



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA**



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA  
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**MASTER UNIVERSITARIO DI 1° LIVELLO IN  
“RIABILITAZIONE DISORDINI MUSCOLOSCELETRICI”  
(abilitante al titolo di terapeuta manipolativo OMT)**

**A.A. 2011/2012**

Campus Universitario di Savona

*In collaborazione con Master of Science in Manual Therapy  
Vrije Universiteit Brussel*



**TESI DI LAUREA**

**LA MOBILITA' DEL RACHIDE LOMBARE :  
UNA REVISIONE DELLA LETTERATURA**

**Relatore Prof.**  
Andrea Turolla

**Candidato**  
Massimiliano Arachi

# INDICE

ABSTRACT	Pag. 3
INTRODUZIONE	Pag. 6
MATERIALE E METODI	Pag. 14
RISULTATI	Pag. 18
DISCUSSIONE	Pag. 20
CONCLUSIONI	Pag. 26
BIBLIOGRAFIA	Pag. 27

## ABSTRACT

**Obiettivi :** lo scopo di questo studio è di individuare e raccogliere il maggior numero di conoscenze disponibili in letteratura circa i movimenti artrocinematici ed osteocinematici del rachide lombare.

Vengono inoltre considerate la mobilità e la funzione del rachide lombare, e le possibili alterazioni o variazioni delle stesse in relazione ad alcuni aspetti : età, sesso, attività fisica svolta e dolore riferito dal soggetto.

Si accenna infine a tecniche di valutazione biomeccanica per la colonna lombare, utili all'operatore nella ricerca e nella pratica clinica, e all'affidabilità e riproducibilità interoperatore di alcune apparecchiature in commercio, utilizzate come outcome nella raccolta dei dati durante la valutazione.

**Materiali e metodi :** per la raccolta degli articoli la ricerca è stata condotta sulle banche dati elettroniche PubMed e PEDro.

Le parole chiave utilizzate sono state:

- “ *range of movement lumbar spine* ” ;
- “ *low back pain AND physical activity* “;
- “ *age AND lumbar motion* “;
- “ *outcome movement lumbar spine*”;

I criteri di inclusione selezionati per gli articoli sono stati:

- pubblicazioni successive all'anno 1990;
- lingua inglese;
- la presenza di informazioni circa la mobilità del rachide lombare e le principali misure di outcome per la sua misurazione;

Gli articoli presi in considerazione per la stesura di questa revisione descrivono la correlazione tra:

- dolore ed alterazione delle funzioni biomeccaniche del tronco e dell'attività della colonna lombare in soggetti con mal di schiena;

- età del soggetto e cambiamenti nella mobilità del rachide lombare che ne derivano;
- attività fisica svolta dal soggetto e fattori di rischio correlati alla comparsa di lombalgia;

I soggetti dei gruppi presenti negli studi sono rappresentati da un campione eterogeneo per quanto riguarda età, sesso, condizioni socio – economiche e presenza di mal di schiena.

**Risultati:** i risultati della revisione hanno evidenziato che nella colonna vertebrale di un adulto sano si possono riscontrare in media 55,4° di flessione anteriore, 23,1° di estensione, 21,7° di flessione laterale a sinistra, 22,8° di flessione laterale a destra , 14,1° di rotazione assiale a sinistra e 13,1° di rotazione assiale a destra.

I valori medi del rom lombare in soggetti asintomatici nei tre piani di movimento sono influenzati in percentuali importanti dall'avanzare dell'età, con misura simile in entrambi i sessi. In particolare i valori medi di riferimento sono :

- flessione 68° donne / 73° uomini
- estensione 28° donne / 29° uomini
- inclinazione laterale dx 27° donne / 28° uomini
- inclinazione laterale sx 28° donne / 28° uomini
- rotazione dx 8° donne / 7° uomini
- rotazione sx 6° donne / 7° uomini

Vi è una forte evidenza che carichi pesanti di lavoro e l'assunzione o il mantenimento di posizioni errate o scomode (soprattutto in flessione e rotazione) sono fattori di rischio per il mal di schiena. Sono stati individuati inoltre livelli di rischio, da moderato a forte, nello svolgimento di varie attività come movimentazione manuale di carichi (spingere, tirare, sollevare, trasportare) e professioni varie, come quella infermieristica, fortemente associati a LBP; al contrario sport, tempo libero ed attività occupazionali sono associate moderatamente a rischio di LBP.

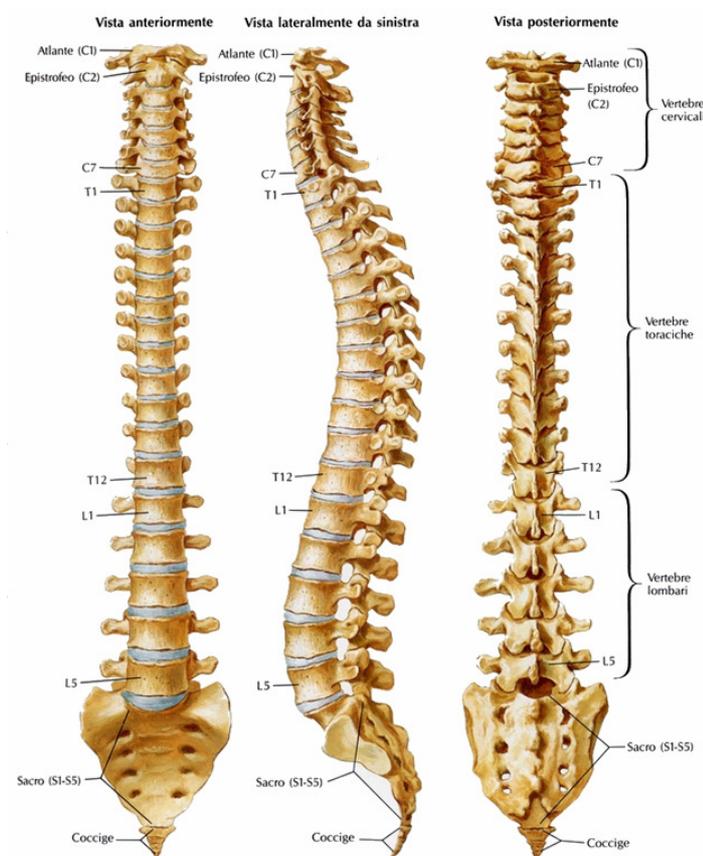
**Conclusioni:** per definire e costruire un piano riabilitativo corretto e porsi degli obiettivi adeguati, gli operatori devono tener conto dei dati relativi all'età ed all'instaurarsi di alterate condizioni artrocinematiche e muscolo-tendinee del paziente affetto da LBP, in modo da poter rendere il piano di trattamento più attinente e specifico. Ecco l'importanza fondamentale di avere a disposizione un database di valori sulla mobilità del rachide lombare, cui far riferimento per confrontare i risultati ottenuti dalle misurazioni di tali valori in ambito clinico e quantificarne le possibili discrepanze.

# INTRODUZIONE

## ANATOMIA FUNZIONALE E BIOMECCANICA

Il rachide, o colonna vertebrale, può essere nel suo insieme paragonato ad una colonna flessibile a snodi ancorata alla base (sacro), sottoposta a carichi di varia natura (compressione assiale ed eccentrica, trazione, taglio, flessione, torsione) e sostenuta da tiranti muscolari e legamentosi ad azione equilibrante le forze e i momenti esterni generati da questi carichi. Poiché l'assetto della base (sacro) influenza ed è influenzato dall'assetto dei segmenti sopra e sottostanti, il segmento lombosacrale va sempre considerato all'interno di un sistema funzionale più complesso costituito da rachide e bacino.

La mobilità coordinata del rachide nei diversi piani dello spazio è consentita dal movimento sincrono e coordinato di tutti i segmenti che lo compongono ( segmenti di movimento fig. 1 ).

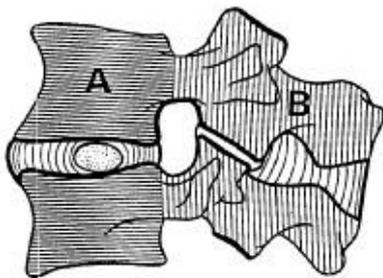


*Fig. 1 : visione del rachide sui diversi piani*

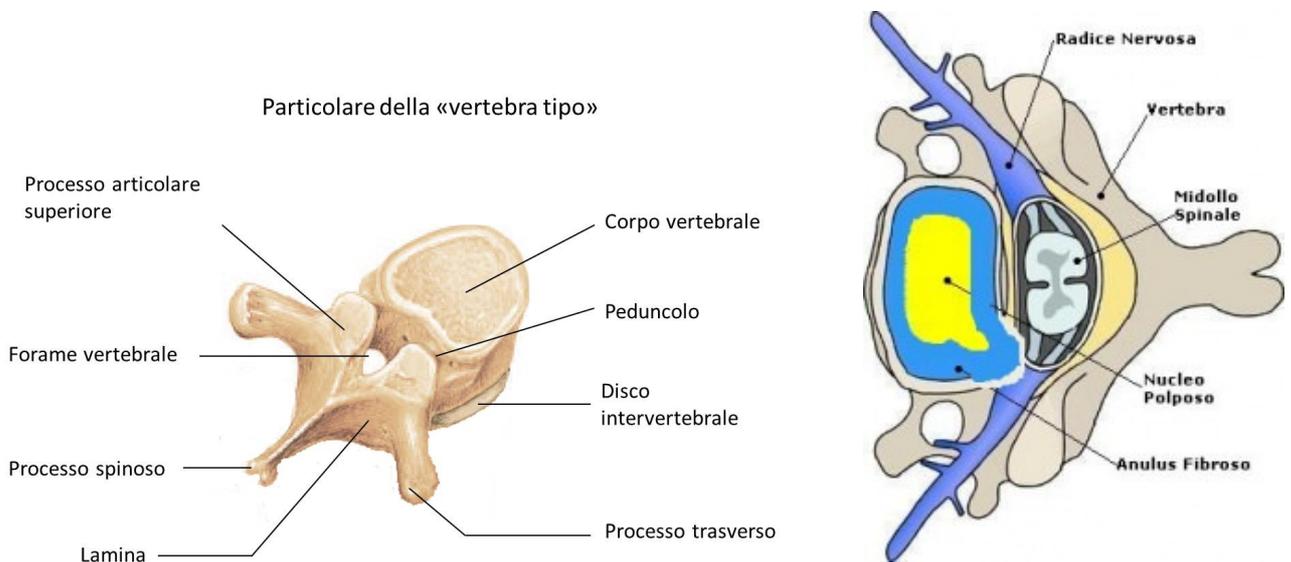
Ogni segmento di movimento, che costituisce l'unità funzionale del rachide, è composto da due vertebre adiacenti e dai tessuti molli interposti (il segmento di movimento più caudale è costituito dalla quinta vertebra lombare e dalla prima sacrale).

Come si può vedere nelle figure 2 e 3, in ogni segmento si distinguono:

- a) una porzione anteriore di sostegno (pilastro anteriore), costituita da due corpi vertebrali adiacenti, dal disco intervertebrale interposto, e dai legamenti (legamento longitudinale anteriore e legamento longitudinale posteriore);
- b) una porzione posteriore, di guida al movimento (pilastro posteriore), costituita dai peduncoli, dalle lamine, dai processi trasversi e spinosi, dalle articolazioni interapofisarie, dai legamenti giallo, sovraspinoso, interspinoso, intertrasverso e dai muscoli.



*Fig. 2 - Segmento di movimento.  
A: pilastro anteriore; B: pilastro posteriore*

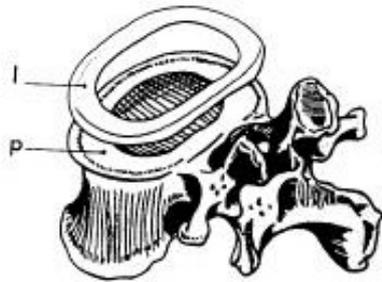


*Fig. 3 - Rappresentazione schematica dei particolari anatomici di una vertebra. Si noti nella porzione anteriore il corpo vertebrale e il disco, nella porzione posteriore i peduncoli, le lamine, le apofisi articolari, le apofisi trasverse, l'apofisi spinosa, i vari legamenti.*

*I peduncoli e le lamine formano nel loro insieme l'arco vertebrale; questo costituisce la parete postero laterale del canale vertebrale, sede di passaggio del midollo spinale (che termina a livello di L2) e delle radici dei nervi periferici.*

## CORPO VERTEBRALE

Il corpo vertebrale è una robusta struttura costituita da una corticale di osso denso che racchiude osso spugnoso. La corticale delle facce superiore e inferiore di ogni corpo vertebrale è chiamata piatto vertebrale; questo è particolarmente ispessito al centro, dove è ricoperto da tessuto cartilagineo; nella sua parte periferica presenta un rilievo marginale (orletto marginale) originato da un nucleo di ossificazione epifisario a forma di anello che si salda col resto del corpo vertebrale alla pubertà (fig. 4).



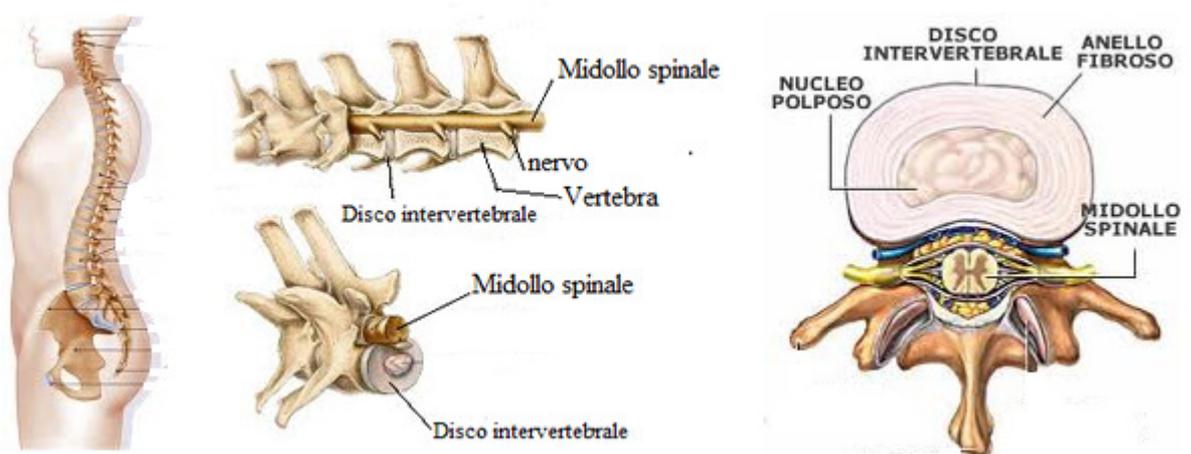
*Fig. 4 - Vertebra lombare.  
Sono evidenziati il piatto cartilagineo (p) e  
l'orletto marginale (l).*

Con l'età, il corpo vertebrale diventa più rigido (minore deformabilità) e non più in grado di immagazzinare la stessa quantità di energia (minore resistenza alla frattura). Questo spiega, da un lato, la maggior predisposizione a fratture nell'anziano (crolli osteoporotici), dall'altro la maggior gravità delle fratture nel giovane (per la maggior quantità di energia liberata al momento della frattura).

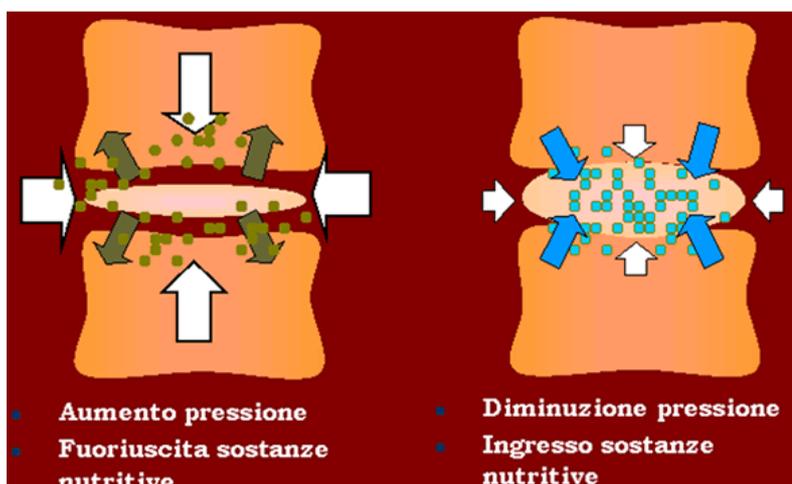
## IL DISCO INTERVERTEBRALE

Costituisce il fulcro attorno a cui avvengono gran parte dei movimenti intervertebrali. Si comporta come una sorta di cuscinetto, situato tra due corpi vertebrali, in grado di sostenere, distribuire e ammortizzare i carichi. E' costituito da una parte centrale fluida, il nucleo polposo, che occupa il 50-60% della sezione trasversa del disco, e da una parte periferica fibroelastica ancorata ai piatti cartilaginei, l'anulus fibrosus, che racchiude il nucleo (Fig.5). Il nucleo è composto essenzialmente da acqua (85%) e da proteoglicani, famiglia di macromolecole la cui funzione è quella di legare notevoli volumi di acqua (effetto osmotico), limitandone la fuoriuscita quando il disco è posto sotto pressione; questa funzione consente di limitare la deformazione a compressione del disco. L'anulus è formato da fibre collagene, organizzate in lamelle concentriche, disposte a strati attorno al nucleo (circa 15-20 strati di lamelle per ogni disco); ciascuna lamella è composta da fasci di fibre a decorso parallelo. Poiché la direzione dei fasci varia da una lamella all'altra (i fasci di

ciascuna lamella sono disposti perpendicolarmente a quelli della lamella adiacente), il collagene forma nel suo complesso una rete fibrosa che, oltre a contenere rigidamente il nucleo, è in grado di deformarsi elasticamente in risposta ai carichi, assorbendo e distribuendo i carichi stessi attraverso il movimento reciproco delle lamelle. La composizione chimica e l'organizzazione strutturale del disco (nucleo ad alto contenuto idrico racchiuso in una struttura elastica a rete ad elevata rigidità) fa sì che il nucleo sia mantenuto sotto costante pressione e la rete di collagene sotto costante tensione, la qual cosa consente ai corpi vertebrali di non venire compressi l'uno sull'altro sotto carico (fig. 6). Questo meccanismo di contenzione perde di efficacia se si riduce la pressione intranucleare per esposizione prolungata al carico, per effetto della riduzione della quantità di proteoglicani, o per cedimento delle fibre dell'anulus e/o dei piatti cartilaginei, con penetrazione al loro interno di materiale nucleare.



*Fig. 5 - Disco intervertebrale, nucleo polposo ed anulus fibroso*



*Fig. 6 - Disco sottoposto a carico e disco a riposo*

## Biomeccanica del rachide lombare

### Rotazione

Le facce articolari superiori delle vertebre lombari, sul piano trasversale, sono rivolte postero medialmente (fig. 7) ; sono concave su un piano trasverso e rettilinee su quello sagittale, e formano un angolo di  $90^\circ$  rispetto al piano trasverso e di  $45^\circ$  su quello frontale. Quando una vertebra superiore ruota sull'inferiore, la rotazione è accompagnata da uno scivolamento del corpo vertebrale della vertebra soprastante su quella sottostante. Quindi il disco intervertebrale non è sollecitato solo in rotazione assiale, cosa che gli permetterebbe un ampio ROM, ma anche di taglio. In vari studi (Weiss HR 1995) la rotazione totale della colonna lombare è di  $10^\circ$  circa. A livello della giunzione lombosacrale la rotazione è leggermente maggiore. Durante la rotazione destra della colonna lombare i corpi vertebrali girano a destra mentre le apofisi spinose a sinistra e viceversa. Tale movimento è limitato dalla tensione delle fibre dell'anulus fibroso e dalla capsula delle articolazioni interapofisarie. I principali muscoli agonisti del movimento sono: l'obliquo interno omolaterale e l'obliquo esterno controlaterale; possono assistere i muscoli paravertebrali, principalmente l'ileo costale omolaterale e il trasverso spinoso controlaterale. Agiscono invece come muscoli sinergici (fissatori): i flessori d'anca, necessari per stabilizzare il bacino, evitando che sia quest'ultimo a ruotare invece che il tronco; i rotatori interni omolaterali e quelli esterni controlaterali alla rotazione, che, nella rotazione del tronco, soprattutto se fatta in posizione eretta, stabilizzano il bacino, impedendogli di ruotare esternamente dal lato della rotazione e internamente dal lato opposto.

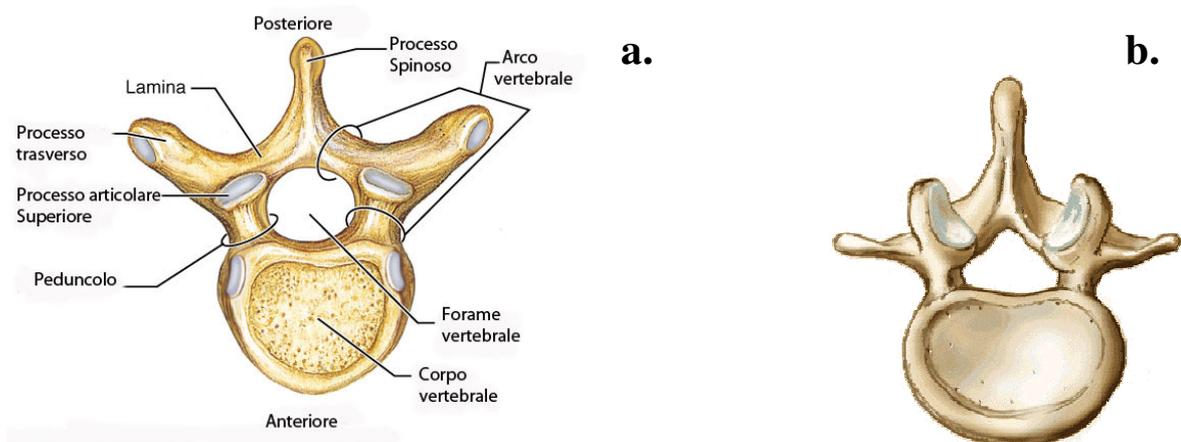


Fig. 7 - Vertebra lombare : **a.** componenti ; **b.** faccette articolari superiori

## Flessione o inclinazione laterale

L'ampiezza della flessione laterale varia secondo l'età e da persona a persona; mediamente è di circa 20°. Diminuisce notevolmente con l'età; vari studi (fra cui quello di Tanz S.S.) hanno mostrato che l'ampiezza di tale movimento arriva anche fino a 60°, nei primi anni di vita, per poi calare drasticamente anche sotto i 20° negli over sessantacinquenni. Tale movimento è limitato dalla compressione della parte omolaterale del disco e dalla tensione dell'anulus fibroso e dei legamenti del lato opposto. I muscoli agonisti del movimento sono: le fibre laterali dell'obliquo interno ed esterno omolaterali, il quadrato dei lombi ed il gran dorsale (per assistere il movimento). Agiscono invece come muscoli sinergici gli abduzioni dell'anca.

## Flesso estensione

Durante il movimento di flessione si ha uno scivolamento posteriore del nucleo discale ed un glide ventro-craniale delle faccette articolari posteriori. Durante l'estensione avviene il contrario: spostamento in avanti del nucleo e glide dorso-caudale delle faccette. L'ampiezza del movimento varia notevolmente da individuo ad individuo e in rapporto all'età.

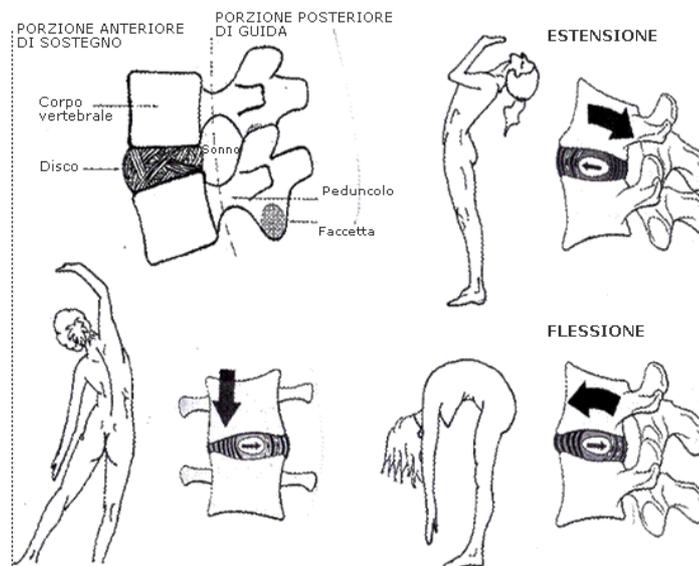


Fig.7 - *Comportamento del disco e del corpo vertebrale durante i movimenti di flessione, estensione ed inclinazione laterale del rachide lombare (fonte immagine [www.my-personaltrainer.it](http://www.my-personaltrainer.it))*

In media l'estensione, che si associa ad un'iperlordosi lombare, ha un'ampiezza di 30°. La flessione che si associa ad una rettilineizzazione del tratto lombare ha un'ampiezza di 40°. L'ampiezza varia molto con l'età. Alcuni studi (Tanz SS 1953) hanno mostrato come la mobilità lombare diminuisca con l'età e sia massima dai 2 ai 13 anni.

Secondo altri autori (David, Allbrook et al. 1957) il rachide lombare è molto più mobile di quello toracico nella flessione estensione.

Il movimento di flessione è limitato dalla compressione della parte anteriore del disco intervertebrale e dalla tensione del legamento longitudinale posteriore, dei legamenti gialli, interspinosi, intertrasversari, sopraspinosi, nonché dalla tensione dell'anello fibroso. Mentre l'estensione è limitata dal contatto dei processi spinosi, dalla compressione della parte posteriore del disco, dalla tensione della parte anteriore del disco e dal legamento longitudinale anteriore.

I muscoli agonisti nella flessione sono il retto dell'addome e in parte l'obliquo, mentre i flessori d'anca stabilizzano il bacino (principalmente l'ileo psoas); gli agonisti della estensione sono l'erector spinae ed i paravertebrali profondi, mentre gli estensori di anca stabilizzano il bacino.

## **Strumentazioni per la misurazione della mobilità del rachide**

### **Elettrogoniometri**

I goniometri possono essere usati per misurare escursioni angolari, sui piani sagittale o frontale, delle articolazioni. L'elettrogoniometro è realizzato con un potenziometro ad alta linearità montato su una struttura a parallelogramma articolato: questa consente un semplice posizionamento del sensore, dal momento che il parallelogramma è in grado di compensare la variabilità del posizionamento del centro di rotazione articolare. La struttura a parallelogramma articolato consente un'accuratezza e ripetibilità migliori di  $\pm 0,5$  gradi.

I goniometri moderni, in particolare, misurano l'escursione delle articolazioni maggiori durante il movimento e la statica, e possono interfacciarsi a computer per l'archiviazione e reportistica istantanea dei dati acquisiti. Questi strumenti vengono utilizzati in ergonomia, in riabilitazione ortopedica e neurologica ed in reumatologia per una valutazione affidabile della mobilità.



*Fig. 8 - Elettrogoniometro applicato all'articolazione del polso*

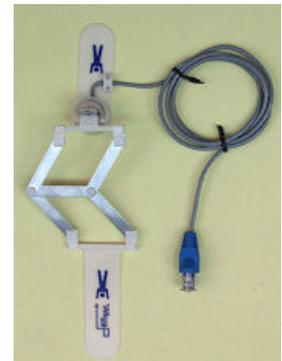
**a.**



**b.**



**c.**



*Fig. 9 - Sviluppo dell'elettrogoniometro nel tempo:*

- a. I primi elettrogoniometri prevedevano collegamenti di interfaccia per mezzo di fili;*
- b. Le componenti di alcuni elettrogoniometri non permettono di effettuare movimenti funzionali durante la valutazione a causa delle difficoltà nella fissazione;*
- c. Elettrogoniometri indossabili con trasmissione Wi – Fi dei dati;*

## MATERIALI E METODI

Per la raccolta degli articoli sulla mobilità del rachide lombare la ricerca è stata condotta sulle banche dati elettroniche PubMed e PEDro.

Le parole chiave utilizzate sono state:

- “ *range of movement lumbar spine* ”;
- “ *low back pain AND physical activity* “;
- “ *age AND lumbar motion* “;
- “ *outcome movement lumbar spine*”;

I criteri di inclusione per la selezione degli articoli sono stati:

- pubblicazioni successive all'anno 1990;
- lingua inglese;
- la presenza di informazioni circa la mobilità del rachide lombare e le principali misure di outcome per la raccolta dei dati;

Una prima selezione degli articoli è stata effettuata sulla base dei criteri di inclusione ed eliminando i duplicati ottenuti dai diversi database.

E' stato effettuato uno screening dei titoli ed abstract degli studi rimasti, escludendo articoli che studiano specifiche patologie e non la mobilità del rachide lombare. Sono stati letti i full-text dei paper rimanenti dopo i primi due processi di screening e sono stati inclusi quelli che:

- si occupano della mobilità del rachide lombare;
- riferiscono modificazioni del range of motion correlate ad età, sesso, attività fisica o dolore;
- contengono dati circa la mobilità del rachide in seguito a valutazione e raccolta attraverso l'utilizzo di outcome ritenuti affidabili;

Nella tabella 1.1 vengono riassunti gli articoli utilizzati nello studio, specificandone le caratteristiche principali.

TABELLA 1.1 - Articoli selezionati per lo studio

Autore anno	metodi ed obiettivi	partecipanti	outcome	risultati
<p>Michael Trokea, Ann P Moored, Frederick J Maillardetb, Elizabeth Cheek</p> <p><b>A normative database of lumbar spine ranges of motion</b></p> <p>Manual Therapy 10 (2005) 198–206 studio prospettico</p>	<p>Utilizzando il CA-6000 Spine Motion analyzer è stato misurato il rom articolare lombare nei tre piani di movimento</p>	<p>I partecipanti sono 405 soggetti (196 donne e 209 uomini) asintomatici, di età compresa tra i 16 ed i 90 anni con attitudini all'attività fisica diverse e condizioni socio economiche diverse</p>	<p>ROM articolare lombare</p>	<p>Non si evidenziano differenze di mobilità importanti tra uomini e donne, mentre è importante la variazione del rom che si verifica al variare dell'età dei soggetti</p>
<p>Pattariya Intolo , Stephan Milosavljevic , David G. Baxter , Allan B. Carman, Poonam Pal , Joanne Munn</p> <p><b>The effect of age on lumbar range of motion: A systematic review</b></p> <p>Manual Therapy 14 (2009) 596–604 revisione sistematica</p>	<p>Sono stati analizzati gli studi di dieci banche dati elettroniche per cercare articoli inerenti alla diminuzione del rom articolare lombare in relazione all'avanzare dell'età. Le banche dati prese in esame sono: Ovidio, Medline, Cinahl, Pedro, Scopus, Pub Med, Pro Quest, Embase, Science Direct</p>	<p>I soggetti presi in esame nei diversi studi sono 3635 (1835 donne e 1800 uomini) tutti asintomatici, di estrazione sociale ed età diverse, con attitudine all'attività sportiva ed attività lavorative diverse</p>	<p>ROM articolare lombare</p>	<p>La riduzione del rom lombare avviene in modo più marcato in entrambi i sessi dopo la 4° decade. La flessione ha una riduzione irregolare con l'avanzare dell'età rispetto all'estensione che ha un decremento costante. La flessione laterale inizia il suo decremento già dopo i 30 anni</p>

<p>j.Dvorak, E. G. Vajda, D. Grob, e M. M. Panjabi</p> <p><b>Normal motion of the lumbar spine as related to age and gender</b></p> <p>Eur Spine J (1995) revisione sistematica</p>	<p>Utilizzando il CA-6000 Spine Motion analyzer è stato misurato il rom articolare lombare nei tre piani di movimento, e confrontati i risultati in relazione ad età e sesso in varie condizioni di raccolta dei dati. Si è inoltre valutata l'affidabilità e la riproducibilità dello strumento utilizzato</p>	<p>I partecipanti sono 104 (62 maschi e 42 femmine) tutti asintomatici e con una età compresa tra i 20 ed i 70 anni e con attitudini all'attività fisica e condizioni socio economiche diverse</p>	<p>ROM articolare lombare</p>	<p>I risultati della misurazione con movimenti passivi di flesso/estensione e rotazione assiale sono maggiori rispetto a quelli con movimenti attivi. Tuttavia la flessione laterale presenta risultati migliori con movimenti attivi. Si è notato inoltre che il rom della colonna lombare aumenta durante il corso della giornata. Il rom diminuisce con l'età ed un risultato significativo si nota per la flessione laterale dopo la 4° decade e per la flesso/estensione già dopo la 2° decade. Non si è registrata una importante differenza di sesso all'interno dei gruppi di età, ma solo una maggiore mobilità in quasi tutti i decenni di età nel sesso maschile. Infine è stato dimostrato che il CA-6000 è uno strumento affidabile per la misurazione della mobilità lombare in un ambiente clinico</p>
<p>G. Van Herp, P. Rowe, P. Salter and J.P. Paul</p> <p><b>Three-dimensional lumbar spinal kinematics, a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years</b></p> <p>Rheumatology (2000) studio prospettico</p>	<p>Utilizzando il sistema di navigazione 3D ISOTRAK SYSTEM POLHEMUS è stato misurato il rom articolare lombare nei tre piani di movimento</p>	<p>I partecipanti sono 100 (50 maschi e 50 femmine) di età compresa tra i 20 ed i 77 anni senza storia di recente lombalgia, trattamenti eseguiti o visite mediche per LBP nei 6 mesi precedenti</p>	<p>ROM articolare lombare</p>	<p>I risultati ottenuti evidenziano una chiara tendenza alla riduzione del movimento lombare con il passare dell'età in entrambi i sessi. Si nota inoltre che le femmine hanno ottenuto migliori risultati in tutti i movimenti analizzati rispetto ai maschi. Tutti i movimenti presentano una consistente riduzione del movimento per ogni decennio di età, tranne che per la flessione nei maschi con età tra i 50-59</p>

<p>Jonathan M. Williams, Inam Haq, Raymond Y. Lee</p> <p><b>Is pain the cause of altered biomechanical functions in back pain sufferers?</b></p> <p>Human Movement Science 29 (2010) studio prospettico</p>	<p>Attraverso l'utilizzo del dolore indotto e modelli sperimentali di sollievo dal dolore, si è cercato di comprendere perchè chi soffre di LBP spesso mostra cambiamenti nel comportamento biomeccanico del tronco e nell'attività muscolare</p>	<p>I partecipanti sono diversi maschi e femmine presi in numero diverso per lo studio di ogni autore. Questi presentano età eterogenee, dai 20 agli 80 anni circa. Vi sono soggetti sintomatici ( quindi con LBP nei diversi stadi ) e soggetti asintomatici</p>	<p>VAS correlata alla diminuzione della mobilità e quindi del ROM;</p> <p>EMG</p>	<p>Non sono stati ottenuti risultati importanti da questi studi sia per la modalità di esecuzione, sia per le modalità di valutazione dei dati ricavati. Risultati interessanti si hanno invece sull'attivazione non corretta di alcuni muscoli come il multifido a livello lombare, il trasverso dell'addome e l' erector spinae nell'esecuzione di alcune attività</p>
<p>Hans Heneweer , Filip Staes, Geert Aufdemkampe, Machiel van Rijn, Luc Vanhees</p> <p><b>Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature</b></p> <p>Eur Spine J (2011) revisione sistematica</p>	<p>Attraverso la raccolta di articoli da banche dati diverse tra cui Pub Med , CINAHL, Embase, si è cercato di individuare relazioni tra attività fisica (professione, tempo libero, sport) e mal di schiena</p>	<p>Numerosi soggetti sintomatici, maggiorenni, con diversi impieghi, condizioni economiche ed attitudini all'attività fisica</p>	<p>Episodi di LBP, questionari, interviste</p>	<p>Secondo la letteratura analizzata in questo articolo, c'è forte evidenza che carichi pesanti di lavoro e l'esposizione a posizioni scomode sono fattori di rischio per il mal di schiena. Pesante lavoro fisico, movimentazione di carichi e flessioni in torsione sono quindi da considerarsi importanti fattori di rischio. Risultati inconsistenti sono stati invece trovati per il tempo libero, le attività fisiche e sportive esercitate</p>

# RISULTATI

Dalla ricerca effettuata sono stati ottenuti complessivamente 170 risultati.

Attraverso l'applicazione di filtri temporali e di lingua ne sono stati esclusi 101.

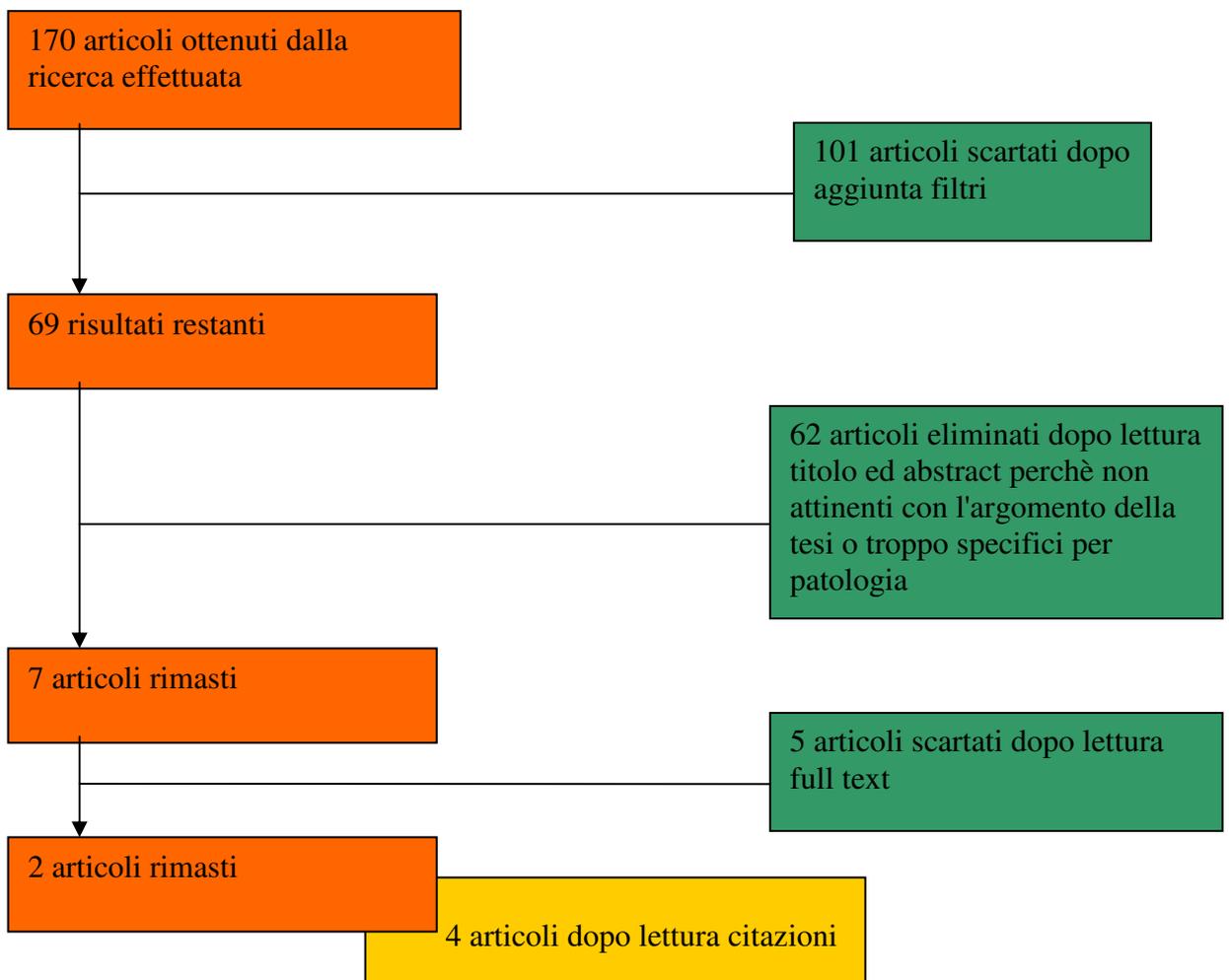
Una seconda selezione è stata effettuata in seguito alla lettura del titolo e dell'abstract di ciascun articolo. Sono stati eliminati altri 62 articoli perchè riguardanti interventi chirurgici, patologie specifiche, interventi riabilitativi ed altri argomenti non pertinenti.

E' stato letto il full-text dei 7 articoli rimasti e ne sono stati scartati 5, poichè non contenenti dati o informazioni rilevanti sulla mobilità della colonna lombare.

Dalla lettura delle citazioni correlate dei rimanenti articoli, sono stati visionati ed inclusi altri 4 studi inerenti le modificazioni di movimento correlate all'età, al sesso, all'attività fisica ed al dolore.

Il diagramma di flusso (tabella 2.1) di seguito riportato riassume graficamente quanto descritto.

TABELLA 2.1 - Diagramma di flusso sugli articoli scelti



Sono stati selezionati complessivamente 6 articoli: uno studio pilota che fornisce delle indicazioni e delle misure di riferimento, partendo da uno studio più datato con le stesse finalità; due articoli che descrivono i cambiamenti del rom lombare con l'avanzare dell'età in entrambi i sessi; un articolo che indica i cambiamenti dei movimenti del rachide lombare e dell'attività muscolare in una condizione di LBP in soggetti praticanti un'attività lavorativa o sportiva.

## DISCUSSIONE

In questa revisione sono stati inclusi 1 studio pilota e 5 studi definitivi, le cui principali caratteristiche sono descritte nelle tabelle seguenti.

Tabella 3.1 - A normative database of lumbar spine range of motion

Riferimento bibliografico tipo di studio		obbiettivi				materiali e metodi			
Michael Trokea, Ann Moored, Frederick J Maillardetb, Elizabeth Cheek  <b>A normative database of                      lumbar spine ranges of                      motion</b>  Manual Therapy 10 (2005) 198 - 206 studio prospettico		Sviluppare una banca dati completa riguardo ai movimenti del rachide lombare in pazienti asintomatici, in relazione correlata all'età ed al sesso del soggetto				Utilizzando il CA6000 Spine Motion analyzer è stato misurato il rom articolare lombare nei tre piani di movimento su un campione composto da 405 soggetti (196 donne e 209 uomini) di età compresa tra 16 e 90 anni con diverse attitudini all'attività fisica			
<b>risultati</b>									
patologia	N° pazienti		rom° flex	rom° est	rom° inc dx	rom° inc sx	rom° rot dx	rom° rot sx	
asintomatici	405	209	68	28	27	28	8	6	
	196		73	29	28	28	7	7	
<b>osservazioni</b>									
A differenza degli studi simili effettuati in precedenza non si evidenziano dati rilevanti riguardo alla mobilità tra maschio e femmina, mentre è facile e maggiormente auspicabile individuare differenze correlate all'età									
<b>legenda</b>									
rom flex = rom articolare flessione lombare rom est = rom articolare estensione lombare rom inc dx = rom articolare lateroflessione destra lombare rom inc sx = rom articolare lateroflessione sinistra lombare rom rot dx = rom articolare rotazione destra lombare rom rot sx = rom articolare rotazione sinistra lombare						I dati riportati con colore nero indicano popolazione totale mentre i dati riportati in <b>azzurro</b> indicano soggetti di sesso maschile e in <b>rosa</b> soggetti di sesso femminile			

Tabella 3.2 - Normal motion of the lumbar spine as related to age and gender

Riferimento bibliografico Tipo di studio		Obbiettivi	materiali e metodi			
J. Dvorak, E.G. Vajda, D. Grob, M. M. Panjabi  <b>Normal motion of the lumbar spine as related to age and gender</b>  Eur Spine J (1995) 4:18-23  revisione sistematica		Misurare la mobilità della colonna lombare attraverso movimenti eseguiti attivamente e passivamente. Misurare l'affidabilità della misurazione tecnica inter- e intra-operatore. Studiare gli effetti degli esercizi di stretching prima della misurazione di un esame. Studiare i cambiamenti diurni del rom lombare. Stabilire le norme di età e sesso relative al movimento della colonna lombare	E' stato utilizzato il CA-6000 Spine Motion analyzer su un campione di 104 soggetti (62 uomini e 42 donne) asintomatici, di età compresa tra 20 e 70 anni			
Risultati						
Patologia	N° Pazienti	Movimento	20-29	30-39	40-49	50
asintomatici	Tot. 104  62      42	Flessione	75.4° 67.9°	63.8° 62.6°	61.6° 55.0°	59.5° 56.2°
		Estensione	31.9° 28.5°	24.2° 24.7°	23.0° 17.5°	20.1° 20.4°
	Pieg. Lat.dx	34.8° 32.0°	33.0° 33.5°	31.5° 28.4°	23.9° 20.1°	
	Pieg. Lat. Sx	36.2° 31.4°	36.1° 34.8°	31.2° 29.0°	24.5° 23.5°	
	rot. Ass.dx	47.6° 40.5°	47.0° 45.5°	41.9° 38.6°	33.8° 33.7°	
	rot. Ass. sx	47.9° 46.1°	46.8° 44.8°	40.8° 38.2°	32.3° 35.8°	
Osservazioni						
<p>La flessione laterale ha mostrato una maggiore ampiezza di movimento in esame attivo, mentre i risultati degli esami passivi hanno mostrato una maggiore ampiezza di movimento per flessione/estensione e rotazione assiale. L'affidabilità nella misurazione tecnica per flessione/estensione e flessione laterale inter- e intra- operatore mostra una buona ripetibilità su un periodo di 3 giorni.</p> <p>E' stato osservato che gli esercizi di stretching, eseguiti prima di effettuare le misurazioni in un esame, possono aumentare il rom lombare.</p> <p>Il rom lombare aumenta durante il corso della giornata, con risultati più significativi nel primo mattino.</p> <p>Il movimento ha mostrato una significativa diminuzione con l'avanzare dell'età, ma non sono state osservate differenze significative tra i sessi, se non una maggiore mobilità in tutte le fasce di età dei soggetti di sesso maschile.</p>						
Legenda						
Pieg. Lat. Dx = piegamento laterale destro Pieg. Lat. Sx = piegamento laterale sinistro Rot. Ass. dx = rotazione assiale destra Rot. Ass. sx = rotazione assiale sinistra			I dati riportati in <b>azzurro</b> indicano soggetti di sesso maschile, quelli in <b>rosa</b> soggetti di sesso femminile			

Tabella 3.3 - The effect of age on range of motion : a systematic review

Riferimento bibliografico tipo di studio		obbiettivi		materiali e metodi				
Pattariya Intolo, Stephan Milosavljevic, David G. Baxter, Allan B. Carman, Pooman Pal, Joanne Munn  <b>The effect of age on lumbar range of motion: A systematic review</b>  Manual Therapy, 22 July 2009  revisione sistematica		Determinare l'effetto dell'età sulle modificazioni di movimento del rachide lombare ( ROM ); Verificare modo e percentuale di diminuzione del rom nelle diverse fasce di età; Confrontare l'escursione articolare tra piani di movimento e verificare le differenze che esistono tra uomini e donne;		Sono stati analizzati gli studi di dieci banche dati elettroniche per ricercare pubblicazioni, inerenti alla diminuzione del rom lombare in riferimento all'avanzare dell'età, che possedessero i criteri di inclusione. Nello specifico: anno di pubblicazione, utilizzo di misure non invasive, partecipanti sani. La ricerca elettronica ha incluso i motori di ricerca: Ovidio, Medline, Cinahl, Pedro, ScienceDirect, Scopus, Pub Med, ProQuest, Embase.  La stringa di ricerca utilizzata è composta dai termini "age", "healthy", "lumbar" e "rom"				
risultati								
patologia	n° pazienti		anni 20-29	anni 30-39	anni 40-49	anni 50-59	anni 60-69	totale°
asintomatici	1835	1800	<f <e <f <e <r <ldx <ldx <lsx <lsx	<f <<e <f <<e <r <ldx <ldx <lsx <lsx	<<f <e <<f <e <r <ldx <ldx <lsx <lsx	<f <e <f <e <r <ldx <ldx <lsx <lsx	<f <e <f <e <r <<ldx <ldx <<lsx <lsx	e= -13,9 e= -8 f= -9 f= -16,3
osservazioni								
Il rom spinale sul piano sagittale e coronale si riduce con l'avanzare dell'età. È chiaro che la riduzione avviene in modo più marcato in entrambi i sessi dopo i 40 anni di età; le successive riduzioni dei movimenti sono costanti ogni decennio seguente per l'estensione, mentre la flessione segue un decorso più irregolare. La flessione laterale si riduce inizialmente dopo i 30 anni di età e continua a ridursi ogni dieci anni per le femmine; questo effetto non si presenta negli uomini								
legenda								
f = flessione e = estensione r = rotazione ldx = laterale destra lsx = laterale sinistra			<= diminuzione rom inferiore ai 4° <<= diminuzione rom superiore ai 4°		I dati riportati con colore nero indicano la popolazione totale mentre i dati riportati in <b>azzurro</b> indicano soggetti di sesso maschile e in <b>rosa</b> soggetti di sesso femminile.			

Tabella 3.4 - Physical activity and low back pain : a systematic review

Riferimento bibliografico tipo di studio	obiettivi	materiali e metodi
<p>Hans Heneweer, Filip Staes, Geert Aufdemkampe, Machiel van Rijn, Luc Vanhees</p> <p><b>Physical activity and low back pain : A systematic review of recent literature</b></p> <p>Eur Spine J (2011)</p> <p>revisione sistematica</p>	<p>L'obiettivo dello studio è quello di una valutazione sistematica dei dati disponibili in letteratura circa l'associazione tra attività fisica (professionale, occupazionale, carico di lavoro, tempo libero e sport) e lombalgia (LBP), ed i potenziali fattori di rischio derivanti dal tipo e dall'intensità dell'attività svolta</p>	<p>Sono state prese in considerazione 36 pubblicazioni in lingua inglese, tedesca, francese ed olandese, ricercate nelle banche dati elettroniche Medline, Embase e CINAHL. Di queste: 25 studi di coorte e 5 studi caso - controllo su una popolazione lavorativa, 1 studio su attività non professionali e 5 studi sia su attività professionali che non professionali. Tutti gli studi sono stati sottoposti ad analisi qualitativa con assegnazione di un punteggio e risposta a determinati criteri per qualificarne il livello di evidenza scientifica.</p> <p>I campioni sono rappresentati da soggetti sintomatici maggiorenni con dimensioni variabili così ripartite: tra n=174 e n=3615 per gli studi di coorte; tra n=137 e n=240 per gli studi caso controllo; rispetto agli studi sulla popolazione invece il campione è stato: tra n=237 e n=25271 per gli studi di coorte e tra n=333 e n=791 per gli studi caso controllo. Le misure di outcome si sono focalizzate sui nuovi episodi o sulla frequenza di LBP attraverso una raccolta dati con: questionari (come il Nordic standardizzato o quello Eur Spine J ), interviste, assenza lavorativa per malattia, assicurazioni</p>
<b>Risultati</b>		
<p>Secondo la letteratura presa in considerazione in questo articolo vi è una forte evidenza che carichi pesanti di lavoro, e l'assunzione o il mantenimento di posizioni errate o scomode, sono fattori di rischio per mal di schiena. Si evidenziano inoltre livelli di rischio, da moderato a forte, nello svolgimento di varie attività come : movimentazione manuale di carichi (spingere, tirare, sollevare, trasportare) e professioni, come quella infermieristica, fortemente associati a LBP, mentre sport, tempo libero ed attività occupazionali sono associate moderatamente ad un aumentato rischio di LBP</p>		
<b>Osservazioni</b>		
<p>E' di fondamentale importanza tener conto del tipo e dell'intensità dell'attività svolta per poterla individuare come potenziale fattore di rischio associato a mal di schiena.</p> <p>Inoltre l'eziologia del mal di schiena è multifattoriale e l'attività fisica o il carico sono solo uno dei fattori che devono essere presi in considerazione durante il processo di valutazione, insieme a fattori psicologici, sociali ed ambientali. Tutto questo rende difficile l'individuazione di una particolare attività come causa specifica di mal di schiena</p>		

Tabella 3.5 - Three-dimensional lumbar spinal kinematics, a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years

Riferimento bibliografico tipo di studio		obbiettivi	materiali e metodi				
<p>G. Van Herp, P. Rowe, P. Salter and J.P. Paul</p> <p><b>Three-dimensional lumbar spinal kinematics, a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years</b></p> <p>Rheumatology (2000) studio prospettico</p>		<p>Principalmente due :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- valutare oggettivamente il 3Space Isotrak System per la sua capacità di registrare la mobilità lombare in una popolazione omogenea ;</li> <li>- fornire dati sulla normale mobilità 3D del rachide lombare, utilizzando flessione anteriore, estensione, inclinazione laterale e rotazione assiale destra e sinistra.</li> </ul>	<p>Sono stati utilizzati il sistema di navigazione 3Space Isotrak System Polhemus e il goniometro elettromagnetico su un campione di 100 soggetti sani (50 maschi e 50 femmine) di età compresa tra 20 e 77 anni. Nessun soggetto presentava storia di LBP invalidante e non aveva eseguito trattamenti o consulti medici nei 6 mesi precedenti allo studio.</p> <p>I segmenti di applicazione dei sensori sono stati T12-S1 e T12-L5</p>				
Risultati							
Patologia	N° Pazienti	Movimento	20-29	30-39	40-49	50-59	60
asintomatici	Tot. 100 50      50	Flessione	58.9° 56.4°	58.2° 54.2°	57.5° 54.2°	53.6° 58.1°	50.8° 52.3°
		Estensione	37.0° 22.5°	31.2° 22.1°	29.0° 20.0°	20.5° 17.2°	15.1° 16.9°
		Inclinazione a sinistra	25.1° 25.8°	25.6° 25.6°	20.7° 19.3°	21.9° 19.0°	19.4° 14.4°
		Inclinazione a destra	26.3° 26.2°	26.2° 25.0°	23.4° 21.2°	23.2° 22.4°	19.2° 15.5°
		Rotazione assiale sinistra	18.6° 14.4°	18.0° 11.9°	15.7° 11.6°	14.7° 11.3°	14.7° 10.9°
		Rotazione assiale destra	18.6° 12.8°	15.6° 9.1°	13.4° 12.7°	14.2° 11.3°	13.0° 14.6°
osservazioni							
<p>Nello studio si sottolinea come una miglior fissazione dello strumento sui segmenti valutati permetta di ottenere risultati più realistici e precisi durante l'esecuzione dei movimenti programmati nello svolgimento dell'esame, e come questi siano molto simili a quelli ottenuti attraverso misurazioni con raggi-X.</p> <p>I dati indicano che nella colonna vertebrale di un adulto sano si può avere in media 55,4 gradi di flessione anteriore, 23,1 gradi di estensione, 21,7 gradi di flessione laterale a sinistra, 22,8 gradi di flessione laterale a destra, 14,1 gradi di rotazione assiale a sinistra e 13,1 gradi di rotazione assiale a destra. Dalla tabella si può anche osservare che le femmine hanno mostrato una maggiore mobilità articolare in ciascuna delle sei direzioni rispetto ai maschi. Inoltre è evidente una chiara tendenza alla riduzione del movimento in entrambi i sessi con l'avanzare dell'età. Una consistente riduzione del movimento si rileva in ogni decennio seguente di età per tutti i movimenti, tranne che per la flessione, nei maschi di età compresa tra 50 e 59 anni.</p> <p>I risultati di questo studio confermano una diminuzione del ROM legata all'età e un più elevato grado di flessione anteriore nelle femmine.</p>							
Legenda							
I dati riportati in <b>azzurro</b> indicano soggetti di sesso maschile, quelli in <b>rosa</b> soggetti di sesso femminile.							

In base alla revisione di questi studi è possibile affermare che nella colonna vertebrale di un adulto sano si può avere in media 55,4° di flessione anteriore, 23,1° di estensione, 21,7° di flessione laterale a sinistra, 22,8° di flessione laterale a destra, 14,1° di rotazione assiale a sinistra e 13,1° di rotazione assiale a destra.

I valori medi del rom lombare in soggetti asintomatici nei tre piani di movimento sono influenzati in percentuali importanti dall'avanzare dell'età, con misura simile in entrambi i sessi. In particolare i valori medi di riferimento sono :

- flessione 68° donne / 73° uomini
- estensione 28° donne / 29° uomini
- inclinazione laterale dx 27° donne / 28° uomini
- inclinazione laterale sx 28° donne / 28° uomini
- rotazione dx 8° donne / 7° uomini
- rotazione sx 6° donne / 7° uomini

Complessivamente si è registrata una maggiore mobilità dei soggetti di sesso maschile in tutte le fasce di età. Grazie alle recenti e più precise tecniche di misurazione, si è notato che l'affidabilità nella misurazione tecnica per flessione, estensione e flessione laterale mostra una buona ripetibilità su un periodo di 3 giorni inter ed intraoperatore.

In particolare, la flessione laterale ha mostrato una maggiore ampiezza di movimento in esame attivo, mentre i risultati degli esami passivi hanno mostrato una maggiore ampiezza di movimento per flessione, estensione e rotazione assiale. E' stato osservato che gli esercizi di stretching, eseguiti prima di effettuare le misurazioni in un esame, possono aumentare il rom lombare. E' stato inoltre osservato che il rom lombare varia durante il corso della giornata, con risultati più significativi nel primo mattino.

Secondo la letteratura presa in considerazione, vi è una forte evidenza che carichi pesanti di lavoro e l'assunzione o il mantenimento di posizioni errate o scomode (soprattutto in flessione e rotazione) sono fattori di rischio per mal di schiena. Sono stati individuati inoltre livelli di rischio, da moderato a forte, nello svolgimento di varie attività come movimentazione manuale di carichi (spingere, tirare, sollevare, trasportare) e professioni, come quella infermieristica, fortemente associati a LBP, mentre sport, tempo libero ed attività occupazionali sono associate moderatamente a rischio di LBP.

## CONCLUSIONI

In conclusione c'è evidenza che l'età sia un fattore significativo per la riduzione del movimento in entrambi i sessi, senza differenze significative tra i maschi e le femmine. Si è visto che in media il rom articolare lombare subisce le variazioni maggiori dopo la 4<sup>o</sup> decade di età e le successive riduzioni del movimento sono costanti ogni decennio seguente per l'estensione, mentre la flessione segue un decorso più irregolare. Si è quantificata una diminuzione media dai 20 ai 70 anni di 13,9° in estensione per le donne e 8° per gli uomini, mentre la flessione diminuisce rispettivamente 9° per le donne e 16,3 ° per gli uomini. La flessione laterale si riduce inizialmente dopo i 30 anni di età e continua a ridursi ogni dieci anni per le femmine; questo effetto non si presenta negli uomini. Grazie alle più recenti e precise metodiche di misurazione sono stati ottenuti i database circa la mobilità lombare nei vari movimenti e piani, diventa di fondamentale importanza da parte del clinico far riferimento a questi dati, in modo da avere un preciso termine di paragone e valutare l'effettiva diminuzione di movimento nel soggetto trattato, quando presente. Inoltre, è fondamentale raccogliere in fase anamnestica le informazioni relative al tipo ed intensità dell'attività svolta, per poterle valutare come potenziale fattore di rischio associato a mal di schiena. L'eziologia del mal di schiena è infatti multifattoriale e l'attività fisica ed il carico sono solo due dei fattori che devono essere presi in considerazione durante il processo di valutazione, assieme anche ai fattori psicologici, sociali ed ambientali.

## Bibliografia

1. Elaine F. Maughan, Jeremy S. Lewis. **Outcome measures in chronic low back pain**  
*Eur Spine J (2010) 19:1484–1494*
2. Tanz S.S. **Motion of the lumbar spine. A roentgenologic study.**  
*J Roentgenol 1953;69:399-412*
3. McGregor AH, McCarthy ID, Hughes SP. **Motion characteristics of the lumbar spine in the normal population.** *Spine 1995 20(22):2421–8.*
4. Troke M, Moore AP, Cheek E. **Reliability of the OSI CA6000 spine motion analyzer with a new skin fixation system when used on the thoracic spine.** *Manual Therapy 1998;3(1):27–33.*
5. Michael Troke, Ann P Moored, Frederick J Maillardet, Elizabeth Cheek **A normative database of lumbar spine ranges of motion** *Manual Therapy 10 (2005) 198–206*
6. Dvorák J, Vajda EG, Grob D, Panjabi MM **Normal motion of the lumbar spine as related to age and gender** *Eur Spine J. 1995;4(1):18-23.*
7. White A, Panjabi MM **Basic kinematics of the human spine** *Spine J 1978a;3(1):12–20. Philadelphia, Lippincott: Williams & Wilkins;*
8. Thurston AJ, Harris JD. **Normal kinematics of the lumbar spine and pelvis.** *Spine 1983;8:199-205*
9. Fitzgerald GK, Wynveen KJ, Rheault W, et al. **Objective assessment with establishment of normal values for lumbar spinal range of motion** *Physical Therapy 1983;63(11):1776–81.*

10. Intolo P, Milosavljevic S, Baxter DG, Carman AB, Pal P, Munn J. **The effect of age on lumbar range of motion: a systematic review.** *2009 Dec;14(6):596-604. Epub 2009*
11. Allbrook D. **Movements of the lumbar spinal column.** *J Bone Joint Surg Br 1957;39:339-45.*
12. G. Van Herp, P. Rowe, P. Salter and J.P. Paul **Three-dimensional lumbar spinal kinematics, a study of range of movement in 100 healthy subjects aged 20 to 60+ years** *Rheumatology (2000)*
13. Hans Heneweer , Filip Staes, Geert Aufdemkampe, Machiel van Rijn, Luc Vanhees **Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature** *Eur Spine J (2011)*
14. D. Schuit, C. Petersen, R. Johnson, P. Levine, H. Knecht, D. Goldberg **Validity and reliability of measures obtained from the OSI CA-6000 Spine Motion Analyzer for lumbar spinal motion** *Department of Physical therapy, Finch University of Health Sciences, North Chicago, Illinois, USA*
15. Gregory J. Lehman, D.C. **Biomechanical assessments of lumbar spinal function. How low back pain sufferers differ from normals. Implications for outcome measures research. Part I : Kinematic assessments of lumbar function** *National University of Health Sciences Illinois, USA*
16. Moll JM, Wright V. **Normal range of spinal mobility. An objective clinical study** *Eur Spine J (1971)*
17. Serhan HA, Varnavas G, Dooris AP, Patwadhan A, Tzermiadianos M. **Biomechanics of the posterior lumbar articulating elements.** *Neurosurg Focus. 2007 Jan*
18. Van Trijffel E, Anderegg Q, Bossuyt PM, Lucas C. Man Ther **Inter-examiner reliability of passive assessment of intervertebral motion in the cervical and lumbar spine: a systematic review.** *2005 Nov;10(4):256-69. Epub 2005 Jul 1.*

19. Panjabi MM, White AA **Basic biomechanics of the spine.** *Neurosurgery.* 1980  
*Jul;7(1):76-93.*
  
20. Slaven EJ, Goode AP, Coronado RA, Poole C, Hegedus EJ **The relative effectiveness of segment specific level and non-specific level spinal joint mobilization on pain and range of motion: results of a systematic review and meta-analysis**  
*The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2013;21(1):7-17
  
21. Omeroglu H, Ozekin O, Bicimoglu A. **Measurement of vertebral rotation in idiopathic scoliosis using the Perdriolle torsionmeter: a clinical study on intraobserver and interobserver error.** *Eur Spine J.* 1996;5(3):167-71
  
22. Weiss HR. **Measurement of vertebral rotation: Perdriolle versus Raimondi.**  
*Eur Spine J.* 1995;4(1):34-8.