliato da parte dei soggetti studiati. Un solo studio (Linder et al; 2016) ha misurato l'effetto sulle prestazioni al task di un secondo compito eseguito a due settimane. I risultati dimostrano che la ripetizione del test a tre settimane ha determinato il miglioramento delle prestazioni al compito di lateralità sia per quanto riguarda il tronco che per le immagini di piedi in soggetti con LBP, dimostrando una capacità di apprendimento dei soggetti attraverso l'utilizzo dei LRJ.

Sono stati individuati in letteratura quattro studi riguardanti alterazioni del body schema in patologie muscoloscheletriche del collo misurate con Left /right Judgment. Due studi riguardano il dolore al collo ricorrente(SCNP), e due sono stati condotti in pazienti affetti da whiplash associated disorder (WAD).

I soggetti con SCNP sono risultati più lenti (Baarbè et al; 2016) e meno precisi (Elsing et al, 2014) nell'esecuzioni di rotazioni mentali misurate tramite la presentazione di lettere (Baarbè et al; 2016) e immagini relativi al collo (Elsing et al; 2014) mostrati su un monitor.

I soggetti con SCNP presentano una compromissione della capacità di eseguire rotazioni mentali sia alla prima misurazione che ad una seconda misurazione effettuata dopo quattro settimane. In particolare nell'esecuzione di un test riguardante la discriminazione dell'orientamento di lettere (normale o specchiato) su un monitor la precisione dei soggetti con SCNP presenta un andamento peggiore alla ripetizione del compito a distanza di un mese (Baarbè et al; 2016). Tale risultato sembra non dipendere però dalla percezione del dolore provata dai soggetti con SCNP poiché il dolore percepito prima dell'esecuzione era minimo in entrambe le prestazioni.

In questi soggetti (SCNP) è stata dimostrata una compromissione del body schema attraverso un compito di LRJ di immagini del collo (Elsing et al; 2014). Soggetti con dolore al collo ricorrente risultano meno precisi rispetto ai controlli sani nel discriminare la lateralità delle immagini proposte, risultato che è in linea con quanto emerso negli studi effettuati sugli

altri distretti (Bray e Moseley; 2011, Stanton et al; 2012, Schmidt e Coppieters; 2012; Bowering et al; 2014) e che pertanto evidenzerebbe una compromissione del body schema. Inoltre, in soggetti con SCNP una minore precisione al LRJ è stata associata a prestazioni peggiori nei test eseguiti dai soggetti nel controllo del movimento e nel JPE, e a punteggi peggiori al NDI (Elsing et al; 2014).

I soggetti con WAD cronico si sono dimostrati più veloci nei compiti di rotazione mentale nel LRJ per immagini di mani rispetto ai controlli sani (Richter et al; 2010). Le performance al RT risultano migliori nei soggetti che presentano sintomatologia dolorosa da più tempo e all'aumentare dell'angolo di rotazione. Con immagini di mani a 180° sia i soggetti sani che quelli con WAD mostrano prestazioni peggiori. I risultati sono probabilmente dovuti all'aumentare del tempo necessario nella sovrapposizione del proprio corpo nell'immagine motoria ad una posizione rappresentata meno frequente e quindi più scomoda (Finke et al; 1989, Parsons et al; 2001). I soggetti con WAD non mostrano differenze rispetto ai controlli sani nella discriminazione di immagini del collo o di piedi al LRJ (Pedler et al; 2013). Inoltre è stato dimostrato che la presenza di iperalgesia misurata tramite Cold Pain Thresholds (CPT) e Pressure Pain Thresholds (PPT) migliora le performance al LRJ, sottendendo che la percezione dolorosa influenza questi soggetti nel discriminare immagini relative alla loro zona affetta (Pedler et al; 2013). L'intensità del dolore nei soggetti con dolore da colpo di frusta non condiziona le prestazioni al test mentre gli angoli di rotazione di immagini del collo e di piedi determinano RT più lunghi, confermando che maggiore è il tempo per sovrapporre il proprio body schema all'immagine proposta e peggiori saranno i RT al LRJ (Parsons et al; 1995, Schwoebel et al; 2001, Coslett et al; 2010 b). Dai risultati dimostrati in questo studio i soggetti con WAD non presenterebbero alterazioni del body schema misurabili con il LRJ.

DISCUSSIONE

Gli studi oggetto della presente revisione confermano ed estendono la letteratura che documenta l'associazione tra dolore cronico e compromissione specifica del body schema.

Tutti gli articoli avevano un disegno di studio di tipo osservazionale; non era presente alcun RCT. Nonostante la carenza di studi clinici sull'argomento, questa revisione aiuta a chiarire la presenza di modifiche dello schema corporeo nei pazienti affetti da disordini muscoloscheletrico. In letteratura i parametri del LRJ sono stati utilizzati per valutare la compromissione del body schema nei soggetti con dolore cronico (Schwoebel et al., 2001, Schwoebel et al., 2002, Moseley et al., 2004) e queste misure sembrerebbero essere alterate nei soggetti con DMS cronico. E' stato dimostrato che compiti di discriminazione sinistra/destra richiedono una rotazione mentale che coinvolge il body schema, responsabile nel far corrispondere spazialmente la rappresentazione mentale del proprio corpo con l'immagine proposta, per confermarne la coerenza. (Parsons et al., 2001)

Tempi di risposta più lunghi sono stati associati ad un'alterazione nel processamento delle informazioni che modulano e mantengono il body schema (Hudson et al, 2006) mentre peggiori prestazioni nella precisione di risposta indicherebbero una compromissione dell'integrità del body schema e dei processi motori necessari a svolgere correttamente il compito (Fiorio et al 2006; Schwoebel et al 2002). Tuttavia, le differenze nei risultati degli studi inclusi tra i parametri (RT, ACC) del Left/Right Judgment tra popolazioni con la stessa tipologia di disordine muscoloscheletrico non permettono di chiarire la natura e i meccanismi che sottendono tale alterazione (Linder et al,2016, Bowering et al,2014, Bray e Moseley, 2011).

Alterazioni del Body Schema nelle patologie degli arti

L'analisi della letteratura condotta sui DMS cronici sembra confermare la presenza di alterazioni del body schema in soggetti con dolore muscoloscheletrico agli arti. In particolare sembrerebbe che soggetti con dolore muscoloscheletrico alle braccia e alle gambe siano più lenti rispetto a soggetti sani nell'eseguire rotazioni mentali durante un compito di discriminazione di immagini che riguardano la loro zona affetta (Coslett et al., 2010 b, a). Gli autori (Coslett et al., 2010 a, b) suggeriscono come interpretazione dei risultati che le rotazioni mentali nei movimenti immaginati attivino a livello cerebrale un sistema che prende il nome di "forward model". Questo sistema interviene durante il movimento e oltre a controllare il tempo e la forza muscolare durante l'azione eseguita, è anche capace di anticiparne le conseguenze (Blakemore et al., 1999, Desmurget and Grafton., 2000).

Durante le rotazioni mentali necessarie per discriminare la lateralità di un'immagine, questo sistema influenzato dalla presenza del dolore, sovrappone prima l'immagine relativa al lato sano e solo successivamente quella relativa al lato affetto. Questo processo spiegherebbe i RT più lunghi per stimoli che richiedono rotazioni d'ampiezza maggiore (Moseley et al., 2004). Tale teoria è rafforzata dal fatto che i soggetti che presentano maggiori livelli di dolore durante il movimento impiegano più tempo nel discriminare la lateralità delle immagini maggiormente ruotate nello spazio (Coslett et al., 2010 a, b). Tuttavia in un altro studio in cui viene indagato il body schema in soggetti con dolore neuropatico (sindrome del tunnel carpale-CST) i risultati al LRJ risultano leggermente diversi.

Questi pazienti presentano una compromissione esclusiva della precisione nel riconoscimento d'immagini relative alle mani e al collo ma nessuna differenza nei tempi di reazione o nella discriminazione di immagini di piedi (Schmidt e Coppieters., 2012). Come

negli studi precedenti (Coslett et al., 2010 a, b) anche nei soggetti con CTS le prestazioni al LRJ peggiorano per immagini con angoli maggiori (da 60 a 300°) e migliorano per immagini presentate a 0° di rotazione. Una possibile spiegazione nelle differenze al task può essere dovuto al differente grado d'intensità di dolore fra le popolazioni nei due studi (Schmidt e Coppieters., 2012, Coslett et al., 2010 b). I soggetti con CTS inclusi nello studio di Schmidt e Coppieters (2012) presentano mediamente una VAS molto bassa 1,2 (1,8), mentre nello studio di Coslett et al., (2010 b) i pazienti con dolore al braccio e alla spalla presentavano un'intensità media di 6,5 (2,4). Quindi l'inclusione esclusiva di pazienti con CTS, quindi con dolore unilaterale e con sintomi di lieve entità può aver influito sulle differenze tra i due studi. Una possibile causa alla peggiore precisione dei soggetti con CTS può essere dovuta alla presenza di parestesia e intorpidimento che sono due tra le caratteristiche tipiche di questo disturbo (Schmidt e Coppieters., 2012). E' stato dimostrato che la parestesia nei soggetti con CTS è capace di alterare la somatotopia della mano a livello corticale (Tecchio et al., 2002) e che la deafferentazione acuta dell'arto indotta da anestesia regionale può determinare minore precisione nel riconoscere la mano anestetizzata (Silva et al., 2011). Pertanto, i sintomi comunemente riferiti di intorpidimento o parestesia nei pazienti con CTS possono contribuire o anche essere sufficienti a indurre una compromissione nel LRJ. La minore precisione nel LRJ che dimostrerebbe una riorganizzazione corticale dello schema corporeo è supportata anche da altri studi in letteratura (Napadow 2006; Drunsky 2000). Tuttavia, l'alterazione dei meccanismi di plasticità corticale è stata dimostrata anche in altre tipologie di pazienti che mostrano tempi di risposta più lunghi ma precisione conservata durante LRJ (Flor et al 2001; Mainhofner et al, 2003). Pertanto, i meccanismi esatti alla base della compromissione nella precisione e nei RT al task rimangono ancora poco chiari. E' importante considerare come l'analisi dei risultati su soggetti con CTS dimostri che il Left/right Judgment possa essere alterato anche in presenza di dolore lieve. Inoltre, sebbene in generale si ritenga che il dolore nelle CTS sia secondario a meccanismi periferici

(Bland et al., 2005), i risultati di questo studio evidenziano come possano coesistere anche delle disfunzioni del body schema che insorgono come conseguenza di meccanismi centrali disfunzionali. Risultati simili sono stati dimostrati in altre patologie dolorose come quello associate all'arto fantasma e alla CRPS (Moseley 2004; Schwoebel 2001; Nico 2004).

In uno studio più recente su soggetti con dolore al polso/mani (Pelletier et al., 2018) le prestazioni al LRJ risultavano peggiori sia per i tempi di reazione che per la precisione rispetto ai controlli sani. Il risultato particolare di questo studio è che i pazienti con dolore alle mani erano meno precisi e più lenti sia per immagini che riguardavano l'arto doloroso che quello sano dimostrando una compromissione bilaterale del body schema. Risultati simili sono stati dimostrati anche in altri pazienti con dolore muscoloscheletrico (Fernandez-Carnero et al., 2009, Chiarotto et al., 2013). L'intensità di dolore e la disabilità dei soggetti con dolore alle mani non influenzavano il LRJ. Probabilmente tali aspetti contribuiscono in maniera minore in questi soggetti nelle prestazioni al LRJ e di conseguenza sul body schema e sono supportati da risultati simili in letteratura (Reinersmann et al., 2010, Bowering et al., 2014). Lo studio dimostra che variazioni della sfera emotiva (umore, irritabilità, stress) migliorano le prestazioni al LRJ. Contrariamente a quanto ipotizzato, soggetti con punteggi peggiori nella misurazione del distress affettivo presentano migliori prestazioni al LRJ. La letteratura suggerisce invece che fattori psicologici come la depressione e lo stress mediano la relazione tra dolore e disabilità (Weiner et al., 2006, Ross et al., 2015) e che maggiori livelli di distress psico-affettivo comportino una maggiore disabilità. Tuttavia altri studi supportano l'ipotesi che il distress psico-affettivo possa avere un impatto positivo sulla performance mobilitando risorse attenzionali verso il sito leso (Sanger et al., 2014). Una condizione stressante potrebbe, entro un certo limite determinare un miglioramento delle prestazioni motorie (Hartzell et al., 2017). Anche nei soggetti con dolore muscoloscheletrico la presenza di dolore lieve e bassa disabilità potrebbero creare le condizioni ottimali per

mobilitare quelle risorse attentive che migliorerebbero le prestazioni al task (Pelletier et al, 2018).

Questi dati potrebbero spiegare alcuni aspetti nell' eterogeneità dei risultati degli studi del LRJT in partecipanti con DMS. Non esistono altri studi sulle relazioni tra variazioni della sfera emotiva e LRJ in soggetti con DMS, per cui tali meccanismi andrebbero ulteriormente indagati in altri studi su DMS con l'obiettivo di poter utilizzare il LRJ come forma d'intervento top-down nei cambiamenti corticali in soggetti con patologie muscoloscheletriche (Pelletier et al., 2018).

Alterazioni del Body Schema nei soggetti con Artrosi

Il body schema sembrerebbe essere alterato nei soggetti con artrosi sia per quanto riguarda l'arto superiore (McNair et al., 2017) che l'arto inferiore (Stanton et al., 2013, Stanton et al.,2012). Le prestazioni al LRJ si sono dimostrate peggiori rispetto ai controlli sani per tutti i soggetti con artrosi inclusi in questa revisione. In particolare soggetti con OA alle ginocchia erano meno precisi (Stanton et al., 2012; Stanton et al., 2013) rispetto ai sani mentre i soggetti con OA alle mani mostravano prestazioni peggiori sia nell'accuratezza che nei tempi di risposta al LRJ (McNair et al.,2017).

L'intensità del dolore percepita sembrerebbe influenzare negativamente le prestazioni al LRJ nei soggetti con OA della mano e potrebbe svolgere un ruolo primario nella compromissione del body schema in questi soggetti ma non nelle patologie artrosiche riguardanti gli arti inferiori (Stanton et al., 2012).

Confrontando gli studi di Stanton et al., (2013) e McNair et al., (2017) è emerso che i risultati differenti possono essere dovuti al fatto che i due studi hanno utilizzato modalità di presentazione delle immagini diverse e pertanto i risultati non possono essere direttamente confrontati. Inoltre, nello studio su OA alle ginocchia (Stanton et al., 2013) sono state utilizzate solo dieci immagini estratte in maniera casuale e analizzate da una popolazione di venti persone. Le immagini e l'analisi dei dati quindi non tenevano conto delle posizioni delle rotazioni delle figure proposte (Moseley et al., 2009, Moseley et al., 2012).

In aggiunta, in due studi su pazienti con OA è stata ricercata anche una possibile associazione tra prestazioni al LRJ e punteggi peggiori al Two point Discrimination (TPD). L'acuità tattile non sembra influenzare le prestazioni del LRJ nei soggetti con artrosi (Stanton et al., 2013, McNair et al., 2017). Alterazione degli input propriocettivi (Dagsdottir, 2015; Hudson 2006; McCormick 2007), e la presenza di input nocicettivi, possono determinare alterazioni della percezione del corpo e alterazioni nel giudizio di lateralità corporea. Alla luce dei risultati di questo studio quindi, potrebbe essere che anche con un'acuità tattile preservata, l'input nocicettivo proveniente dalle articolazioni affette da artrosi sia sufficiente a disturbare il working body schema nelle persone con OA (McCormick et al 2017), evidenziando come le informazioni sensoriali (in questo caso di tipo tattile) siano necessarie ma non sufficienti per produrre la percezione corporea. I risultati sembrerebbero invece essere maggiormente in linea con il concetto di Body Matrix, che comprende l'organizzazione integrata di molteplici rappresentazioni relative al corpo, tra cui anche quella di tipo somatosensoriale. Riorganizzazioni della body matrix in presenza di dolore sono state dimostrate attraverso l'utilizzo del LRJ di mani e piedi in uno studio che confrontava soggetti con OA alle ginocchia e soggetti con dolore muscoloscheletrico alle braccia (Stanton et al., 2012).

. In particolare è stato osservato che tutti i soggetti con patologie dolorose in questo studio presentavano prestazioni peggiori non riferite al sito del dolore ma, più genericamente, mostravano alterazioni più diffuse per le parti del corpo del lato doloroso. Soggetti con dolore al lato destro (ginocchio o spalla) risultavano meno precisi nella discriminazione di immagini di piedi e mani di quel lato e così valeva per soggetti con dolore a sinistra rispetto a immagini di mani e piedi di sinistra.

. Questi risultati potrebbero associarsi agli studi su soggetti con CRPS in cui la modifica della percezione degli stimoli associati al lato dello spazio doloroso e quindi della body matrix è stata dimostrata tramite l'incrocio delle mani sulla linea mediana (Moseley et al., 2009). Potrebbe essere utile in futuro indagare in questi soggetti il ruolo e la possibile compromissione delle mappe cerebrali che codificano lo spazio peripersonale e che contribuiscono alla rappresentazione cortico-proprioceettiva (Stanton et al., 2012). Studi futuri potrebbero esaminare inoltre se gli interventi mirati alla disfunzione sensorimotoria possano essere efficaci nel ridurre il dolore e migliorare le prestazioni nei soggetti con Artrosi.

La Compromissione del LRJ nel LBP

Alterazioni del body schema sono state riscontrate in letteratura sia nel mal di schiena cronico (Bray e Moseley., 2011) che in soggetti con mal di schiena ricorrente (Bowering et al., 2014). La comparazione tra soggetti sani e soggetti con LBP mostra prestazioni peggiori durante la discriminazione della lateralità di immagini di schiena. Tale compromissione sarebbe relativa al sito doloroso e alla precisione al LRJ nel dolore cronico e nei soggetti con una storia passata di LBP (Bowering et al., 2014, Bray e Moseley., 2011) mentre soggetti con mal di schiena acuto su base ricorrente sembrerebbero più lenti e meno precisi

nel discriminare immagini di schiena al LRJ (Bowering et al., 2014). In più dall'analisi condotta su soggetti con dolore alla schiena ricorrente è emerso che episodi passati di LBP sembrano determinare peggiori prestazioni al LRJ non solo rispetto a soggetti sani ma anche rispetto a soggetti con LBP acuto e soggetti con una storia passata di mal di schiena (Bowering et al., 2014).

Tale implicazione è supportata da altri studi che hanno dimostrato che soggetti con episodi ricorrenti di mal di schiena subiscono dei cambiamenti misurabili nei pattern di attività muscolare anche durante compiti non dolorosi (Hodges et al., 2003). Tali risultati suggeriscono che un iniziale episodio di mal di schiena può determinare una vulnerabilità nella rappresentazione corporea che può essere modificato da un episodio successivo. Le performance erano peggiori alla presentazione di immagini ruotate di 180° rispetto ad angoli inferiori (90°,0°) coerentemente con quanto dimostrato in altri studi sul LRJ per il collo (Wallwork 2013,2012) e per gli arti (Coslett 2010, a, b). Questi risultati confermerebbero che i compiti di discriminazione sinistra/destra richiedano una rotazione mentale che coinvolge il body schema, responsabile nel far corrispondere spazialmente la rappresentazione mentale del proprio corpo con l'immagine proposta, per confermarne la coerenza (Parson 2001,1987). E' interessante notare che disturbi dolorosi alle mani e ai piedi producano deficit dell'immagine motoria che si manifestano come aumento nei tempi di RT (Coslett et al., 2010) mentre problemi alla schiena si manifestano come alterazione della precisione al LRJ (Bowering et al., 2014, Bray e Moseley., 2012). Probabilmente la compromissione selettiva dell'accuratezza al LRJ per la schiena dipende dalla diversa rappresentazione che le parti del corpo hanno nella corteccia somatosensoriale (Bray e Moseley 2011, Bowering et 2014). Le Mappe propriocettive corticali relative a tali rappresentazioni sono influenzate e determinate da stimoli tattili, propriocettivi e visivi (Cole 1995). Associazioni tra LBP e una

riorganizzazione della corteccia somatosensoriale (S1), sono state precedentemente dimostrate in letteratura (Wand et al., 2011).

Regioni come la schiena che presentano minori ingressi sensoriali sarebbero più vulnerabili alla perdita di precisione nelle attività di immagine motoria rispetto a regioni come mani e viso che avendo maggiori modalità sensoriali sono meno soggette a riorganizzazioni disfunzionali della loro rappresentazione in corteccia (Bowerin et al., 2014).

In un altro studio incluso in questa revisione, il LBP sembra non essere associato a variazioni nelle prestazioni al LRJ (Linder et al., 2016). Probabilmente la mancanza di una sessione di prova prima del compito di LRJ e l'utilizzo di immagini differenti rispetto allo studio di (fotografie e non immagini personalizzate) possono aver influenzato i risultati determinando di fatto risultati contrastanti con gli studi precedenti.

La letteratura suggerisce che alterazioni della rappresentazione somatotopica corticale siano correlate alla presenza di dolore cronico come nel caso del dolore da arto fantasma o nella CRPS, e che la scomparsa del dolore provato induca una riorganizzazione funzionale (o talvolta disfunzionale) dell'area S1 (Moseley et al., 2012). Tuttavia una relazione tra compromissione del Body schema e intensità del dolore percepito non è stata evidenziata in nessuno studio sul LRJ del tronco analizzato in questa revisione e pertanto non è possibile trarre alcuna conclusione circa la correlazione tra una maggiore disfunzione della capacità di discriminazione della lateralità e una peggiore riorganizzazione funzionale corticale dell'area S1.

L'assenza di una relazione tra intensità del dolore e prestazioni al LRJ e i risultati contrastanti tra gli studi ritrovati in letteratura non permettono di affermare con certezza una compromissione del body schema nel LBP. Studi futuri potrebbero chiarire la natura e le modalità di riorganizzazione della rappresentazione corporea nei soggetti con mal di schiena.

Le Alterazioni della Rappresentazione Corporea nei Disordini Muscoloscheletrici della zona Cervicale

Dagli studi inclusi sembrerebbe che anche il dolore aspecifico al collo sia ricollegabile ad alterazioni della rappresentazione corporea. La capacità di eseguire rotazioni mentali in questi soggetti sembra essere compromessa sia nel discriminare la lateralità di figure mostrate (lettere) (Baarbè et al., 2016) sia nella discriminazione di immagini riguardanti parti del corpo (Elsing et al., 2014). I soggetti con dolore ricorrente al collo (SCNP) sono risultati più lenti nel discriminare la lateralità di lettere orientate (Baarbè et al., 2016) e meno precisi nel discriminare la lateralità di immagini raffiguranti il collo (Elsing et al., 2014).

Una possibile risposta ai risultati sembra essere associata all'importante ruolo svolto dal cervelletto nelle rotazioni mentali (Creem-Regehr 2007; Popa 2013). Il SNC controlla il movimento attraverso la creazione di un modello interno del corpo e sembra che il cervelletto svolga un ruolo determinante nella creazione di questo modello in quanto viene utilizzato per prevedere le conseguenze sensoriali del movimento stesso (Shadmehr et al., 2010). Alterazioni della funzione cerebellare sono state dimostrate in individui con SCNP e (Baarbé J et al., 2015, Daligadu et al., 2013) e tali alterazioni potrebbero contribuire non solo ad una compromissione dello schema corporeo ma anche al riconoscimento spaziale degli oggetti (Baarbè et al., 2016). Associazioni tra peggiori prestazioni al LRJ e compromissioni del controllo motorio sono state ritrovate nei soggetti con dolore muscoloscheletrico al collo (Elsing et al., 2014). Nello specifico soggetti con SCNP che presentavano positività al JPE, peggiore controllo motorio e peggiori punteggi al NDI risultavano meno precisi a LRJ rispetto ai controlli sani (Elsing et al., 2014). Studi in letteratura dimostrano che il dolore al collo influenza la capacità di elaborare le informazioni

spaziali provenienti dalla periferia corporea (Paulus e Brumagne, 2008).E' stato dimostrato che soggetti con dolore aspecifico al collo hanno difficoltà nel posizionare un arto allo stesso livello dell'altro ad occhi chiusi (Haavik et al., 2011), percepiscono la loro spalla in una posizione più alta rispetto alla controlaterale durante un'elevazione passiva (Paulus e Brumagne., 2008) e hanno difficoltà a riposizionare la testa in posizione neutra dopo uno spostamento laterale (Lee et al., 2008). Il mantenimento di posizioni scorrette e dolorose può influenzare la percezione corporea e può essere una fonte di alterazione della rappresentazione corporea (Baarbè et al., 2016).

Sulla base di questi dati si potrebbe migliorare la capacità di eseguire rotazioni mentali nei soggetti con dolore aspecifico al collo attraverso trattamenti mirati che possano ridurre il dolore e migliorare il controllo motorio e posturale di questa tipologia di pazienti. Studi in letteratura sul trattamento cervicale dimostrano che una singola sessione di manipolazione del collo può determinare un miglioramento nella capacità di eseguire rotazioni mentali (Kelly et al., 2000). Tali associazioni potrebbero avere un riscontro utile nel trattamento riabilitativo futuro di questo disturbo cervicale ma necessitano di ulteriori indagini per poterlo utilizzare in una proposta riabilitativa. Inoltre, studi futuri potrebbero confermare il ruolo del test di LRJ nel discriminare persone con e senza dolore a collo, in più l'associazione tra peggiori prestazioni al LRJ e i punteggi peggiori al NDI suggerisce che la gestione di tali pazienti con dolore ricorrente al collo dovrebbe considerare approcci terapeutici che includono anche aspetti relativi alla rappresentazione corticale dello schema corporeo e come questa si correla con l'elaborazione centrale del dolore.

Compromissioni del body schema sono state indagate anche in soggetti con dolore al collo specifico come il colpo di frusta (WAD). La letteratura dimostra nei soggetti con WAD alterazioni nella corteccia cerebrale (Nemeroff et al., 2006), modifiche dell'elaborazione del dolore percepito (Sterling et al., 2003; Banic et al., 2004; Kasch et al., 2005; Sterling et al.,

2008; Chien et al., 2009,) presenza di kinesiophobia (Sterling et al., 2003; Buitenhuis et al., 2006; Nieto et al., 2009) e riduzione del flusso sanguigno cerebrale nella zona temporo-occipito-parietale (TPO) (Linnman et al., 2009). Queste ricerche fanno pensare ad una possibile compromissione del body schema in questi pazienti. Tuttavia due studi in letteratura affrontano la compromissione del body schema in soggetti con WAD attraverso un compito di task di lateralità e pur, non ottenendo risultati simili tra loro, dimostrano, contrariamente a quanto ipotizzato, l'assenza di una compromissione nel body schema in questa patologia (Pedler et al., 2013, Richter et al., 2010). I soggetti con WAD non mostrano prestazioni peggiori al LRJ rispetto a soggetti sani (Pedler et al., 2013, Richter et al., 2010), nè per immagini di mani (Richter et al., 2010) nè per immagini raffiguranti il collo (Pedler et al., 2013). I tempi di reazione alla presentazione di immagini raffiguranti le mani sembrano essere migliori nei soggetti con WAD rispetto ai controlli sani e l'entità del miglioramento sembra dipendere dalla durata dei sintomi (Richter et al., 2010). Soggetti con sintomi da colpo di frusta da più tempo e soggetti che mostrano iperalgesia misurata tramite CCT e PPT si sono rivelati più veloci durante il compito di LRJ (Richter et al., 2010, Pedler et al., 2013), sottendendo che la percezione dolorosa influenza i soggetti con WAD nel discriminare immagini relative alla loro zona affetta (Pedler et al., 2013).

La letteratura suggerisce che il dolore sia collegato ad un aumento dei RT durante il LRJ che coincide con una sottostante compromissione del body schema (Schwoebel et al., 2001, Moseley et al., 2005). I risultati nei pazienti con WAD invece sembrano mostrare risultati contrari a quanto precedentemente ritrovato in letteratura sia per dolore di carattere neuropatico (Schwoebel et al., 2001, Moseley et al., 2005) sia nel dolore di tipo muscoloscheletrico (Coslett et al., 2010, a, b). Si ipotizza che il mantenimento e la progressione della sintomatologia nei soggetti con WAD determini l'instaurarsi di una strategia di adattamento che ha lo scopo di evitare o ridurre al minimo la percezione del

dolore durante il movimento (Richter et al., 2010). Questa strategia sarebbe responsabile del miglioramento delle prestazioni al task nei soggetti con WAD. I soggetti con colpo di frusta non compirebbero esclusivamente compiti di immagine motoria attraverso strategie di sovrapposizione della propria immagine a quella raffigurata ma utilizzerebbero maggiormente informazioni provenienti dal canale visivo (Ghez et al., 1995; van Beers et al., 1999, 2002; Ernst and Banks 2002; Richter et al., 2002) e propriocettivo (Wilson et al., 2004) che permetterebbero loro di migliorare la velocità nella codifica spaziale delle immagini proposte (Richter et al., 2010). L'aumento dei processi visuomotori sarebbe in grado di ridurre l'errore di sovrapposizione nelle rotazioni mentali relative al lato doloroso tramite l'instaurarsi di una strategia attentiva in grado di riconoscere e correggere precocemente segnali errati e sostituirli con segnali corretti. Questo processo determinerebbe un miglioramento nella codifica delle informazioni spaziali, nella pianificazione del movimento immaginato e realmente eseguito e spiegherebbe i tempi di risposta più rapidi nei soggetti con WAD (Richter et al., 2010). Questi meccanismi alla base delle migliori prestazioni al task in soggetti con WAD non sono del tutto chiari e non sono stati verificati negli studi sul WAD inclusi in questa revisione.

I risultati non permettono di dimostrare la presenza di alterazioni del body schema in soggetti con WAD né l'utilizzo del LRJ come strumento di valutazione della rappresentazione corticale in questa patologia. Studi futuri dovrebbero essere indirizzati a valutare più nello specifico l'influenza che i processi di elaborazione del dolore possono avere sul LRJ in questi soggetti per capire quali meccanismi sottendono i miglioramenti nelle performance dei compiti di lateralità.

CONCLUSIONI

Utilità clinica del LRJ e implicazioni per studi futuri

Dall'analisi condotta in letteratura sembrerebbe che il Left /Right Judgment possa essere uno strumento utile da introdurre nella valutazione della compromissione del body schema in diversi disturbi muscoloscheletrici cronici (Baarbè et al., 2016, Coslett et al., 2010 a, b, Pelletier et al., 2018, Elsing et al., 2014, Bray e Moseley, 2011, Stanton et al., 2012, Schimdt e Coppieters, 2012, McNair et al., 2017, Bowering et al., 2014, Stanton et al., 2013). Tra i vantaggi dell'utilizzo del compito di lateralità ci sono sicuramente la sua facilità e la sua velocità di applicazione. Il tempo medio nel completare il test si aggira tra i dieci e i dodici minuti e non richiede sforzi eccessivi nel riconoscere le immagini proposte. Spesso si tratta di test che possono essere somministrati ad esempio con delle apposite applicazioni a basso costo e quindi facilmente utilizzabili sia dai pazienti che dai terapisti, anche attraverso l'uso dei dispositivi mobili. Compiti di discriminazione della lateralità di immagini vengono già utilizzati all'interno di programmi di Graded Motor Imagery(GMI) nel ridurre il dolore e implementare le performance in soggetti con dolore neuropatico cronico come CRPS e dolore da arto fantasma (Bowering et al., 2013, Moseley et al., 2006) e potrebbero essere utilizzati come strumento nella valutazione del body schema nei disordini muscoloscheletrici cronici. Tuttavia andrebbero effettuati ulteriori studi nell'identificare una modalità univoca nell' applicazione del LRJ poiché gli studi inclusi nella revisione presentano alcune differenze nei risultati all'interno delle stesse popolazioni di pazienti. Queste differenze sembrerebbero dovute all'utilizzo di immagini o foto diverse e alla mancanza di una spiegazione sulle corrette modalità di esecuzione del compito di rotazione mentale (Linder et al., 2016, Bray e Moseley,2011, Bowering et al., 2014, Stanton et al., 2013, McNair et al., 2017).

In un solo studio viene ipotizzato che differenze nel LRJ all'interno della stessa popolazione potrebbero essere spiegate dalla predisposizione di alcuni soggetti con dolore muscoloscheletrico ad andare incontro a fenomeni di recidiva (Bowering et al., 2014). Tale ipotesi non è stata dimostrata nello studio ma potrebbe essere utilizzata come modello concettuale da testare in studi futuri. Dunque si potrebbe indagare attraverso il LRJ la possibilità di identificare soggetti che potrebbero andare incontro a episodi ricorrenti di dolore muscoloscheletrico con l'obiettivo di utilizzare il LRJ come strumento prognostico nella valutazione dei disordini muscoloscheletrici cronici.

In due studi inclusi in questa revisione è stato dimostrato un miglioramento dei soggetti con DMS nel LRJ all'applicazione del test in fasi successive, non associato alla familiarità del compito (Linder et al., 2016, Baarbè et al., 2016). In letteratura però non sono stati ritrovati RCT sull'utilizzo della GMI e del LRJ come parte del trattamento del dolore muscoloscheletrico cronico. Sarebbero necessari quindi RCT che vadano a verificare un miglioramento del dolore o della disabilità anche nei DMS tramite l'utilizzo del LRJ. Confermando tale ipotesi applicazioni ripetute del LRJ potrebbero in futuro essere utilizzate non solo come strumento di valutazione ma come parte del trattamento o misura di outcome della riorganizzazione funzionale del body schema nei DMS.

LIMITI

I limiti di questo elaborato riguardano l'aspetto metodologico: gli studi inclusi nella revisione sono stati selezionati, elaborati e discussi da un solo revisore. La ricerca è stata condotta su una sola banca dati per cui alcuni articoli potrebbero non essere stati inclusi nella revisione sistematica. Inoltre il numero esiguo della popolazione esaminata, la

presenza in letteratura solo di studi osservazionali sull'argomento, e la mancanza della valutazione della qualità metodologica degli studi non ha permesso di produrre evidenze di buona qualità.

La metodologia con cui gli studi hanno impiegato il LRJ, l'utilizzo di immagini diverse e la mancanza di un'uniforme spiegazione sulla tipologia di compito richiesto hanno prodotto risultati differenti nelle prestazioni del compito di lateralità. Ciò rende difficile uniformare e rendere generalizzabili i risultati.

BIBLIOGRAFIA

1. Baarbé J, Yields P, Haavik H, Holmes M, Debison-Larabie C, Murphy B, editors. Enhanced cerebellar disinhibition when cervical manipulation precedes motor learning in patients with subclinical neck pain. World Federation of Chiropractic Biannual Meeting; 2015 May 13-16; Athens, Greece; 2015.
2. Bahrick, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive-visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, 21, 963–973

3. Banic B, Petersen-Felix S, Andersen OK, Radanov BP, Villiger PM, Arend-Nielsen L, et al. Evidence for spinal cord hypersensitivity in chronic pain after whiplash injury and in fibromyalgia. *Pain* 2004;107(1e2):7e15.
4. Bland JD. Carpal tunnel syndrome. *Curr Opin Neurol.* 2005; 18:581–585.
5. Bonda E, Petrides M, Frey S, et al. Neural correlates of mental transformations of the body-in-space. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1995;92:11180–11184.
6. Botvinick, M., Cohen, J., 1998. Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. *Nature* 391, 756.
7. Bray H, Moseley GL. Disrupted working body schema of the trunk in people with back pain. *Br J Sport Med* 2011; 45:16873.
8. Breckenridge, J.D., McAuley, J.H., Butler, D.S., Stewart, H., Moseley, G.L., Ginn, K.A., 2017. The development of a shoulder specific left/right judgement task: validity & reliability. *Musculoskelet. Sci. Pract.* 28, 39–45.
9. Bremner, A.J., Holmes, N.P., Spence, C., 2008. Infants lost in (peripersonal) space? *Trends Cogn. Sci.* 12, 298–305

10. Brumagne S, Janssens L, Janssens E, et al. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait Posture*. 2008;28:657–662.
11. Buitenhuis J, de Jong P J, Jaspers J P, Groothoff J W, 2009 "Work disability after whiplash: a prospective cohort study" *Spine* 34 262 ^ 267
12. Chiarotto, A., Fernandez-de-Las-Penas, C., Castaldo, M., Negrini, S., Villafane, J.H., 2013a. Widespread pressure pain hypersensitivity in elderly subjects with unilateral thumb carpometacarpal osteoarthritis. *Hand N. Y* 8 (4), 422–429.
13. Chiarotto, A., Fernandez-de-las-Peñas, C., Castaldo, M., Villafañe, J.H., 2013b. Bilateral pressure pain hypersensitivity over the hand as potential sign of sensitization mechanisms in individuals with thumb carpometacarpal osteoarthritis. *Pain Med*. 14 (10), 1585–1592.
14. Chien A, Eliav E, Sterling M. Hypoaesthesia occurs with sensory hypersensitivity in chronic whiplash e further evidence of a neuropathic condition. *Manual Therapy* 2009;14(2):138e46
15. Cole J, Paillard J. Living without touch and peripheral information about body position and movement: studies with deafferented subjects. In: Bermudez J, Marcel A, Eilan N, eds. *The Body and the Self*. Cambridge: MIT Press; 1995: 245–266.

16. COOPER, L. A. & SHEPARD, R. N. 1975. Mental transformations in the identification of left and right hands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 104, 48-56.
17. Coppieters MWSchmid AB , Left/right judgment of body parts is selectively impaired in patients with unilateral carpal tunnel syndrome.
18. Coslett HB, Medina J, Kliot D, et al. Mental motor imagery indexes pain: the hand laterality task. *Eur J Pain*. 2010;14: 1007–1013.
19. Coslett HB, Medina J, Kliot D, et al. Mental motor imagery indexes pain: the hand laterality task. *Eur J Pain*. 2010;14:1007–1013
20. Creem-Regehr SH, Neil JA, Yeh HJ. Neural correlates of 2 imagined egocentric transformations. *Neuroimage* 2007;35: 916-27.
21. Dagsdottir LK, Skyt I, Vase L, Baad-Hansen L, Castrillon E, Svensson P. Experimental orofacial pain and sensory deprivation lead to perceptual distortion of the face in healthy volunteers. *Exp Brain Res* 2015;233(9):2597-606. 38
22. Blakemore SJ, Frith CD, Wolpert DM. Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *J Cogn Neurosci* 1999;11(5):551–9.

23. Daligadu J, Haavik H, Yelder PC, Baarbe J, Murphy B. Alterations in cortical and cerebellar motor processing in subclinical neck pain patients following spinal manipulation. *J Manipulative Physiol Ther* 2013;36:527-37

24. Daly AE, Bialocerkowski AE. Does evidence support physiotherapy management of adult complex regional pain syndrome type one? A systematic review. *Eur J Pain* 2009;13:339–53

25. De Simone L, Tomasino B, Marusic N, Eleopra R, Rumiati RI. The effects of healthy aging on mental imagery as revealed by egocentric and allocentric mental spatial transformations. *Acta Psychologica* 2013;143(1):146-56.

26. Desmurget M, Grafton S. Forward modeling allows feedback control for fast reaching movements. *Trends Cogn Sci* 2001;4(11):423–31.

27. de Vignemont F. Body schema and body image--pros and cons. *Neuropsychologia*. 2010 Feb;48(3):669–80.

28. Druschky K, Kaltenhauser M, Hummel C, et al. Alteration of the somatosensory cortical map in peripheral mononeuropathy due to carpal tunnel syndrome. *Neuroreport*. 2000;11:3925–3930

29. Elsig S, Luomajoki H, Sattelmayer M, Taeymans J, Tal-Akabi A, Hilfiker R. Sensorimotor tests, such as movement control and laterality judgment accuracy, in persons with recurrent neck pain and controls. A case-control study. *Manual Therapy* 2014;19(6):555-61.
30. Ernst M O, Banks M S, 2002 "Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion" *Nature* 415 429 ^ 433
31. Fernandez-Carnero, J., Fernandez-de-Las-Penas, C., de la Llave-Rincon, A.I., Ge, H.Y., Arendt-Nielsen, L., 2009. Widespread mechanical pain hypersensitivity as sign of central sensitization in unilateral epicondylalgia: a blinded, controlled study. *Clin. J. Pain* 25 (7), 555–561.
32. Fiorio M, Tinazzi M, Aglioti SM. Selective impairment of hand mental rotation in patients with focal hand dystonia. *Brain*. 2006;129:47–54.
33. Finke R A, 1989 *Principles of Mental Imagery* (Cambridge, MA: MIT Press) Knox J J, Beilstein D J, Charles S D, Aarseth G A, Rayar S, Treleaven J, Hodges P W, 2006 "Changes in head and neck position have a greater effect on elbow joint position sense in people with whiplash-associated disorders" *Clinical Journal of Pain* 22 512 ^ 518

34. Flor H BC, Elbert T, Birbaumer N. Extensive reorganization of primary somatosensory cortex in chronic back pain patients. *Neurosci. Lett.* 1997;224:5-8.
35. Flor H, Denke C, Schaefer M, et al. Effect of sensory discrimination training on cortical reorganisation and phantom limb pain. *Lancet.* 2001;357:1763–1764.
36. Flor H. Maladaptive plasticity, memory for pain and phantom limb pain: review and suggestions for new therapies. *Expert Rev Neurother.* 2008;8:809–818.
37. Funk M, Brugger P. Mental rotation of congenitally absent hands. *J Int Neuropsychol Soc.* 2008;14:81–89
38. Ghez C, Gordon J, Ghilardi M F, 1995 "Impairments of reaching movements in patients without proprioception. II. Effects of visual information on accuracy" *Journal of Neurophysiology* 73 361 ^ 372
39. Grafton ST, Arbib MA, Fadiga L, Rizzolatti G. Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. *Exp. Brain Res.* 1996;112:103–111
40. Grèzes J, Decety J. Functional anatomy of execution, mental simulation, observation and verb generation of actions: a meta-analysis. *Hum. Brain Mapp.* 2001b;12:1–19
41. Grüsser, S., Winter, C., Mühlnickel, W., Denke, C., Karl, A., Villringer, K., et al. (2001). The relationship of perceptual phenomena and cortical reorganization in

upperextremityamputees. *Neuroscience* 102, 263–272.doi:10.1016/S0306-4522(00)00491-7

42. Gustin , S.M. , Wrigley , P.J. , Ganevia , S.C. , Middleton , J.W. , Henderson , L.A. , & Siddal , P.J. (2008). Movement imagery increases pain in people with neuropathic pain following complete thoracic spinal cord injury . *Pain* , 137 , 237 – 244

43. Hartzell, M.M., Dodd, C.D.T., Gatchel, R.J., 2017. Stress and musculoskeletal injury. In: *The Handbook of Stress and Health: a Guide to Research and Practice*, pp. 210.

44. Helmich RC, de Lange FP, Bloem BR, et al. Cerebral compensation during motor imagery in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*. 2007;45:2201–2215.

45. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol*. 2003;13:361–370.

46. Hodges, P.W., Tucker, K., 2011. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* 152 (3 Suppl. I), S90–S98

47. Hoyek, N., Di Rienzo, F., Collet, C., Creveaux, T., Guillot, A., 2014. Hand mental rotation is not systematically altered by actual body position: laterality judgment versus same–different comparison tasks. *Atten. Percept. Psychophys*. 76 (2), 519–526.

48. Hudson ML, McCormick K, Zalucki N, et al. Expectation of pain replicates the effect of pain in a hand laterality recognition task: bias in information processing toward the painful side? *Eur J Pain* 2006;10:219–24
49. Johnson, S., Hall, J., Barnett, S., Draper, M., Derbyshire, G., Haynes, L., Rooney, C., Cameron, H., Moseley, G. L., De, C. W. A. C., McCabe, C. & Goebel, A. 2012. Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain. *European Journal of Pain*, 16, 550-61.
50. Kasch H, Qerama E, Bach FW, Jensen TS. Reduced cold pressor pain tolerance in nonrecovered whiplash patients: a 1-year prospective study. *European Journal of Pain* 2005;9(5):561e9.
51. Kelly DD, Murphy BA, Backhouse DP. Use of a mental rotation reaction-time paradigm to measure the effects of upper cervical adjustments on cortical processing: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 2000;23:246-51.
52. Kobayashi, Y., Kurata, J., Sekiguchi, M., Kokubun, M., Akaishizawa, T., Chiba, Y., . . . Kikuchi, S. (2009). Augmented cerebral activation by lumbar mechanical stimulus in chronic low back pain patients: An FMRI study. *Spine*, 34(22), 2431-2436
53. Lorimer G., Moseley, Nadia Zalucki, Frank Birklein, Johan Marinus, Jacobus J. van Hilten, Hannu Luomajoki, Thinking about movement hurts: The effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain.

54. MacLachlan , M. , McDonald , D. , & Waloch , J. (2004). Mirror treatment of lower limb phantom pain: A case study . *Disability and Rehabilitation* , 26 , 901 – 904 .
55. Maihofner C, Handwerker HO, Neundorfer B, et al. Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology*. 2003;61:1707–1715.
56. McCormick K, Zalucki N, Hudson M, et al. Faulty proprioceptive information disrupts motor imagery: an experimental study. *Aust J Physiother* 2007;53:41–5.
57. Moseley G, Butler DS, Beames TB, et al. *The Graded Motor Imagery Handbook*. Adelaide: Noigroup Publications; 2012
58. Moseley G, Herbert RD, Parsons T, et al. Intense pain soon after wrist fracture strongly predicts who will develop complex regional pain syndrome: prospective cohort study. *J Pain*. (In press).
59. Moseley GL, Gallace A, Iannetti GD. Spatially defined modulation of skin temperature and hand ownership of both hands in patients with unilateral complex regional pain syndrome. *Brain*. 2012;135:3676–3686
60. Moseley, G. L. (2003). A pain neuromatrix approach to patients with chronic pain. *Manual Therapy*, 8(3), 130-140.
61. Moseley GL, Gallace A, Spence C. Bodily illusions in health and disease: physiological and clinical perspectives and the concept of a cortical ‘body matrix’. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012;36:34–46

62. Moseley, G.L. (2005). Distorted body image in complex regional pain syndrome. *Neurology* 65, 773. doi:10.1212/01.wnl.0000174515.07205.11
63. Moseley GL. Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial. *Neurology*. 2006;67:2129–2134
64. Moseley GL. Why do people with complex regional pain syndrome take longer to recognize their affected hand? *Neurology* 2004b;61(12):2182e6.
65. Moseley, G.L. (2008). Distorted body image and tactile dysfunction in patients with chronic back pain. *Pain* 140, 239–243. doi:10.1016/j.pain.2008. 08.001
66. Moseley GL, Gallace A, Spence C. Space-based, but not arm-based, shift in tactile processing in complex regional pain syndrome and its relationship to cooling of the affected limb. *Brain* 2009;132(Pt 11):3142-51.
67. Moseley GL, Gallagher L, Gallace A. Neglect-like tactile dysfunction in chronic back pain. *Neurology* 2012;79(4):327-32.
68. Moseley, G. L., & Flor, H. (2012). Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: A review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(6), 646-652.
69. Moseley GI, Zalucki N, Birklein F, Marinus J, van Hilten JJ, Luomajoki H. Thinking about movement hurts: the effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain. *Arthritis Rheum* 2008;59:623–31.

70. Nakamura A, Yamada T, Goto A, et al. Somatosensory homunculus as drawn by MEG. *NeuroImage*. 1998;7:377–386.
71. Napadow V, Kettner N, Ryan A, et al. Somatosensory cortical plasticity in carpal tunnel syndrome—a cross-sectional fMRI evaluation. *Neuroimage*. 2006;31:520–530
72. Nico D, Daprati E, Rigal F, et al. Left and right hand recognition in upper limb amputees. *Brain*. 2004;127:120–132
73. Parsons LM, Fox PT, Downs JH, Glass T, Hirsch TB, Martin CC, et al. Use of implicit motor imagery for visual shape discrimination as revealed by PET. *Nature* 1995; 375(6526):54e8
74. Parsons LM, Fox PT. The neural basis of implicit movements used in recognising hand shape. *Cogn Neuropsych* 1998;15:583-615.
75. Parsons LM. Imagined spatial transformations of one's hands and feet. *Cognit Psychol*. 1987;19:178–241.
76. Parsons, L. M. 1987a. Imagined spatial transformation of one's body. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 172-191.
77. Parsons, L. M. 1987b. Imagined spatial transformations of one's hands and feet. *Cognitive Psychology*, 19, 178-241.
78. Parsons LM. Integrating cognitive psychology, neurology and neuroimaging. *Acta Psychol*. 2001;107:155–181
79. PARSONS, L. M. 1994. Temporal and kinematic properties of motor behavior reflected in mentally simulated action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 709-730.

80. Passatore M, Roatta S, 2006 "Influence of sympathetic nervous system on sensorimotor function whiplash associated disorders (WAD) as a model" *European Journal of Applied Physiology* 98 423 ^ 449
81. Penfield, W. & Rasmussen, T. (1950). *The cerebral cortex of man; a clinical study of localization of function*. London: Macmillan
82. Popa LS, Hewitt AL, Ebner TJ. Purkinje cell simple spike discharge encodes error signals consistent with a forward internal model. *Cerebellum* 2013;12:331-3.
83. Ramachandran , V.S. , & Rogers-Ramachandran , D. (1996). Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors . *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* , 263 , 377 – 386 .
84. Ramachandran VS, Rogers Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. *Nature* 1995;377:489–490
85. Reinersmann, A., Landwehrt, J., Krumova, E.K., Ocklenburg, S., Güntürkün, O., Maier, C., 2012. Impaired spatial body representation in complex regional pain syndrome type 1 (CRPS I). *Pain*.
86. Reinersmann A, Haarmeyer GS, Blankenburg M, et al. Left is where the I is right. Significantly delayed reaction time in limb laterality recognition in both crps and phantom limb pain patients. *Neurosci Lett*. 2010;486:240–245
87. Richter H, Magnusson S, Imamura K, Fredrikson M, Okura M, Watanabe Y, Laingstroöm B, 2002 "Mental rotation and natural motor performance following successive stages of long term adaptation to prism reversed vision" *Experimental Brain Research* 144 445 ^ 457

88. Rizzolatti G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V. The space around us. *Science* 1997;277:1901
89. Ross, C., Juraskova, I., Lee, H., Parkitny, L., Stanton, T.R., Moseley, L.G., McAuley, J.H., 2015. Psychological distress mediates the relationship between pain and disability in hand or wrist fractures. *J. Pain* 16 (9), 836–843.
90. Sandlund J, Djupsjöbacka M, Ryhed B, Hamberg J, Björklund M, 2006 "Predictive and discriminative value of shoulder proprioception tests for patients with whiplash-associated disorders" *Journal of Rehabilitation Medicine* 38 44 ^ 49
91. Sanger, J., Bechtold, L., Schoofs, D., Blaszkewicz, M., Wascher, E., 2014. The influence of acute stress on attention mechanisms and its electrophysiological correlates. *Front. Behav. Neurosci.* 8, 353
92. Schaefer M1, Noennig N, Heinze HJ, Rotte M. Fooling your feelings: artificially induced referred sensations are linked to a modulation of the primary somatosensory cortex. *Neuroimage*. 2006 Jan 1;29(1):67-73. Epub 2005 Jul 28.
93. Schwoebel J, Coslett HB, Bradt J, Friedman R, Dileo C. Pain and the body schema: effects of pain severity on mental representations of movement. *Neurology* 2002;59(5):775–7.
94. Schwoebel J, Coslett HB. Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *J Cogn Neurosci* 2005;17:543–53
95. Schwoebel J, Friedman R, Duda N, et al. Pain and the body schema: evidence for peripheral effects on mental representations of movement. *Brain* 2001;124:2098–104
96. SEKIYAMA, K. 1982. Kinesthetic aspects of mental representations in the identification of left and right hands. *Perception and Psychophysics*, 32, 89-95.

97. Silva S, Loubinoux I, Olivier M, et al. Impaired visual hand recognition in preoperative patients during brachial plexus anesthesia: importance of peripheral neural input for mental representation of the hand. *Anesthesiology*. 2011;114:126–134.
98. Shadmehr R, Smith MA, Krakauer JW. Error correction, sensory prediction, and adaptation in motor control. *Annu Rev Neurosci* 2010;33:89-108.
99. Shanahan CJ, Hodges PW, Wrigley TV, Bennell KL, Farrell MJ. Organisation of the motor cortex differs between people with and without knee osteoarthritis. *Arthritis Res Ther* 2015;17(1):164. Stanton, T.R., Lin, C.W., Smeets, R.J., Taylor, D., Law, R., Lorimer Moseley, G., 2012.
100. Spatially defined disruption of motor imagery performance in people with osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)* 51 (8), 1455–1464.
101. Steenbergen B, van Nimwegen M, Craje C. Solving a mental rotation task in congenital hemiparesis: motor imagery versus visual imagery. *Neuropsychologia*. 2007;45:3324–3328
102. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J. Sensory hypersensitivity occurs soon after whiplash injury and is associated with poor recovery. *Pain* 2003;104(3):509e17.
103. Sterling MP, Hodkinson EB, Pettiford CB, Souvlis TP, Curatolo MP. Psychologic factors are related to some sensory pain thresholds but not nociceptive flexion reflex threshold in chronic whiplash [Article]. *Clinical Journal of Pain* 2008;24(2): 124e30
104. Sundstrom T, Guez M, Hildingsson C, Toolanen G, Nyberg L, Riklund K, 2006
 ``Altered cerebral blood flow in chronic neck pain patients but not in whiplash patients: a (99m)Tc-HMPAO rCBF study" *European Spine Journal* 15 1189 ^ 119

105. Tecchio F, Padua L, Aprile I, et al. Carpal tunnel syndrome modifies sensory hand cortical somatotopy: a meg study. *Hum Brain Mapp.* 2002;17:28–36
106. Tessari A, Tsakiris M, Borghi AM, Serino A. (2010). The sense of body: A multidisciplinary approach to body representation. *Neuropsychologia* 48(3):643-4
107. Thunberg J, Lyskov E, Korotkov A, Ljubisavljevic M, Pakhomov S, Katayeva G, Radovanovic S, Medvedev S, Johansson H, 2005 ``Brain processing of tonic muscle pain induced by infusion of hypertonic saline" *European Journal of Pain* 9 185 ^ 194
108. Vingerhoets G, de Lange FP, Vandemaele P, et al. Motor imagery in mental rotation: an fmri study. *Neuroimage.* 2002; 17:1623–1633.
109. Wallwork SB, Butler DS, Fulton I, et al. Left/right neck rotation judgments are affected by age, gender, handedness and image rotation. *Man Ther.* 2013;18:225–230.
110. Wallwork SB, Butler DS, Wilson DJ, et al. Are people who do yoga any better at a motor imagery task than those who do not? *Br J Sports Med.* 2012. [Epub ahead of print]
111. Wand, B. M., Parkitny, L., O'Connell, N. E., Luomajoki, H., McAuley, J. H., Thacker, M., & Moseley, G. L. (2011). Cortical changes in chronic low back pain: Current state of the art and implications for clinical practice. *Manual Therapy*, 16(1), 15-20
112. Weiner, D.K., Rudy, T.E., Morrow, L., Slaboda, J., Lieber, S., 2006. The relationship between pain, neuropsychological performance, and physical function in communitydwelling older adults with chronic low back pain. *Pain Med.* 7 (1), 60–70.

113. Wilson P H, Maruff P, Butson M, Williams J, Lum J, Thomas P R, 2004
 ``Internal representation of movement in children with developmental coordination disorder: a mental rotation task" *Developments in Medical Child Neurology* 46 754 ^
 759

APPENDICE 1

STRINGA:

("musculoskeletal disorders"[MeSH] OR "musculoskeletal pain"[Mesh] OR "musculoskeletal disease"[MeSH] OR "musculoskeletal injuries"[MeSH] OR "musculoskeletal manifestation[tiab]" OR "musculoskeletal condition" [tiab] OR "musculoskeletal problems"[tiab] OR "chronic musculoskeletal pain"[tiab]OR"Cumulative Trauma Disorders"[MeSH])AND"Back Pain"[tiab] OR "Low Back Pain"[Mesh]OR "Lower Back Pain"[tiab] OR Lumbago[tiab] OR "Low Back Ache"[tiab] OR "Back Ache"[tiab] OR "Low Back Ache"[tiab] OR "Low Backache*" [tiab] OR"Neck Pain "[MeSH] OR "Neck Ache*" [tiab] OR Cervicalgia* [tiab] OR Cervicodynia* [tiab] OR Neckache* [tiab] OR "Cervical Pain" [tiab] OR "shoulder pain" [tiab] OR Osteoarthritis [MeSH] OR "Carpal Tunnel Syndrome" [MeSH] OR Tendinopathy [MeSH] OR "Ankle Injuries" [MeSH] OR "cubital tunnel syndrome" [tiab] OR "Nerve Compression Syndromes" [MeSH] OR "Pelvic Girdle Pain " [tiab] OR "Wrist Injuries" [MeSH] OR "Elbow Tendinopathy" [tiab] OR "knee injuries" [MeSH] OR "Patellofemoral Pain Syndrome" [tiab] OR "Hip Injuries" [MeSH]) AND ("Self Concept" [Mesh] OR "body schema" [Mesh] OR "left right judgment" OR "function laterality" OR "Spatial Behavior" [MeSH] OR "Cortical Excitability" [MeSH] OR "Sensory discrimination" OR "Brain Mapping" [MeSH] OR "Recognition (Psychology)" [Mesh] OR "laterality" [tiab] OR "Neglect-like symptoms" [tiab] OR "Spatial Orientation" [Mesh] [tiab] OR "body matrix" OR "mental rotation" OR "Sensory discrimination" OR "Laterality Judgment Accuracy" OR "spatial discrimination" OR "distorted body image" OR "Imagined transformations of bodies" [tiab] OR "left/right task" OR left/right discrimination" OR "Laterality recognition test" OR "Sensorimotor integration") AND ("Reaction Time" [Mesh] OR "measure mental rotation" OR "left/right judgment task" [tiab] OR "Symptom duration" OR "pain intensity" OR "Symptom distribution" OR severity OR "recognition time" OR "response time" OR accuracy OR "Pain Measurement" [Mesh] OR "Disability Evaluation" [Mesh] OR catastrophisation OR kinesiophobia)

#	Searches	Results
1	("musculoskeletal disorders"[MeSH] OR "musculoskeletal pain"[Mesh] OR "musculoskeletal disease"[MeSH] OR "musculoskeletal injuries"[MeSH] OR "musculoskeletal manifestation[tiab]" OR "musculoskeletal condition" [tiab] OR "musculoskeletal problems"[tiab] OR "chronic musculoskeletal pain"[tiab]OR"Cumulative Trauma Disorders"[MeSH])	<u>17870</u>
2	"Back Pain"[tiab] OR "Low Back Pain"[Mesh]OR "Lower Back Pain"[tiab] OR Lumbago[tiab] OR "Low Back Ache"[tiab] OR "Back Ache"[tiab] OR "Low Back Ache"[tiab] OR "Low Backache*" [tiab] OR"Neck Pain "[MeSH] OR "Neck Ache*" [tiab] OR Cervicalgia* [tiab] OR Cervicodynia* [tiab] OR Neckache* [tiab]	<u>201765</u>

	OR "Cervical Pain"[tiab] OR "shoulder pain"[tiab] OR Osteoarthritis[MeSH] OR "Carpal Tunnel Syndrome"[MeSH] OR Tendinopathy[MeSH]OR "Ankle Injuries"[MeSH]OR "cubital tunnel syndrome"[tiab] OR "Nerve Compression Syndromes"[MeSH]OR "Pelvic Girdle Pain "[tiab]OR "Wrist Injuries"[MeSH]OR "Elbow Tendinopathy"[tiab]OR"Knee injuries"[MeSH]OR "Patellofemoral Pain Syndrome"[tiab]OR "Hip Injuries"[MeSH])	
3	("Self Concept"[Mesh] OR "body schema"[Mesh] OR "left right judgment" OR "function laterality"OR "Spatial Behavior"[MeSH]OR"Cortical Excitability"[MeSH]OR"Sensory discrimination"OR "Brain Mapping"[MeSH]OR "Recognition (Psychology)"[Mesh]OR"laterality"[tiab]OR"Neglect-like symptoms" [tiab]OR"Spatial Orientation"[Mesh][tiab]OR"body matrix" OR"mental rotation"OR"Sensory discrimination" OR "Laterality Judgment Accuracy"OR"spatial discrimination"OR"distorted body image"OR "Imagined transformations of bodies"[tiab] OR "left/right task" OR left/right discrimination")	2003
4	1 OR 2 AND 3	2975
5	("Reaction Time"[Mesh]OR "measure mental rotation"OR"left/right judgment task"[tiab]OR "Symptom duration"OR "pain intensity" OR"Symptom distribution"OR severity OR"recognition time" OR "response time"OR accuracy OR "Pain Measurement"[Mesh] OR "Disability Evaluation"[Mesh] OR catastrophisation OR kinesiophobia)	1060732
6	4 AND 5	435

APPENDICE 3

AUTORE E ANNO	TITOLO	MOTIVO DI ESCLUSIONE
Breckenridge et al; 2017	The development of a shoulderspecific left/right judgementtask: Validity & reliability. Musculoskelet Sci Pract. 2017 Apr;28: 39-45	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTI (SANI)
Hübscher et al,	Movement restriction does not modulate sensory and perceptual effects of exercise-induced arm pain.	ESCLUSIONE PER DOLORE INDOTTO ,NO DMS

Hirschbichler ST2 et al, 2015	Mental rotation and working memory in musicians' dystonia. Eur J Appl Physiol. 2015 May;115(5):1047-55.	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTE (DISORDINE DEL MOVIMENTO)
Katschnig P1 et al, 2010	Mental rotation of body parts and sensory temporal discrimination in fixed dystonia. Mov Disord. 2010 Jun 15;25(8):1061-7	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTE(DISORDINE DEL MOVIMENTO)
Botnmark I1 et al, 2016	Tactile acuity, body schema integrity and physical performance of the shoulder: A cross-sectional study. Man Ther. 2016 Jun;23: 9-16	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA PAZIENTI(SANI)
Kelly DD1 et al, 2000	Use of a mental rotation reaction-time paradigm to measure the effects of upper cervical adjustments on cortical processing: a pilot study. J Manipulative Physiol Ther. 2000	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTE (NO DOLORE CRONICO)
Fiorio M1 et al, 2006	Selective impairment of hand mental rotation in patients with focal hand dystonia. Brain. 2006 Jan;129(Pt 1):47-54.	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTE (DISORDINE DEL MOVIMENTO)
Schwoebel J1 et al 2011	Pain and the body schema: evidence for peripheral effects on mental representations of movement. Brain. 2001 Oct;124(Pt 10):2098-104.	ESCLUSIONE PER TIPOLOGIA DI PAZIENTE(CRPS)

