



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. 2015/2016

Campus Universitario di Savona

Mobilità dell'articolazione sacroiliaca. Stato dell'arte

Candidato:

Ghiotto Silvia

Relatore:

Barboni Erica

INDICE

Abstract	1
1. Introduzione	2
1.1 Background	2
1.2 Obiettivi	7
2. Materiali e metodi	8
2.1 Ricerca bibliografica	8
2.2 Raccolta, estrazione ed analisi dei dati	9
3. Risultati	10
4. Discussione	28
5. Conclusioni	30
6. Bibliografia	31

Tipo di studio: revisione della letteratura.

Background: Una delle questioni più controverse della ricerca sull'articolazione sacroiliaca (sacroiliac joint - SIJ) è il movimento. Nel corso della storia sono stati fatti diversi tentativi per determinarlo e le indagini a riguardo sono state condotte sia attraverso tecniche invasive che non, sia su soggetti vivi che su cadavere, sia in posizioni in carico che in scarico, sia tramite metodi attivi che passivi.

Obiettivi: aggiornare le conoscenze alla base della biomeccanica del cingolo pelvico in soggetti sani, analizzando la possibile influenza di altri distretti vicini, e valutare l'accuratezza e la validità di eventuali test manuali clinici che hanno lo scopo di determinare il movimento della SIJ da un punto di vista manuale.

Materiali e metodi: è stata effettuata una ricerca nella banca dati di Medline attraverso il motore di ricerca PubMed. Sono stati inclusi 20 studi che prendono in considerazione popolazioni sia femminili che maschili senza limite di età, sia in vita che post mortem, tutti senza dolore o patologie al momento dell'indagine.

Risultati: risulta evidente un'incertezza di fondo in merito alla valutazione e alla quantificazione del movimento della SIJ in soggetti sani. Gli studi si dimostrano variabili rispetto alla tipologia del movimento valutato, ai partecipanti esaminati, alle tecniche di misurazione utilizzate, al coinvolgimento o meno dei distretti vicini, al sistema di riferimento applicato e alla posizione di valutazione sfruttata. Questo fa sì che la quantità di movimento angolare e lineare abbia valori differenti da autore ad autore, e che i risultati ottenuti dai vari studi siano difficilmente confrontabili tra loro. In generale si può affermare che la mobilità della SIJ è molto piccola e avviene principalmente sul piano sagittale. In seguito a ciò risulta ugualmente complicato trovare dei test manuali validi e accurati che ne valutino il movimento.

Conclusioni: i risultati della revisione sono molto variabili e difficilmente confrontabili a causa della diversità del materiale scientifico reperito. Quello che si può affermare con certezza è che l'articolazione sacroiliaca è un'articolazione mobile, al contrario di quanto si credeva nel passato. È opportuno che gli studi nell'ambito dello studio della biomeccanica su soggetti sani siano effettuati standardizzando i metodi di valutazione, così da poter identificare successivamente dei test manuali clinici per la determinazione della mobilità anche da un punto di vista manuale.

1. INTRODUZIONE

1.1 Background

Una delle questioni più controverse della ricerca sull'articolazione sacroiliaca (sacroiliac joint - SIJ) è il movimento. Nel corso della storia sono stati fatti diversi tentativi per determinarlo e le indagini a riguardo sono state condotte sia attraverso metodi empirici che analitici, sia su animali che su esseri viventi, sia su soggetti vivi che su cadavere, sia su soggetti sani che patologici [1,2].

Per quanto riguarda lo studio della mobilità su soggetti sani, i primi risultati risalgono alla fine del XVII secolo, periodo in cui gli autori iniziarono a descrivere un certo grado di movimento della SIJ sia negli uomini che nelle donne (Diemberbroeck 1689). A questo studio seguirono quello di Albinus (1697-1770) che ne confermava la mobilità, e di Zaglas (1851) che dimostrava che la maggior parte del movimento avviene attorno all'asse trasverso a livello della seconda vertebra sacrale. Duncan (1854), invece, sosteneva che il pivot fosse localizzato a livello della tuberosità ischiatica [3]. A questi studi iniziali seguì un lungo periodo di silenzio nel campo della ricerca del movimento della SIJ. A tale mancanza di attenzione si aggiunse Solonen che, nel 1957, affermò che la SIJ fosse immobile a causa dei forti legamenti e delle irregolarità di forma. Questa credenza venne considerata vera per un lungo intervallo di tempo. Intorno al 1980, però, ritornò l'interesse per questa articolazione e, a partire da questo momento, diversi studi si riproposero l'obiettivo di capirne e valutarne la biomeccanica [2].

Le tipologie di tecniche descritte in letteratura per esaminare la mobilità della SIJ sono:

- Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA) [2,3,4,5,6]: è una procedura molto utilizzata per misurare piccoli movimenti tridimensionali. Delle sfere di tantalio, di diametro 0.8 mm, vengono impiantate all'interno della pelvi: almeno tre sfere (di solito ne vengono usate quattro o sei) vengono geometricamente ben distribuite sulla superficie di ogni ileo e del sacro;
- barre e fili di Kirschner [3,7,8]: sotto anestesia locale si inseriscono fili e barre rigide di Kirschner a livello di ogni SIPS e della cresta sacrale. Ogni barra o filo termina con dei marker esterni;
- dispositivo digitale [3,9,10]: tale strumento genera un sistema cartesiano in base a marker di riferimento cutanei che corrispondono a punti di repere ossei;

- dispositivo magnetico [11,12,13,14]: tale strumento genera un sistema cartesiano in seguito alla palpazione e rilevazione di punti di riferimento ossei grazie ad una penna stilo magnetica;
- esami strumentali classici [15,16]: radiografia e tomografia computerizzata;
- ultrasuoni [17]: si registra il movimento del sacro in seguito all'esecuzione di test di springing;
- fotogrammetria [18]: tramite un fascio di raggi X si riproduce su una pellicola la posizione di determinati punti di riferimento in differenti posizioni;
- combinazione delle precedenti tecniche.

In tutti i metodi descritti, il grado di mobilità della SIJ viene determinato dallo spostamento, rispetto alla posizione di partenza, dei punti di riferimento durante l'esecuzione di specifici movimenti o dopo il raggiungimento di specifiche posizioni.

Dal punto di vista funzionale, la SIJ gioca un ruolo fondamentale nella trasmissione delle forze e del carico, dal tronco e dagli arti superiori agli arti inferiori [1,3] e, viceversa, nella distribuzione delle forze di reazione provenienti dal terreno. La combinazione dei vettori provenienti dal suolo, che tendono a ruotare posteriormente l'ileo, e di quelli provenienti dal tronco sono responsabili di un meccanismo rotatorio, detto "screw home", che garantisce la stabilità di tale articolazione [1].

La SIJ è un'articolazione multiplanare, con dei movimenti simultanei di rotazione e di traslazione che avvengono attorno a tre assi che convergono in un punto fisso di origine che si trova nel punto medio tra la spina iliaca postero/superiore (SIPS) destra e sinistra [4,10]. I tre assi, che costituiscono un sistema Cartesiano utilizzato per descrivere il movimento tridimensionale attraverso i tre rispettivi piani ortogonali, sono [3]:

- l'asse X (asse trasversale): si sviluppa in senso medio/laterale attraverso la SIPS destra e sinistra. Attorno ad esso avviene la rotazione sacrale sul piano sagittale. Tale movimento angolare (Fig. 1) viene chiamato [3,9]:
 - nutazione: il promontorio sacrale si sposta in direzione caudale/ventrale rispetto alla pelvi, mentre l'apice del sacro e l'estremità del coccige si spostano dorsalmente. A tale movimento corrisponde una rotazione posteriore dell'ileo. Contemporaneamente le ali iliache si avvicinano mentre le tuberosità ischiatiche si allontanano;
 - contronutazione: il promontorio sacrale si porta in direzione craniale/dorsale rispetto alla pelvi, mentre l'apice del sacro e l'estremità

del coccige vanno ventralmente. A tale movimento corrisponde una rotazione anteriore dell'ileo. Contemporaneamente le ali iliache si allontanano e le tuberosità ischiatiche si avvicinano.

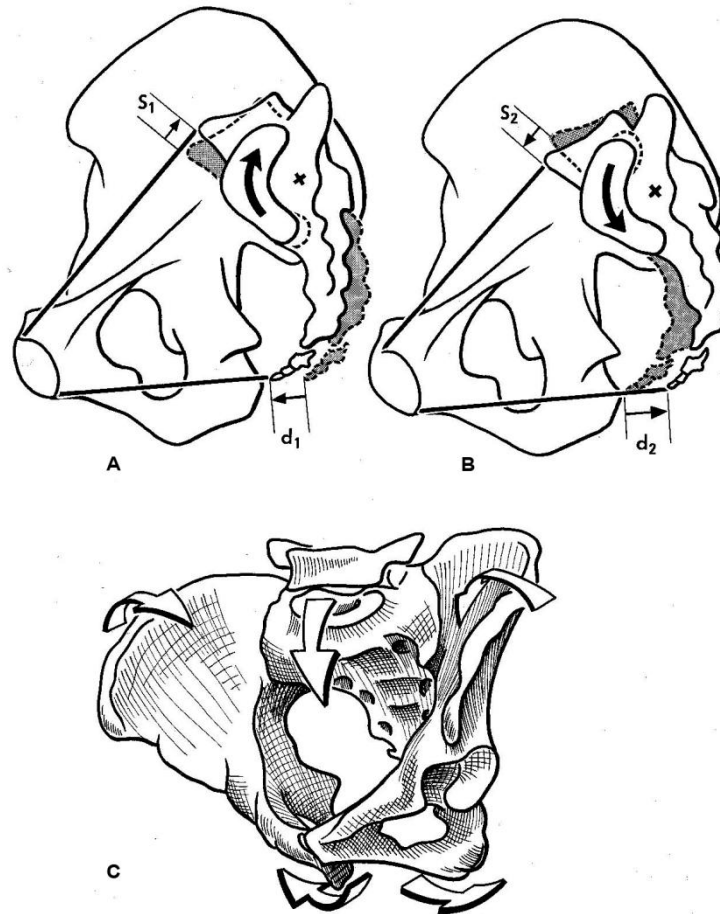


Figura 1 - Meccanismi di movimento angolare della SIJ. A) contronutazione; B) e C) nutazione

A causa della forma ad L del sacro, della sua irregolarità di superficie e della grande variabilità tra i soggetti, è difficile determinare in maniera assoluta il centro di rotazione della nutazione e della contronutazione. A tal proposito sono state presentate diverse teorie (Fig. 2), seppur non verificate [1,2]:

- Teoria di Farabeuf: basculamento sacrale con centro di rotazione appena posteriore alla SIJ, lungo un asse trasverso in prossimità della tuberosità iliaca (teoria maggiormente sostenuta [7,15]);
- Teoria di Bonnaire: basculamento sacrale con centro di rotazione all'interno della SIJ;
- Teoria di rotazione pura: centro di rotazione davanti alla SIJ;
- Teoria di traslazione pura senza rotazione;

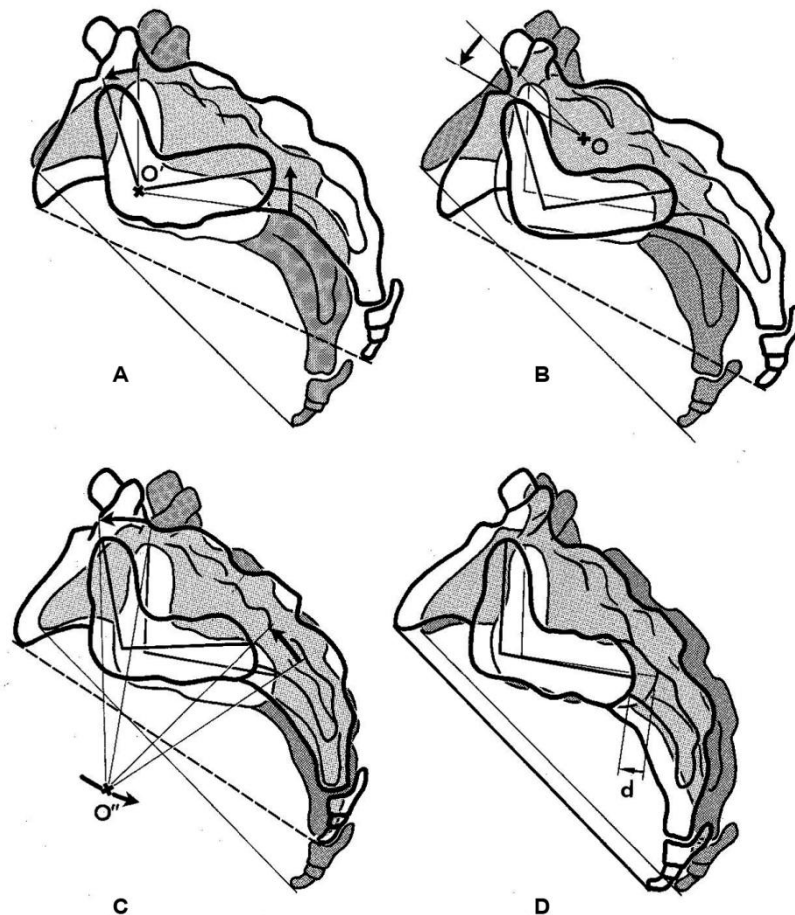


Figura 2 - Teorie sul centro di rotazione. A) Bonnaire; B) Farabeuf; C) rotazione pura; D) traslazione pura

- l'asse Y (asse longitudinale): prende in considerazione la rotazione sacrale sul piano orizzontale;
- l'asse Z (asse sagittale): si sviluppa in senso antero/posteriore nel punto medio tra la spina iliaca antero/superiore (SIAS) destra e sinistra, e coincide con la rotazione sul piano frontale.

Si considera che la SIJ possieda sei gradi di libertà dati da tre movimenti angolari (rotazioni) e tre movimenti lineari (traslazioni) [3,4,5]. La rotazione è il movimento predominante e si sviluppa principalmente sul piano sagittale [1,2,3,4,5,6].

La traslazione è descritta con valori positivi se avviene anteriormente, superiormente o verso destra (valori negativi se posteriormente, inferiormente o verso sinistra), mentre la rotazione ha valori positivi se avviene lungo l'asse stesso con un movimento in senso antiorario (valori negativi in senso orario) [4,16].

I vari studi suggeriscono che l'ampiezza della mobilità della SIJ sia scarsa e molto variabile. Tale variabilità è determinata anche dalla posizione delle articolazioni vicine,

come le coxofemorali e il rachide lombare, e dalla distribuzione del peso su di esse (Fig. 3). Nelle posizioni in carico simmetriche, come ad esempio quella seduta e la stazione eretta, e la posizione prona, si osserva un aumento della nutazione del sacro in associazione all'estensione del rachide lombare. Durante il carico asimmetrico, come il cammino, avviene una nutazione del sacro rispetto all'ileo nell'arto che si flette, e una contronutazione nell'arto che si estende [3,9]. Nelle posizioni prive di carico come quella supina con le anche estese, invece, si evidenzia un incremento della contronutazione [1,15]. Quest'ultima è anche determinata dalla flessione del rachide lombare, sia in piedi che da seduto (durante la prima fase di flessione del tronco, circa 60°, la pelvi è bloccata dall'azione degli estensori delle anche e la lordosi lombare si appiattisce. Oltre tale range di movimento, la pelvi ruota anteriormente rispetto alle anche [1]). Da supino, la contronutazione può essere trasformata in nutazione portando le anche in massima flessione, facendo sì che gli ilei ruotino posteriormente rispetto al sacro. Asimmetrie in forma e funzione di lato sono ritenute comunque normali [3.6.16].

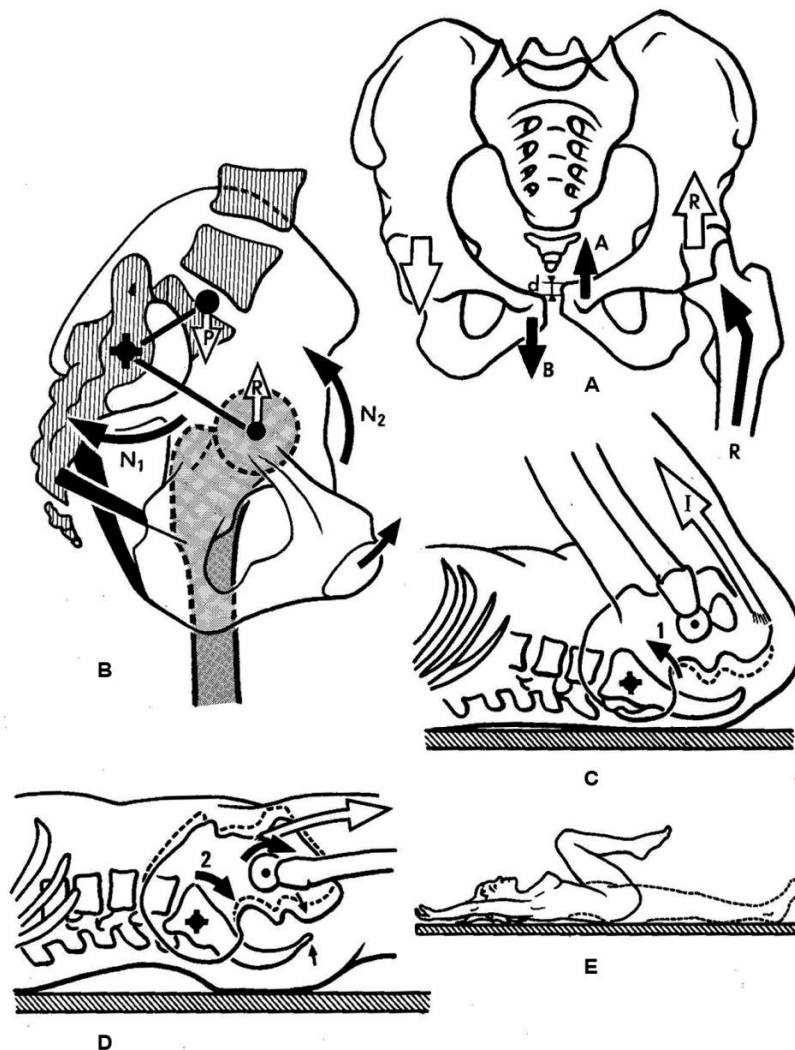


Figura 3 - Influenza della posizione sulla SIJ. A) stazione eretta asimmetrica; B) stazione eretta simmetrica; C) posizione supina con anche in flessione; D) posizione supina con anche in estensione; E) posizione supina

Alcuni autori hanno proposto alcuni test manuali per la valutazione del movimento della SIJ ma, essendo questo molto piccolo e con caratteristiche di tridimensionalità, sono risultati tutti non affidabili [3,5,19,20].

1.2 Obiettivi

Gli obiettivi della revisione sono: aggiornare le conoscenze alla base della biomeccanica del cingolo pelvico in soggetti sani, sia da un punto di vista artrocinematico che osteocinematico, analizzando la possibile influenza anche di altri distretti, come il rachide lombare e l'articolazione coxo-femorale; valutare l'accuratezza e la validità di eventuali test clinici che hanno lo scopo di determinare la mobilità dell'articolazione sacroiliaca da un punto di vista manuale.

2. MATERIALI e METODI

2.1 Ricerca bibliografica

La ricerca è stata condotta consultando la banca dati di MedLine, attraverso il motore di ricerca PubMed.

Le key words utilizzate sono state: “sacroiliac joint”, “physical examination”, “range of motion”, “movement”, “motion”, “kinematics”, “hip joint”, “lumbosacral region”, “lumb*”, “manual therapy”, “clinic* test*”, “sensitivity and specificity” e “reproducibility of results”. L’aggiunta di operatori booleani quali “AND” e “OR” ha reso possibile la formulazione di tre stringhe di ricerca:

- "sacroiliac joint" [MeSH] AND ("physical examination" [MeSH] OR "range of motion, articular" [MeSH] OR movement [MeSH] OR motion [MeSH] OR kinematics [MeSH]) AND ("manual therapy" [MeSH] OR "clinic* test*" [Title/Abstract] OR "sensitivity and specificity" [MeSH] OR "reproducibility of results" [MeSH]): 81 articoli;
- "sacroiliac joint" [MeSH] AND ("hip joint" [MeSH] OR "lumbosacral region" [MeSH] OR lumb* [Title/Abstract]) AND ("physical examination" [MeSH] OR "range of motion, articular" [MeSH] OR movement [MeSH] OR motion [MeSH] OR kinematics [MeSH]): 128 articoli;
- "sacroiliac joint" [MeSH] AND ("physical examination" [MeSH] OR "range of motion, articular" [MeSH] OR movement [MeSH] OR motion [MeSH] OR kinematics [MeSH]): 509 articoli.

I criteri di esclusione adottati sono stati:

- Studi che non trattavano specificamente di mobilità dell'articolazione sacroiliaca e della sua valutazione;
- Studi che trattavano di patologia e/o dolore;
- Studi che trattavano di gravidanza e/o post-parto;
- Studi che trattavano di chirurgia e/o altre terapie mediche;
- Studi su popolazione animale;
- Studi basati sulla simulazione virtuale del movimento;
- Studi comparsi in più di una ricerca;
- Studi con abstract non disponibile;

- Studi con full text non disponibile;
- Studi non in lingua inglese.

I criteri di inclusione sono stati:

- Studi che trattavano di mobilità dell'articolazione sacroiliaca e della sua valutazione;
- Studi che trattavano della relazione tra articolazione sacroiliaca, anca e rachide lombare;
- Studi su popolazione umana sana sia in-vivo che in-vitro;
- Studi in lingua inglese;
- Studi con abstract disponibile;
- Studi con full text disponibile.

Basandosi sui criteri descritti, non sono stati posti limiti legati alla tipologia degli studi da revisionare, vista anche la carenza di materiale in merito, e per tale motivo si è scelto di esaminare nello specifico: studi osservazionali (studi di coorte e trasversali) e revisioni (narrative e sistematiche). Non sono, inoltre, stati posti limiti temporali alla ricerca, che è stata condotta fino al 15/03/2017.

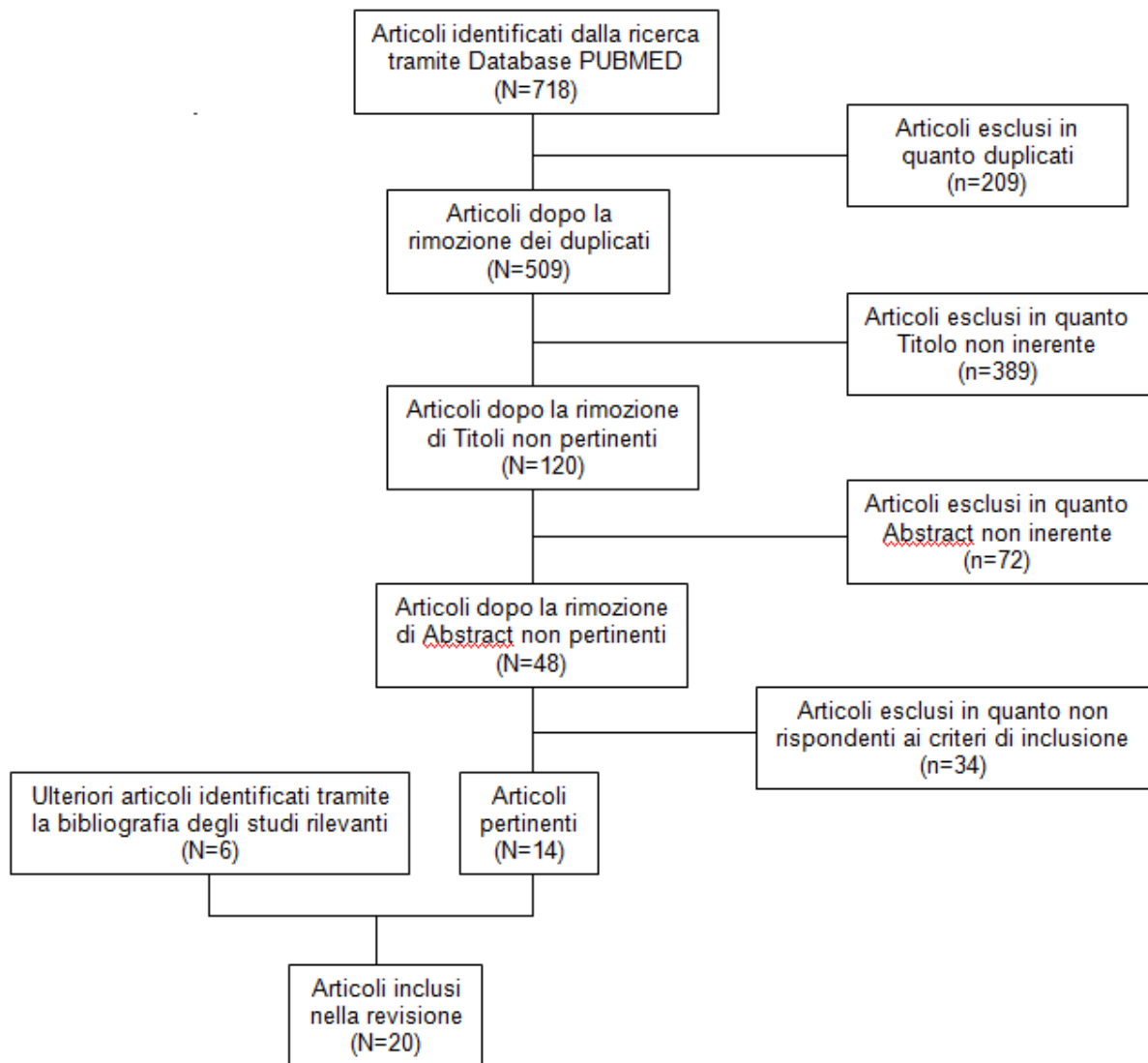
Sono stati inclusi articoli che prendevano in considerazione popolazioni sia femminili che maschili senza limite di età, sia in vita che post mortem. Tutti i soggetti analizzati non presentavano dolore o patologie al momento dello studio.

2.2 Raccolta, estrazione ed analisi dei dati

Un unico revisore ha condotto la ricerca bibliografica. La prima ricerca ha prodotto 718 articoli totali. Dopo l'eliminazione di quelli presenti in due o più stringhe, si è giunti a 509 risultati. La prima scrematura si è basata sulla lettura dei titoli e ha permesso di arrivare a 120 articoli. La seconda scrematura, condotta considerando gli abstract, ha consentito di giungere a 48 articoli. La terza ed ultima scrematura, eseguita applicando i criteri di inclusione ed esclusione durante la lettura degli articoli, ha fatto sì che si rimanesse con 14 risultati pertinenti. A questi, grazie all'analisi delle bibliografie, se ne sono aggiunti 6, per un totale di 20 studi presi in considerazione nella revisione. I full text sono stati reperiti attraverso il motore di ricerca Pubmed, la biblioteca elettronica dell'Università degli Studi di Genova (sistema Nilde e Uno per Tutti) e il motore di ricerca Google.

3. RISULTATI

Il diagramma di flusso seguente illustra il processo di selezione degli studi, con una breve motivazione per l'esclusione ad ogni step.



Sono stati considerati complessivamente 20 articoli, di cui 15 studi osservazionali (14 studi trasversali e 1 studio di coorte) e 5 revisioni (1 revisione sistematica e 4 revisioni narrative). Secondo l'approccio PICOS, le caratteristiche generali degli studi inclusi sono:

- Partecipanti: gli studi inclusi hanno arruolato in totale 385 partecipanti sani (376 soggetti in vita, di cui 176 uomini e 200 donne [6,7,8,9,10,11,12,13,14,17,18,19,20], e 9 cadaveri, di cui 5 uomini e 4 donne [15,16], per un totale di 181 uomini e 204 donne), tra 18 e 83 anni (tra 18 e 60 anni nelle popolazioni in vita, e tra 52 e 83 anni nelle popolazioni post mortem);

- Intervento: le tecniche utilizzate per studiare la mobilità della SIJ sono state molteplici (Roengten Stereophotogrammetric Analysis (RSA) [6], barre e fili di Kirschner [7,8], dispositivo digitale [9,10] e magnetico [11,12,13,14], radiografia e tomografia computerizzata [15,16], ultrasuoni [17] e fotogrammetria [18]). Solo uno studio valuta il movimento attraverso l'uso di test manuali [20];
- Confronti: solo in tre studi l'obiettivo è il paragone del movimento della SIJ tra due gruppi (nel primo si confrontano i soggetti sani e i sintomatici [6], nel secondo i ginnasti e i non ginnasti [9], nel terzo gli uomini e le donne [13]). In generale, tutti gli studi sono basati su un confronto tra le tecniche e la quantificazione della mobilità descritte rispetto a quelle degli studi precedenti;
- Outcome: a parte un solo studio, la cui misura di outcome è la positività ad alcuni test di valutazione manuale in soggetti sani [20], tutti gli altri studi misurano la quantità di movimento della SIJ (tridimensionale - in riferimento solo alla SIJ [15,17], conseguente al movimento dell'anca [6,9,10,11,12,13,14,16,18] o sia dell'anca che del tronco [7,8] - o bidimensionale - durante il movimento dell'anca [10]);
- Disegno dello studio: 15 studi osservazionali (14 studi trasversali [6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19] e 1 studio di coorte [20]) e 5 revisioni (1 revisione sistematica [4] e 4 revisioni narrative [1,2,3,5]).

Analizzando nello specifico gli studi presi in considerazione (in ordine cronologico), emerge quanto segue.

Lavignolle (1983) analizza il movimento tridimensionale dell'ileo rispetto al sacro durante la contemporanea flessione dell'anca destra a 60° ed estensione dell'anca sinistra a 15° in posizione supina in 5 soggetti sani (3 uomini e 2 donne, con età inferiore a 25 anni). Quello che osserva sono una rotazione e una traslazione dell'ileo rispetto al sacro: a destra avvengono contemporaneamente una nutazione del sacro, una rotazione posteriore e mediale dell'ileo (chiusura) e anteriore e laterale dell'ischio (apertura), mentre a sinistra avvengono contemporaneamente una contronutazione del sacro, una rotazione anteriore e laterale dell'ileo (apertura) e posteriore e mediale dell'ischio (chiusura). Il centro di rotazione si trova vicino alla sinfisi pubica, in posizione anteriore e inferiore rispetto alla SIJ. L'ampiezza della rotazione può variare da soggetto

a soggetto (la maggior mobilità si osserva sul piano sagittale: 12°), ma la direzione del movimento dell'ileo rispetto al sacro rimane costante [18].

Sturesson (1989) descrive il movimento tridimensionale della SIJ in base a differenti posizioni (da supino alla stazione eretta, da supino a seduto con gli arti inferiori tesi e dalla stazione eretta a prono con un arto inferiore iperesteso) in 25 soggetti sani (4 uomini e 19 donne, tra 18 e 45 anni), paragonandolo a quello di soggetti sintomatici. La maggior mobilità, circa il 90%, avviene sul piano sagittale, se pur con piccoli valori: la rotazione totale media è di 2.5° con range da 0.8° a 3.9° (generalizzando, è di circa 1°/2° da supino alla stazione eretta o a seduto con gli arti inferiori estesi, mentre è di circa 2°/3° dalla stazione eretta a prono con un arto iperesteso), e la traslazione totale media è di 0.7 mm con range da 0.1 a 1.6 mm. Non si osservano differenze statisticamente significative tra soggetti sani e sintomatici, così come non si descrivono decrementi della mobilità con l'aumentare dell'età [6].

Vleeming (1992) si concentra sulla determinazione del movimento tridimensionale nella popolazione anziana, nello specifico studia 8 SIJ provenienti da cadaveri di soggetti sani tra 73 e 83 anni. Le articolazioni vengono sottoposte prima ad un carico totale (uno in direzione ventrale e craniale per indurre la nutazione, e uno in direzione dorsale e caudale per indurre la contronutazione), poi ad un carico pari ai due terzi del totale. La rotazione totale sul piano sagittale varia da 0.8° a 4°. Tale mobilità, leggermente maggiore nei soggetti femminili, è caratterizzata da un veloce aumento nella fase iniziale, che poi si stabilizza con il mantenimento del carico. Questo studio dimostra che, anche nella popolazione anziana, sono possibili movimenti della SIJ, se pur minimi e con una certa variabilità da soggetto a soggetto [15].

Dreyfuss (1994) si domanda se i più comuni test di valutazione della SIJ (Standing Flexion Test, Seated Flexion Test e Gillet Test) possano risultare o meno positivi in 101 soggetti asintomatici (48 uomini e 53 donne) in paragone ad un gruppo di soggetti sintomatici. Si osserva che il 20% del primo gruppo risulta positivo ad uno più test, con una maggiore incidenza di falsi positivi nelle donne. Tali test clinici non sono supportati da reperti strumentali e per tale motivo la diagnosi di disfunzione non deve basarsi esclusivamente sulla somministrazione di essi [20].

Smidt (1995) valuta l'ampiezza e la direzione del movimento bidimensionale tra la stazione eretta e la posizione di passo anteriore (flessione di un'anca e reciproca estensione dell'altra anca), e la relazione tra la mobilità della SIJ e dell'anca in 32 soggetti sani (15 uomini e 17 donne, tra 24 e 28 anni). Il movimento totale tra l'affondo anteriore destro e il sinistro è 9° sul piano sagittale e 5° sul piano trasversale. Al movimento di flessione o estensione d'anca, si accompagna un movimento di rotazione dell'ileo rispetto al sacro, ma la direzione è variabile da soggetto a soggetto. Non esistono differenze di mobilità tra i lati della SIJ e tra i sessi, mentre si osserva una stretta relazione tra il movimento dell'anca e della SIJ, sebbene lo studio sia basato solo sull'analisi di due dimensioni [10]. Nel 1997, lo stesso autore decide di quantificare sempre il movimento della SIJ, ma questa volta tridimensionale, in decubito laterale con ginocchia estese (decubito laterale: neutro, con flessione o estensione bilaterali delle anche e con flessione/estensione reciproca di un'anca rispetto all'altra) e su un campione di 5 cadaveri di soggetti sani (4 uomini e 1 donna, tra 52 e 68 anni). Da questo studio emerge che la rotazione totale è maggiore sul piano sagittale (7° a sinistra e 8° a destra, con un range da 3° a 17°, durante il passaggio dalla flessione all'estensione massime delle anche, e 5° a sinistra e 8° a destra durante il passaggio dalla flessione all'estensione reciproca), mentre la traslazione avviene su tutti i piani e presenta un range da 3 mm ad 8 mm. Si osserva, inoltre, che nelle posizioni di flessione/estensione reciproche, l'arto in flessione è associato ad una rotazione posteriore dell'ileo, mentre quello in estensione ad una rotazione anteriore. Quest'ultimo studio risulta essere il primo che sfrutta le posizioni estreme dell'anca per valutare il range di movimento completo della SIJ e sottolinea come, anche in popolazioni con età superiore, si verifichi ugualmente un buon grado di mobilità [16].

Jacob (1995) studia l'ampiezza e la direzione del movimento tridimensionale della SIJ in base a differenti posizioni (stazione eretta bipodalica con massima flessione o estensione del tronco, e stazione eretta bipodalica con affondo anteriore) in 24 soggetti sani (15 uomini e 9 donne, tra 20 e 50 anni). L'asse di rotazione passa trasversalmente attraverso la seconda vertebra sacrale. Sia la rotazione che la traslazione del sacro assumono valori medi bassi, nello specifico la rotazione risulta essere circa 2°, mentre la traslazione è inferiore a 0.73 mm: in entrambi i movimenti la componente maggiore è quella sul piano sagittale. L'ipermobilità patologica si registra con una rotazione maggiore di 6°. Non si osservano differenze statisticamente significative rispetto al

sesto, al lato della SIJ e allo stato di gravidanza [7]. Nell'anno successivo (1996), lo stesso autore decide di ripetere lo studio su un campione con le medesime caratteristiche di sesso ed età, ed utilizzando sempre le stesse posizioni di valutazione. Anche in questo caso si osserva che sia la rotazione che la traslazione del sacro hanno valori medi bassi (nello specifico la rotazione risulta essere 1.8° negli uomini e 1.9° nelle donne, mentre la traslazione 0.7 mm negli uomini e 0.9 mm nelle donne), che l'ipermobilità patologica si registra con una rotazione maggiore di 6° (ed una traslazione superiore a 2 mm) e che non esistono differenze significative rispetto al sesso, all'età e al lato della SIJ. I risultati ottenuti in questo studio, quindi, confermano quelli trovati nel precedente dallo stesso autore [8].

Lund (1996) cerca di quantificare il movimento tridimensionale della SIJ utilizzando gli ultrasuoni durante il test passivo di springing in posizione prona in 22 soggetti sani (9 uomini e 13 donne, tra 19 e 51 anni). Secondo l'autore, infatti, la tecnica di RSA di Sturesson è inadeguata per due motivi: è invasiva e l'inserimento intraosseo delle sfere di tantalio può causare una limitazione del movimento a causa del dolore o di possibili alterazioni biomeccaniche; inoltre, gli esami strumentali associati a tale metodo non sono in grado di registrare abbastanza velocemente il range passivo della SIJ durante il test di springing. Queste caratteristiche di non invasività e velocità risultano presenti, invece, nell'utilizzo degli ultrasuoni in tempo reale, tecnica impiegata per la prima volta per questo obiettivo. Si osserva che nell'82% dei pazienti è presente un movimento di traslazione maggiore di 2 mm in almeno una SIJ, e che questo avviene principalmente in direzione antero/posteriore piuttosto che medio/laterale. Non si registrano differenze statisticamente significative tra il movimento degli uomini e delle donne. Nonostante i risultati positivi dello studio, però, gli ultrasuoni risultano comunque non sufficientemente veloci per poter registrare la mobilità della SIJ durante il test di springing, che dura all'incirca 1 secondo. Inoltre, la posizione prona, non permette di escludere completamente altri movimenti accessori provenienti dall'anca e dal rachide lombare [17].

Barakatt (1996) si focalizza sulla simmetria della pelvi in stazione eretta e in posizioni specifiche (stazione eretta, stazione eretta modificata con un arto rialzato di 3.8 cm, posizione seduta modificata con una tuberosità ischiatica rialzata di 3.8 cm, e affondo anteriore con ginocchio flesso della gamba posteriore) in 34 soggetti sani (16 uomini e

18 donne, tra 18 e 23 anni) ginnasti (8 uomini e 9 donne) e non ginnasti (8 uomini e 9 donne). Sia nel gruppo di ginnasti che di non ginnasti, la stazione eretta modificata con un arto rialzato risulta simmetrica tra destra e sinistra, mentre la posizione seduta modificata con una tuberosità rialzata presenta un'asimmetria tra i due lati. Non si registrano differenze statisticamente significative tra i sessi e tra i due gruppi: il movimento generale tra ginnasti e non ginnasti può essere considerato comparabile [9].

Bussey (2004) valuta la possibilità di utilizzare un dispositivo magnetico non invasivo per misurare il range di movimento tridimensionale della pelvi (in seguito alla palpazione e digitalizzazione di marker cutanei) durante l'abduzione o la rotazione esterna dell'anca da prono in 15 soggetti sani (4 uomini e 11 donne). I risultati ottenuti tramite il dispositivo digitale sono stati poi confrontati con quelli osservati con la tomografia computerizzata eseguita sempre nella stessa posizione durante gli stessi movimenti: dal confronto emerge che non c'è differenza tra i due metodi di rilevazione. La rotazione media totale ha un range da 2.5° a 3.2° sul piano trasversale, ma presenta una grande variabilità da soggetto a soggetto [11]. Nel 2009 l'autore si ripropone di studiare l'influenza dell'articolazione coxofemorale sul movimento tridimensionale della SIJ in 40 soggetti sani (20 uomini e 20 donne, tra 18 e 45 anni) utilizzando le stesse strategie del precedente studio (dispositivo magnetico, supporto fisso per la fissazione dell'anca, tipologia di movimento della stessa: abduzione, rotazione esterna o combinazione delle due). L'abduzione e la rotazione esterna risultano i movimenti più influenti sulla SIJ: sul piano sagittale l'abduzione determina una rotazione dell'ileo leggermente maggiore (0.48°) rispetto alla rotazione esterna (0.41°), sebbene tale differenza non sia statisticamente significativa, mentre sul piano frontale è il secondo movimento citato ad essere quello più determinante. Dai risultati emerge una stretta relazione tra i movimenti dell'anca e della SIJ, tanto che all'aumentare di quello dell'anca aumenta quello dell'ileo, e viceversa [12]. Nello stesso anno, inoltre, viene condotto un altro studio che si concentra sulla differenza tra uomini e donne nel movimento tridimensionale della SIJ di 40 soggetti sani (19 uomini e 21 donne, tra 18 e 35 anni): il metodo e gli strumenti utilizzati risultano gli stessi degli studi precedenti. Anche in questo caso, l'abduzione e la rotazione esterna dell'anca risultano i movimenti più influenti sulla SIJ, che presenta un maggior movimento sul piano sagittale per entrambi i sessi. Le donne mostrano una maggior mobilità rispetto agli uomini sul piano sagittale e frontale, mentre non si osserva tale differenza sul piano trasversale. Inoltre, si osservano pattern di movimento

differenti tra i due sessi: nelle donne, la pelvi dell'arto stressato tende a ruotare esternamente e posteriormente mentre quella dell'arto in scarico internamente e anteriormente; negli uomini la pelvi dell'arto stressato si comporta nello stesso modo, mentre quella dell'arto in scarico ruota esternamente ed anteriormente. Non si registrano, invece, differenze di lato in nessuno dei due sessi [13]. Nel 2012, infine, lo stesso autore si concentra sull'affidabilità inter-esaminatore e test-retest della medesima tecnica con il dispositivo magnetico in 14 soggetti sani (7 uomini e 7 donne, tra 18 e 40 anni). Entrambi i parametri risultano avere un'alta affidabilità con un intervallo di confidenza IC del 95% (coefficiente di correlazione intraclasse ICC di 0.998 e errore standard di misura SEM di 0.53/0.55 mm per quella test-retest, e ICC di 0.971/0.972 e SEM di 1.99/2.02 mm per quella inter-esaminatore) [14].

Per finire, **Goode** (2008) presenta una revisione sistematica sul movimento tridimensionale della SIJ durante la posizione statica e il movimento, prendendo in esame 7 studi clinici eseguiti sia su soggetti sani che patologici, sia in-vivo che in-vitro. La rotazione ha range da -1.1° a 2.2° sul piano sagittale, range da -0.8° a 4.0° sul piano trasversale e range da -0.5° a 8.0° sul piano frontale. La traslazione ha range da -0.3 mm a 8.0 mm sul piano sagittale, range da -0.2 mm a 7.0 mm sul piano trasversale e range da -0.3 mm a 6.0 mm sul piano frontale. La quantità di movimento della SIJ è così ridotto da rendere limitati i metodi clinici manuali basati sulla palpazione esterna [4].

Nelle tabelle che seguono sono illustrate le principali caratteristiche degli studi inclusi in questa revisione in ordine cronologico di pubblicazione (Tabella 1), e i risultati ottenuti dagli stessi nei movimenti di rotazione (Tabella 2) e traslazione (Tabella 3) della SIJ.

Tabella 1. Studi inclusi nella revisione

	Riferimento bibliografico	Disegno dello studio	Obiettivo	Materiali e metodi	Risultati
1 [18]	An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo Lavignolle B, Vital JM, Senegas J, Destandau	Studio trasversale	Analizzare il movimento 3D dell'ileo rispetto al sacro nel corso di movimenti asimmetrici della pelvi	Popolazione: 5 soggetti sani (3 uomini e 2 donne) con meno di 25 anni Misurazione: fotogrammetria Posizione: flessione dell'anca dx (60°) ed estensione dell'anca sx (15°) a partire	Al movimento di flessione o estensione d'anca si accompagna un movimento di rotazione e traslazione dell'ileo rispetto al sacro. Dal lato dell'arto in flessione (rotazione del sacro) avviene

	J, Toson B, Bouyx P, Morlier P, Delorme G, Calabet A Anat Clin 1983 5(3):169-76			dalla posizione supina. Il sacro viene considerato il segmento fisso rispetto al quale avviene il movimento di rotazione e traslazione dell'ileo	una rotazione posteriore dell'ileo, mentre dal lato dell'arto in estensione (contronutazione del sacro) avviene una rotazione anteriore dell'ileo. L'ampiezza del movimento varia in base ai soggetti, ma la direzione è costante
2 [6]	Movements of the sacroiliac joints. A roentgen stereophotogrammetric analysis Sturesson B, Selvik G, Udén A Spine 1989 14(2):162-5	Studio trasversale	Descrivere il movimento 3D della SIJ in base a diversi carichi e paragonare il movimento tra le SIJ sane e quelle sintomatiche	Popolazione: 25 soggetti (4 uomini tra 18 e 45 anni e 21 donne tra 19 e 45 anni) con una o entrambe le SIJ disfunzionali Misurazione: stereofotogrammetria 3D con marker interni Posizione: da supino a stazione eretta, da supino a seduto con gli arti inferiori tesi e da stazione eretta a prono con un arto inferiore iperesteso. In tutte le posizioni citate, il sacro viene considerato il segmento fisso rispetto al quale avviene il movimento di rotazione e traslazione dell'ileo	I valori medi di rotazione e traslazione risultano bassi: la rotazione totale media è di 2.5° (range da 0.8° a 3.9°. La maggior componente risulta essere sul piano sagittale). La traslazione totale media è di 0.7 mm (range da 0.1° a 1.6°). Non si osservano differenze statisticamente significative tra SIJ sintomatiche (DS 0.4/0.6) e sane (DS 0.4/0.8)
3 [15]	Mobility in the sacroiliac joints in the elderly: a kinematic and radiological study Vleeming A, Van Wingerden JP Clin Biomech 1992 7(3):170-6	Studio trasversale	Valutare il movimento 3D della SIJ nella popolazione anziana	Popolazione: 4 cadaveri di soggetti sani (8 SIJ totali) tra 73 e 83 anni Misurazione: radiografia e tomografia computerizzata Posizione: simulazione del carico nella stazione eretta	La rotazione totale sul piano sagittale varia da 0.8° a 4°, dimostrando che anche nella popolazione anziana sono possibili movimenti della SIJ, se pur minimi
4 [20]	Positive sacroiliac screening tests in asymptomatic adults Dreyfuss P, Dryer S, Griffin J, Hoffman J, Walsh N Spine 1994 19(10):1138-43	Studio di coorte	Determinare se i più comuni test di valutazione della SIJ risultano o meno positivi nella popolazione asintomatica	Popolazione: 101 soggetti sani (48 uomini e 53 donne) tra 18 e 60 anni Misurazione: visiva e palpatoria Posizione: Gillet Test (GT), Standing Flexion Test (STFT) e Seated Flexion Test (SEFT). Tutti i test vengono eseguiti su entrambe le SIJ	Il 20% dei soggetti asintomatici presentano positività ad uno o più test (4 soggetti su 20 li hanno tutti e tre positivi). Le donne registrano più falsi positivi (26%) rispetto agli uomini (12.5%). L'incidenza di falsi positivi in entrambi i lati è 13% nel STFT, 8% nel SEFT e 16% nel GT. Solo il GT ha mostrato una differenza statisticamente significativa tra i sessi (p=0.002), con una più alta incidenza di falsi positivi nelle donne. Solo il SEFT rivela una differenza di lato. Tali test clinici non sono supportati da reperti strumentali e per tale motivo

					la diagnosi di disfunzione non deve basarsi esclusivamente sulla somministrazione di essi
5 [10]	Sacroiliac kinematics for reciprocal straddle positions Smidt GL, McQuade K, Wei SH, Barakatt E Spine 1995 20(9):1047-54	Studio trasversale	Valutare l'ampiezza e la direzione del movimento 2D della SIJ nella posizione di passo anteriore, e la relazione tra la mobilità dell'anca e della SIJ	Popolazione: 32 soggetti sani (15 uomini - età media 28 anni con DS 4.7, altezza media 171 cm con DS 11.7 e peso medio 64 kg con DS 10.8 - e 17 donne - età media 24 anni con DS 5.5, altezza media 165 cm con DS 7.9 e peso medio 56 kg con DS 7.0) con età media 26 anni (DS 5.4), altezza media 168 cm (DS 3.8) e peso medio 60 kg (DS 9.5) Misurazione: dispositivo digitale e marker cutanei (ICC 0.95/0.96) Posizione: dalla posizione neutra (piano sagittale: 12.2° con DS 5.9 per la SIJ sx, e 11.7° con DS 5.0 per la SIJ dx. Piano trasversale: 51° con DS 6.4 per entrambe le SIJ) alla posizione di affondo anteriore (flessione anca dx/estensione anca sx)	Il movimento totale tra affondo anteriore dx e sx è 9° sul piano sagittale (DS 6.5) e 5° sul piano trasversale (DS 3.9). Al movimento di flessione o estensione d'anca, si accompagna un movimento di rotazione dell'ileo rispetto al sacro, ma la direzione è variabile da soggetto a soggetto. Non esistono differenze di mobilità ($p \geq 0.05$) tra i lati della SIJ e tra i sessi. Esiste una stretta relazione tra il movimento dell'anca e della SIJ ($p \leq 0.05$), sebbene lo studio sia basato solo sull'analisi di due dimensioni
6 [7]	The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age Jacob HA, Kissling RO Clin Biomech 1995 10(7):352-361	Studio trasversale	Valutare l'ampiezza e la direzione del movimento 3D della SIJ in condizioni fisiologiche	Popolazione: 24 soggetti volontari sani (15 uomini - 2 tra 20/30 anni, 9 tra 30/40 anni, 4 tra 40/50 anni - e 9 donne - 3 tra 20/30 anni, 3 tra 30/40 anni e 3 tra 40/50 anni) tra 20 e 50 anni. 21 SIJ risultano pertinenti Misurazione: stereofotogrammetria 3D e fili di kirschner con marker esterni Posizione: stazione eretta bipodalica con massima flessione ed estensione del tronco, stazione eretta bipodalica con affondo anteriore. In tutte le condizioni, la misurazione del range di movimento viene eseguita paragonando la stazione eretta ad una delle posizioni citate	I valori medi di rotazione e traslazione sono bassi: la rotazione totale è di circa 2° (1.7° con DS 0.86 e range da 0.4° a 4.3°. La componente maggiore risulta essere quella sul piano sagittale e corrisponde alla nutazione del sacro: circa 1° con range da 0° a 4.4°. A seguire la componente sul piano trasversale e infine sul piano frontale) e la traslazione è inferiore a 0.73 mm (la componente maggiore avviene nuovamente sul piano sagittale: 0.71 mm con DS 0.75 mm). L'ipermobilità patologica si registra con rotazione maggiore di 6°. Non si osservano differenze statisticamente significative rispetto a sesso, età, lato della SIJ e stato di gravidanza
7 [8]	The mobility of the sacroiliac joint in healthy subjects Jacob HA, Kissling RO	Studio trasversale	Studiare il movimento 3D della SIJ in soggetti sani	Popolazione: 24 soggetti sani (15 uomini - 2 tra 20/30 anni, 9 tra 30/40 anni, 4 tra 40/50 anni - e 9 donne - 3 tra 20/30 anni, 3 tra 30/40 anni e 3 tra 40/50 anni) tra 20 e 50	I valori medi di rotazione e traslazione sono bassi: la rotazione è in media 1.8° negli uomini e 1.9° nelle donne, mentre la traslazione è in media 0.7 mm negli

	Bull Hosp Jt Dis 1996 54(3):158-64			anni (età media 34.0 anni) Misurazione: stereofotogrammetria 3D e fili di kirschner con marker esterni Posizione: stazione eretta bipodolica con massima flessione ed estensione del tronco, stazione eretta bipodolica con affondo anteriore. In tutte le condizioni, la misurazione del range di movimento viene eseguita paragonando la stazione eretta ad una delle posizioni citate	uomini e 0.9 mm nelle donne. L'ipermobilità patologica si registra con rotazione maggiore di 6° e traslazione maggiore di 2 mm. Non si osservano differenze statisticamente significative rispetto a sesso, età e lato della SIJ
8 [17]	Ultrasound evaluation of sacroiliac motion in normal volunteers Lund PJ, Krupinski EA, Brooks WJ Acad Radiol 1996 3(3):192-6	Studio trasversale	Dimostrare quantitativamente il range passivo di movimento 3D della SIJ utilizzando gli ultrasuoni durante il test di springing	Popolazione: 22 soggetti sani (9 uomini e 13 donne) tra 19 e 51 anni Misurazione: ultrasuoni Posizione: nutazione del sacro da prono	Nell'82% dei soggetti (18 su 22) si rileva un movimento maggiore di 2 mm in almeno una SIJ (ripetibilità interosservatore 0.49/0.81, intraosservatore 0.87). La direzione antero/posteriore prevale rispetto a quella medio/laterale. Non si osservano differenze statisticamente significative tra i sessi o stato di gravidanza passato. Nonostante i risultati positivi dello studio, la velocità di esecuzione del test di springing e l'interazione con il movimento dell'anca e del rachide lombare fanno sì che gli ultrasuoni presentino delle limitazioni nel loro impiego
9 [9]	Interinnominate motion and symmetry: comparison between gymnasts and nongymnasts Barakatt E, Smidt GL, Dawson JD, Wei SH, Heiss DG J Orthop Sports 1996 23(5):309-19	Studio trasversale	Determinare il movimento della pelvi in soggetti sani che svolgono o no ginnastica, e valutarne la simmetria in stazione eretta e in posizioni specifiche	Popolazione: 34 soggetti sani (16 uomini - 8 ginnasti, 8 non ginnasti - e 18 donne - 9 ginnaste, 9 non ginnaste) tra 18 e 23 anni Misurazione: dispositivo digitale e marker cutanei Posizione: stazione eretta, stazione eretta modificata (un arto elevato di 3.8 cm), posizione seduta modificata (una tuberosità ischiatica elevata di 3.8 cm) e affondo anteriore di una gamba con ginocchio piegato dell'arto dietro	In entrambi i gruppi (ginnasti e non ginnasti) la stazione eretta modificata dx e quella sx sono simmetriche, e la posizione seduta modificata dx e quella sx sono asimmetriche. I ginnasti presentano un movimento maggiore nell'affondo anteriore, ma tale differenza non è statisticamente significativa
10 [16]	Sacroiliac motion for extreme hip positions. A fresh cadaver study Smidt GL, Wei SH,	Studio trasversale	Determinare il movimento 3D delle SIJ	Popolazione: 5 cadaveri di soggetti sani (4 uomini e 1 donna) tra 52 e 68 anni, tra 168 e 180 cm, tra 66 e 75 kg Misurazione: tomografia	La rotazione totale è maggiore sul piano sagittale (7° a sx e 8° a dx nel decubito laterale dalla flessione all'estensione massime delle

	McQuade K, Barakatt E, Sun T, Stanford W Spine 1997 22(18):2073-8			computerizzata e marker interni Posizione: decubito laterale (neutro, con flessione bilaterale delle anche, con estensione bilaterale delle anche, flessione/estensione reciproca di un'anca rispetto all'altra) con ginocchia sempre estese. In tutte le posizioni citate, il sacro viene considerato il punto fisso rispetto al quale avviene il movimento di rotazione e traslazione dell'ileo	anche, con un range da 3° a 17°, e 5° a sx e 8° a dx dalla flessione all'estensione reciproca). La traslazione presenta un range da 3 a 8 mm e avviene su ognuno dei tre i piani. È il primo studio che utilizza le posizioni estreme dell'anca per valutare il range di movimento completo della SIJ
11 [11]	A non-invasive technique for assessing innominate bone motion Bussey MD, Yanai T, Milburn P Clin Biomech 2004 19(1):85-90	Studio trasversale	Valutare la possibilità di utilizzare un dispositivo magnetico per misurare il range di movimento 3D della pelvi in base alla palpazione e alla digitalizzazione di marker cutanei	Popolazione: 15 soggetti sani (4 uomini e 11 donne) Misurazione: dispositivo magnetico e tomografia computerizzata Posizione: abduzione e rotazione esterna dell'anca che, su un supporto fisso, viene passivamente ruotata fino alla fine del movimento, con soggetto prono	La rotazione media totale ha range da 2.5° a 3.2° sul piano trasversale, con ampia variabilità da soggetto a soggetto (nonostante ciò, i risultati ottenuti dal confronto con la tomografia computerizzata rendono la tecnica affidabile e valida)
12 [4]	Three-dimensional movements of the sacroiliac joint: a systematic review of the literature and assessment of clinical utility Goode A, Hegedus EJ, Sizer P, Linberg A, Cook CE Man Ther 2008 16(1):25-38	Revisione sistematica	Sintetizzare il movimento 3D della SIJ durante la posizione statica e il movimento	Popolazione: 7 studi clinici (sia in-vivo che in-vitro) Misurazione: metodi per la valutazione del movimento 3D Posizione: variabile in base allo studio	La rotazione ha range da -1.1° a 2.2° sul piano sagittale, range da -0.8° a 4.0° sul piano trasversale e range da -0.5° a 8.0° sul piano frontale. La traslazione ha range da -0.3 a 8.0 mm sul piano sagittale, range da -0.2 a 7.0 mm sul piano trasversale e range da -0.3 a 6.0 mm sul piano frontale. La quantità di movimento della SIJ è così ridotto da rendere limitati i metodi clinici manuali basati sulla palpazione esterna
13 [12]	The influence of hip abduction and external rotation on sacroiliac motion Bussey MD, Bell ML, Milosavljevic S Man Ther 2009 14(5):520-5	Studio trasversale	Capire se il movimento 3D della SIJ può essere previsto dal movimento dell'anca in abduzione, rotazione esterna o entrambe	Popolazione: 40 soggetti sani (20 uomini - età media 23.3 anni con DS 4.3 e BMI medio 22.5 kg/m ² con DS 2.7 - e 20 donne - età media 25 anni con DS 3.1, BMI medio 20.7 kg/m ² con DS 2.0) tra 18 e 35 anni. 36 soggetti su 40 sono destrimani e svolgono mediamente 8.9 ore (DS 4.1) di attività fisica settimanale Misurazione: dispositivo magnetico Posizione: abduzione, rotazione esterna e associazione di abduzione e	L'alta affidabilità test-retest rivela un ICC 0.977 sul piano frontale (IC 95% con range 0.941/0.992), sul piano trasversale un ICC 0.971 (IC 95% con range 0.941/0.994) e sul piano sagittale un ICC 0.993 (IC 95% con range 0.982/0.998). L'abduzione e la rotazione esterna di anca risultano i due movimenti più influenti nel movimento della SIJ: sul piano sagittale l'abduzione determina una rotazione dell'ileo leggermente maggiore (0.48°)

				rotazione esterna dell'anca che, su un supporto fisso, viene passivamente ruotata con 6 incrementi di 10° o fino alla fine del movimento, con soggetto prono. In tutte le posizioni citate, il sacro viene considerato il punto fisso attorno al quale avviene il movimento di rotazione dell'ileo	rispetto alla rotazione esterna (0.41°), sebbene tale differenza non sia statisticamente significativa (p=0.5), mentre sul piano frontale è la rotazione esterna ad essere la più determinante (0.21° a sx e 0.37° a dx). Si osservano una stretta relazione tra il movimento dell'anca e dell'ileo (all'aumentare del movimento dell'anca, soprattutto in rotazione esterna e abduzione, aumenta quello dell'ileo), e una differenza di lato tra le SIJ sul piano frontale, con prevalenza del lato dx
14 [13]	Sex differences in the pattern of innominate motion during passive hip abduction and external rotation Bussey MD, Milosavljevic S, Bell ML Man Ther 2009 14(5):514-9	Studio trasversale	Valutare la differenza tra uomini e donne nel movimento 3D della SIJ durante il movimento dell'anca	Popolazione: 40 soggetti sani (19 uomini - età media 23.3 anni con DS 4.3, BMI medio 22.5 e DS 2.7 kg/m² - e 21 donne - età media 25 anni con DS 3.1, BMI medio 20.7 kg/m² e DS 2.0) tra 18 e 35 anni. Tutti i soggetti svolgono mediamente 8.9 ore (DS 4.1) di attività fisica settimanale Misurazione: dispositivo magnetico Posizione: abduzione, rotazione esterna e associazione di abduzione e rotazione esterna dell'anca che, su un supporto fisso, viene passivamente ruotata con 6 incrementi di 10° o fino alla fine del movimento, con soggetto prono. In tutte le posizioni citate, il sacro viene considerato il punto fisso attorno al quale avviene il movimento di rotazione dell'ileo	L'alta affidabilità test-retest rivela sul piano frontale un ICC 0.992 per le donne (IC 95% con range 0.941/0) e un ICC 0.807 per gli uomini (IC 95% con range 0.501/0.978); sul piano trasversale un ICC 0.939 per le donne (IC 95% con range 0.781/0.993) e un ICC 0.826 per gli uomini (IC 95% con range 0.491/0.980); sul piano sagittale un ICC 0.987 per le donne (IC 95% con range 0.946/0.980) e un ICC 0.893 per gli uomini (IC 95% con range 0.560/0.992). L'abduzione e la rotazione esterna di anca risultano i due movimenti più influenti nel movimento della SIJ. Il movimento risulta maggiore sul piano sagittale per entrambi i sessi. Le donne presentano un range di movimento maggiore rispetto agli uomini sul piano frontale e sagittale (in cui si notano anche differenze di lato), mentre non si osservano differenze statisticamente significative sul piano trasversale
15 [14]	Inter-tester reliability of non-invasive technique for measurement of innominate motion Bussey MD, Adhia DB, Mani R, Jayakaran P,	Studio trasversale	Determinare l'affidabilità inter-esaminatore e test-retest della tecnica con dispositivo magnetico per	Popolazione: 14 soggetti sani (7 uomini - età media 26.14 anni con DS 6.28, BMI medio 23.05 kg/m² con DS 3.44 - e 7 donne - età media 26.86 anni con DS 6.91, BMI medio 21.20 kg/m² con DS	L'alta affidabilità test-retest rivela, sia per la posizione neutra che per l'associazione di abduzione e rotazione esterna, un ICC 0.998 medio (IC 95% con range 0.995/0.999). L'affidabilità

	Aldabe D, Milosavljevic S Man Ther 2012 17(1):71-6		misurare il movimento 3D della SIJ durante il movimento dell'anca	1.21) tra 18 e 40 anni Misurazione: dispositivo magnetico Posizione: posizione neutra e associazione di abduzione e rotazione esterna dell'anca che, su un supporto fisso, viene passivamente abdotta di 20° ed extraruotata di altri 20°, con soggetto prono. In tutte le posizioni citate, il sacro viene considerato il punto fisso attorno al quale avviene il movimento di rotazione dell'ileo	interesaminatore ha ICC 0.972 nella posizione neutra (IC 95% con range 0.919/0.991) e ICC 0.971 nell'associazione di abduzione e rotazione esterna (IC 95% con range 0.924/0.990)
Studi descrittivi					
16 [1]	The sacroiliac joint: review of anatomy, mechanics, and function Alderink GJ J Orthop Sports Phys Ther. 1991;13(2): 71-84. Revisione narrativa				
17 [5]	The sacroiliac joint: a review of anatomy and biomechanics with clinical implications Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich SJ J Manipulative Physiol Ther. 1997 Nov-Dec;20(9): 607-17. Revisione narrativa				
18 [19]	Why yet another diagnostic sign of sacroiliac movement restriction? Lewit K, Rosina A J Manipulative Physiol Ther 1999 22(3): 154-60. Studio trasversale				
19 [3]	The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH J Anat. 2012 Dec;221(6): 537-67. Revisione narrativa				
20 [2]	Radiostereometric analysis of the sacroiliac joint movement and outcomes of pelvic joint fusion Kibsgård TJ Acta Orthop Suppl. 2015 Apr;86(359): 1-43. Revisione narrativa				

Legenda

SIJ: articolazione sacroiliaca
3D: tridimensionale/i
dx: destra/o
sx: sinistra/o
ICC: coefficiente di correlazione intraclasse
IC: intervallo di confidenza
BMI: indice di massa corporea
DS: deviazione standard

Tabella 2. Rotazione della SIJ

	Autore	Numero SIJ	Quantità di movimento			Range/Deviazione Standard (DS)			Errore standard di misura (SEM)
			Asse X	Asse Y	Asse Z	Asse X	Asse Y	Asse Z	
1 [18]	An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo Lavignolle 1983	5 dx/sx	12°	2°	10°	-	-	-	-

2 [6]	Movements of the sacroiliac joints. A roentgen stereophotogrammetric analysis Sturesson 1989	Da supino a stazione eretta							
		23 sx	-1.1°	-0.1°	0.0°	-1.8/0.0	-1.0/1.2	-0.4/0.5	0.1°/0.2°
			Totale 1.2°			Totale 0.2/1.9			
		24 dx	-1.2°	0.3°	-0.1°	-2.0/-0.5	-0.1/0.9	-0.4/0.2	
			Totale 1.2°			Totale 0.5/2.2			
		Da supino a seduto con arti inferiori tesi							
		11 sx	-1.4°	0.1°	0.5°	-2.2/-0.4	0.6/1.1	0.2/0.8	0.1°/0.2°
			Totale 1.5°			Totale 0.7/2.3			
		11 dx	-1.4°	0.4°	-0.3°	-2.5/-0.6	-0.4/1.1	-0.7/-0.0	
			Totale 1.6°			Totale 0.8/2.6			
		Da stazione eretta a prono con arto inferiore sinistro iperesteso							
		15 sx	2.2°	0.0°	-0.1°	1.6/3.2	-1.1/2.4	-0.6/0.8	0.1°/0.2°
			Totale 2.3°			Totale 1.6/3.9			
		16 dx	1.8°	0.0°	0.0°	0.8/3.0	0.9/1.2	-0.5/0.5	
			Totale 1.9°			Totale 0.9/3.0			
		Da stazione eretta a prono con arto inferiore destro iperesteso							
		15 sx	1.6°	-0.5°	0.0°	0.6/2.9	-1.8/0.0	-0.4/0.8	0.1°/0.2°
Totale 1.8°			Totale 0.7/3.0						
17 dx	2.2°	-0.4°	0.2°	1.2/3.6	-1.1/1.2	-0.1/0.8			
	Totale 2.4°			Totale 1.3/3.8					
5 [10]	Sacroiliac kinematics for reciprocal straddle positions Smidt 1995	Dall'affondo anteriore dx all'affondo anteriore sx							
		32 dx/sx	9°	5°	-	6.5	3.9	-	-
		Dalla stazione eretta all'affondo anteriore sx							
		32 sx	4°	3°	-	4.0	2.6	-	-
			Totale -11°	Totale -17°	-	7.4	9.7	-	
		Dalla stazione eretta all'affondo anteriore dx							
		32 dx	5°	3°	-	4.4	3.8	-	-
Totale -11°	Totale +17°		-	7.8	11.1	-			
6 [7]	The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age Jacob, Kissling 1995	Stazione eretta bipodalica con massima flessione del tronco							
		21	1.11°	0.83°	0.59°	0.78	0.81	0.53	0.34°
			Totale 1.7°			Totale 0.86			
		Stazione eretta bipodalica con massima estensione del tronco							
		21	0.91°	0.73°	0.44°	0.61	0.6	0.46	0.34°
			Totale 1.34°			Totale 0.74			
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore							
21	0.97°	0.77°	0.5°	0.82	0.68	0.39	0.34°		
	Totale 1.45°			Totale 0.88					
7 [8]	The mobility of the sacroiliac joints in healthy subjects Jacob, Kissling 1996	Stazione eretta bipodalica con massima flessione del tronco							
		13 M sx	2.2°			0.8/3.3			0.34°
		13 M dx	2.1°			0.7/4.4			
		8 F sx	1.7°			0.5/3.9			
		8 F dx	1.7°			0.6/3.7			
		Stazione eretta bipodalica con massima estensione del tronco							
		13 M sx	1.7°			0.3/1.6			0.34°
		13 M dx	1.8°			0.7/3.0			
8 F sx	1.7°			0.7/3.6					

		8 F dx	1.8°			0.8/2.5			0.34°	
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore sx								
		13 M sx	1.6°			0.3/2.6				
		13 M dx	1.5°			0.3/3.3				
		8 F sx	1.8°			0.5/3.1				
		8 F dx	2.3°			1.0/4.6				
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore dx								0.34°
		13 M sx	1.8°			0.4/3.7				
		13 M dx	1.7°			0.4/6.1				
		8 F sx	2.0°			0.3/3.8				
		8 F dx	2.2°			0.7/4.0				
10 [16]	Sacroiliac motion for extreme hip positions. A fresh cadaver study Smidt 1997	Dalla flessione all'estensione bilaterale delle anche								
		5 sx	7.0°	2.0°	2.0°	4.0/11.0	1.0/4.0	1.0/4.0	1.0°	
		5 dx	8.0°	2.0°	1.0°	3.0/17.0	0.0/5.0	0.0/4.0		
		Dalla flessione all'estensione reciproca di un'anca rispetto all'altra								1.0°
		5 sx	5.0°	4.0°	4.0°	1.0/11.0	1.0/7.0	-4.0/+3.0		
		5 dx	8.0°	1.0°	4.0°	2.0/10.0	0.0/4.0	-3.0/+2.0		
	In vivo measurement of 3-dimensional movement of the iliosacral joint Wilke 1997 (dati estrapolati dalla lettura dello studio "Three-dimensional movements of the sacroiliac joint: a systematic review of the literature and assessment of clinical utility" di Goode A nel 2008 - in quanto l'articolo originale è in tedesco)	Estensione anca dx/flessione anca sx								
		6 sx	-0.3°	-0.1°	0.0°	0.2	0.1	0.4	0.1°	
		6 dx	0.5°	-0.1°	-0.2°	0.5	0.2	0.1		
		Flessione anca dx/estensione anca sx								0.1°
		6 sx	0.3°	-0.1°	0.0°	0.2	0.1	0.1		
		5 dx	-0.3°	0.1°	-0.4°	0.4	0.1	0.5		
		Estensione d'anca ipsilaterale								0.1°
		4 sx	1.2°	0.1°	0.0°	0.6	0.2	0.5		
		6 dx	0.8°	-0.2°	-0.1°	0.4	0.3	0.2		
		Flessione d'anca ipsilaterale								0.1°
		6 sx	-0.4°	-0.1°	0.1°	0.2	0.1	0.2		
		6 dx	-0.5°	0.1°	-0.1°	0.4	0.1	0.2		
		Abduzione d'anca ipsilaterale								0.1°
		6 sx	0.0°	-0.1°	-0.5°	0.2	0.1	0.2		
		6 dx	-0.1°	0.0°	-0.4°	0.1	0.1	0.2		
		Adduzione d'anca ipsilaterale								0.1°
		6 sx	0.5°	0.1°	0.5°	0.3	0.2	0.3		
		6 dx	0.4°	-0.1°	0.3°	0.3	0.2	0.1		
		Rotazione interna d'anca ipsilaterale								0.1°
		6 sx	0.4°	-0.2°	-0.2°	0.3	0.2	0.1		
		5 dx	0.3°	0.3°	-0.2°	0.2	0.2	0.1		
		Rotazione esterna d'anca ipsilaterale								0.1°
		6 sx	0.2°	0.2°	-0.4°	0.1	0.1	0.2		
6 dx	0.1°	-0.3°	0.2°	0.1	0.2	0.1				
Estensione/rotazione interna ipsilaterale								0.1°		
5 sx	1.1°	0.0°	-0.1°	0.7	0.3	0.4				
5 dx	1.1°	0.1°	-0.1°	0.6	0.3	0.4				
13 [12]	The influence of hip abduction and external rotation on sacroiliac motion	Rotazione esterna d'anca								
		40 sx	0.41°	0.18°	0.21°	0.27/0.55	0.10/0.25	0.10/0.32	0.02° X 0.05° Y 0.04° Z	
		40 dx	0.41°	0.18°	0.37°	0.27/0.55	0.10/0.25	0.26/0.49		

	Bussey 2009	Abduzione d'anca						
		40 sx	0.48°	0.23°	0.07°	0.34/0.63	0.15/0.31	- 0.04/0.18
		40 dx	0.48°	0.23°	0.32°	0.34/0.63	0.15/0.31	0.02° X 0.05° Y 0.04° Z
		Abduzione + rotazione esterna d'anca						
		40 sx	0.06°	0.09°	0.07°	- 0.05/0.17	0.03/0.15	- 0.02/0.16
14 [13]	Sex differences in the pattern of innominate motion during passive hip abduction and external rotation Bussey 2009	Rotazione esterna d'anca						
		21 sx F	4.0°	1.7°	1.5°	0.5	0.3	0.3
		21 dx F	3.2°	2.2°	3.0°	0.6	0.7	0.3
		19 sx M	2.6°	2.3°	1.6°	0.6	0.3	0.3
		19 dx M	3.4°	1.5°	1.6°	0.7	0.7	0.4
		Abduzione d'anca						
		21 sx F	3.8°	1.7°	2.2°	0.6	0.6	0.3
		21 dx F	2.7°	1.4°	2.6°	0.7	0.4	0.4
		19 sx M	3.4°	1.7°	1.4°	0.6	0.3	0.3
		19 dx M	3.6°	1.5°	1.3°	0.6	0.4	0.3
		Abduzione + rotazione esterna d'anca						
		21 sx F	3.3°	1.7°	1.9°	0.6	0.3	0.3
		21 dx F	2.7°	1.8°	1.6°	0.5	0.5	0.3
		19 sx M	2.5°	2.2°	1.6°	0.6	0.7	0.3
		19 dx M	2.3°	1.6°	1.9°	0.7	0.3	0.3

Tabella 3. Traslazione della SIJ

	Autore	Numero SIJ	Quantità di movimento			Range/Deviazione Standard (DS)			Errore standard di misura (SEM)	
			Asse X	Asse Y	Asse Z	Asse X	Asse Y	Asse Z		
1 [18]	An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo Lavignolle 1983	Flessione anca dx/estensione anca sx								
		5 dx/sx	6 mm	8 mm	2 mm	-	-	-	0.1 mm	
2 [6]	Movements of the sacroiliac joints. A roentgen stereophotogrammetric analysis Sturesson 1989	Da supino a stazione eretta								
		23 sx	Totale 0.5 mm			Totale 0.2/1.0			0.1 mm	
		24 dx	Totale 0.4 mm			Totale 0.1/1.0				
		Da supino a seduto con arti inferiori tesi								0.1 mm
		11 sx	Totale 0.5 mm			Totale 0.1/1.2				
		11 dx	Totale 0.5 mm			0.4/0.8				
Da stazione eretta a prono con arto inferiore sinistro iperesteso										

		15 sx	0.7 mm			0.3/1.6			0.1 mm
		16 dx	0.5 mm			0.2/1.2			
		Da stazione eretta a prono con arto inferiore destro iperesteso							
		15 sx	0.7 mm			0.3/1.6			0.1 mm
		17 dx	0.7 mm			0.3/1.6			
6 [7]	The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age	Stazione eretta bipodalica con massima flessione del tronco							
		21	0.71 mm	0.45 mm	0.4 mm	0.75	0.51	0.45	0.34 mm
		Stazione eretta bipodalica con massima estensione del tronco							
		21	0.45 mm	0.36 mm	0.27 mm	0.39	0.29	0.31	0.34 mm
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore							
	21	0.62 mm	0.45 mm	0.34 mm	0.72	0.56	0.46	0.34 mm	
7 [8]	The mobility of the sacroiliac joints in healthy subjects	Stazione eretta bipodalica con massima flessione del tronco							
		13 M sx	0.9 mm			0.4/1.6			0.34 mm
		13 M dx	0.9 mm			0.3/1.4			
		8 F sx	0.7 mm			0.3/1.2			
		8 F dx	0.7 mm			0.3/1.5			
	Jacob, Kissling 1996	Stazione eretta bipodalica con massima estensione del tronco							
		13 M sx	0.6 mm			0.2/1.0			0.34 mm
		13 M dx	0.5 mm			0.2/0.8			
		8 F sx	0.9 mm			0.3/1.6			
		8 F dx	0.9 mm			0.2/1.2			
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore sx							
		13 M sx	0.7 mm			0.3/1.3			0.34 mm
		13 M dx	0.7 mm			0.2/1.3			
		8 F sx	0.8 mm			0.1/1.8			
		8 F dx	1.2 mm			0.8/1.9			
		Stazione eretta bipodalica con affondo anteriore dx							
		13 M sx	0.6 mm			0.3/1.3			0.34 mm
		13 M dx	0.7 mm			0.4/1.4			
		8 F sx	1.1 mm			0.2/1.9			
		8 F dx	1.3 mm			0.7/1.9			
10 [16]	Sacroiliac motion for extreme hip positions. A fresh cadaver study	Dalla flessione all'estensione bilaterale delle anche							
		5 sx	4.0 mm	7.0 mm	4.0 mm	-	-	-	1.3 mm
		5 dx	3.0 mm	5.0 mm	5.0 mm	-	-	-	
	Smidt 1997	Dalla flessione all'estensione reciproca di un'anca rispetto all'altra							
		5 sx	6.0 mm	6.0 mm	8.0 mm	-	-	-	1.3 mm
		5 dx	5.0 mm	5.0 mm	7.0 mm	-	-	-	
	In vivo measurement of 3-dimensional movement of the iliosacral joint	Estensione anca dx/flessione anca sx							
		6 sx	0.0 mm	0.4 mm	-0.3 mm	0.2	0.4	0.2	0.1 mm
		6 dx	-0.2 mm	0.0 mm	0.2 mm	0.3	0.2	0.2	
		Flessione anca dx/estensione anca sx							
		6 sx	0.0 mm	0.1 mm	0.2 mm	0.1	0.4	0.2	0.1 mm
	5 dx	0.3 mm	-0.2 mm	-0.3 mm	0.5	0.3	0.4		
	(dati estrapolati dalla lettura dello studio "Three-dimensional movements of the sacroiliac joint: a	Estensione d'anca ipsilaterale							
		4 sx	-0.3 mm	0.3 mm	0.5 mm	0.2	0.3	0.7	0.1 mm
		6 dx	0.1 mm	0.0 mm	0.3 mm	0.2	0.1	0.2	
		Flessione d'anca ipsilaterale							

systematic review of the literature and assessment of clinical utility" di Goode A nel 2008 - in quanto l'articolo originale è in tedesco)	6 sx	-0.1 mm	0.1 mm	-0.2 mm	0.2	0.2	0.2	0.1 mm
	6 dx	0.2 mm	0.0 mm	-0.2 mm	0.2	0.2	0.1	
	Abduzione d'anca ipsilaterale							
	6 sx	-0.1 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	0.1	0.3	0.1	0.1 mm
	6 dx	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	0.2	0.2	0.1	
	Adduzione d'anca ipsilaterale							
	6 sx	0.1 mm	0.2 mm	0.2 mm	0.1	0.3	0.2	0.1 mm
	6 dx	-0.3 mm	0.1 mm	0.2 mm	0.3	0.1	0.2	
	Rotazione interna d'anca ipsilaterale							
	6 sx	0.1mm	0.1 mm	0.0 mm	0.1	0.3	0.1	0.1 mm
	5 dx	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	0.2	0.1	0.1	
	Rotazione esterna d'anca ipsilaterale							
	6 sx	0.0 mm	0.1 mm	0.2 mm	0.2	0.2	0.2	0.1 mm
	6 dx	0.1 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.3	0.0	0.1	
	Estensione/rotazione interna ipsilaterale							
	5 sx	-0.1 mm	0.1 mm	0.3 mm	0.2	0.4	0.4	0.1 mm
	5 dx	0.0 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.2	0.2	0.2	

Asse X: asse trasversale (piano sagittale)
Asse Y: asse longitudinale (piano orizzontale)
Asse Z: asse sagittale (piano frontale)

4. DISCUSSIONE

Dalla revisione effettuata risulta evidente un'incertezza di fondo in merito alla valutazione e alla quantificazione del movimento della SIJ in soggetti sani, in seguito anche alla complessa conformazione anatomica e disposizione nello spazio. I parametri che si sono mostrati variabili da studio a studio sono risultati:

- determinazione della mobilità: in alcuni studi si analizza il movimento bidimensionale [10], in altri quello tridimensionale [6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18];
- tipologia dei partecipanti: in alcuni studi si effettua l'indagine su soggetti in vita [6,7,8,9,10,11,12,13,14,17,18,19,20], in altri su cadavere [15,16] (con conseguente differenza nell'integrità strutturale dei tessuti coinvolti);
- tecniche di misurazione: in alcuni studi si utilizzano metodi invasivi [6,7,8] in altri non invasivi [9,10,11,12,13,14,15,16,17,18];
- coinvolgimento dei distretti vicini: in alcuni studi si esamina il movimento della SIJ in seguito a quello dell'anca [6,9,10,11,12,13,14,16,18] o del rachide lombare [7,8], in altri solo quello della SIJ [15,17];
- sistema di riferimento: in alcuni studi si quantifica il movimento di una pelvi rispetto alla pelvi controlaterale [9,11,12,13,14], in altri di una pelvi rispetto al sacro [6,7,8,10,15,16,17,18];
- strategia di induzione del movimento: in alcuni studi si valuta la mobilità attiva [6,7,8,9,10,18], in altri quella passiva [11,12,13,14,15,16,17] (con conseguente differenza nell'attivazione muscolare);
- posizione di valutazione: in alcuni studi i soggetti sono valutati in posizioni in carico come la stazione eretta simmetrica [6,7,8,9,15], l'affondo anteriore [7,8,9,10], la posizione seduta [6,9], in altri in posizioni in scarico come la quella supina [6,18], prona [6,11,12,13,14,17] e il decubito laterale [16] (con conseguente variazione del peso sulla SIJ e sulle articolazioni adiacenti).

Questa variabilità fa sì che la quantità di movimento angolare e lineare abbia valori differenti da autore ad autore, e che i risultati ottenuti dai vari studi siano difficilmente confrontabili tra loro. In generale si può semplicemente affermare che la mobilità della SIJ è molto piccola e avviene principalmente sul piano sagittale: sui soggetti vivi i valori minori si sono ottenuti negli studi che hanno utilizzato metodi invasivi [6,7,8], rispetto a

quelli non invasivi [9,10,11,12,13,14,17,18] (i primi caratterizzati da una migliore precisione nella rilevazione dei punti di repere ossei, ma da una possibile alterazione della biomeccanica in seguito all'impianto dei marker, i secondi con caratteristiche opposte), e negli studi che hanno sfruttato posizioni in carico [6,7,8,9,10] rispetto a quelle in scarico [11,12,13,14,16,17,18].

In assenza di una visione chiara e standardizzata del comportamento della SIJ in soggetti sani, è risultato ugualmente difficile trovare dei test manuali validi e accurati che ne valutassero il movimento: dall'analisi degli articoli descrittivi [3,5,19] e dell'unico studio che ha preso in considerazione la valutazione manuale del movimento della SIJ [20] è emerso che, essendo la mobilità molto piccola e con caratteristiche di tridimensionalità, tutti i test manuali non sono affidabili.

5. CONCLUSIONI

Questa revisione della letteratura sulla biomeccanica e la valutazione manuale del cingolo pelvico in soggetti sani ha fornito risultati molto variabili e difficilmente confrontabili a causa della diversità del materiale scientifico reperito.

Quello che si può affermare con certezza è che l'articolazione sacroiliaca è un'articolazione mobile, contrariamente a quanto si credeva nel passato: il suo movimento, se pur minimo, si sviluppa soprattutto sul piano sagittale, ed è influenzato sia dai distretti vicini come l'anca e il rachide lombare sia dalla presenza o assenza del carico.

La difficoltà principale riscontrata in letteratura è rappresentata dalla mancanza di un metodo standard di valutazione: molti studi si sono concentrati sull'analisi del comportamento della SIJ durante la gravidanza o in condizioni patologiche specifiche, ma per quanto riguarda il suo comportamento fisiologico in assenza di qualsiasi alterazione c'è ancora molta incertezza. Per poter colmare le lacune in merito alla biomeccanica, quindi, sarebbe opportuno selezionare più accuratamente i campioni di studio e definire con maggior precisione le tecniche e le posizioni per l'analisi del movimento. Solo dopo aver raggiunto tale obiettivo sarà possibile identificare dei test utili a determinare la mobilità anche da un punto di vista manuale.

6. BIBLIOGRAFIA

1. The sacroiliac joint: review of anatomy, mechanics, and function. Alderink GJ. J Orthop Sports Phys Ther. 1991; 13(2):71-84;
2. Radiostereometric analysis of sacroiliac joint movement and outcomes of pelvic joint fusion. Kibsgård TJ. Acta Orthop Suppl. 2015 Apr; 86(359): 1-43;
3. The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH. J Anat. 2012 Dec; 221(6): 537-67. Review;
4. Three-dimensional movements of the sacroiliac joint: a systematic review of the literature and assessment of clinical utility. Goode A, Hegedus EJ, Sizer P, Brismee JM, Linberg A, Cook CE. J Man Manip Ther. 2008; 16(1): 25-38;
5. The sacroiliac joint: a review of anatomy and biomechanics with clinical implications. Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich SJ. J Manipulative Physiol Ther. 1997 Nov-Dec; 20(9): 607-17. Review;
6. Movements of the sacroiliac joints. A roentgen stereophotogrammetric analysis. Stureson B, Selvik G, Udén A. Spine (Phila Pa 1976). 1989 Feb; 14(2): 162-5;
7. The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age. Jacob HA, Kissling RO. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1995 Oct; 10(7): 352-361;
8. The mobility of the sacroiliac joint in healthy subjects. Kissling RO, Jacob HA. Bull Hosp Jt Dis. 1996; 54(3): 158-64;
9. Interinnominate motion and symmetry: comparison between gymnasts and nongymnasts. Barakatt E, Smidt GL, Dawson JD, Wei SH, Heiss DG. J Orthop Sports Phys Ther. 1996 May; 23(5): 309-19;

10. Sacroiliac kinematics for reciprocal straddle positions. Smidt GL, McQuade K, Wei SH, Barakatt E. Spine (Phila Pa 1976). 1995 May 1; 20(9): 1047-54;
11. A non-invasive technique for assessing innominate bone motion. Bussey MD, Yanai T, Milburn P. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2004 Jan; 19(1): 85-90;
12. The influence of hip abduction and external rotation on sacroiliac motion. Bussey MD, Bell ML, Milosavljevic S. Man Ther. 2009 Oct; 14(5): 520-5;
13. Sex differences in the pattern of innominate motion during passive hip abduction and external rotation. Bussey MD, Milosavljevic S, Bell ML. Man Ther. 2009 Oct; 14(5): 514-9;
14. Inter-tester reliability of non-invasive technique for measurement of innominate motion.
Bussey MD, Adhia DB, Mani R, Jayakaran P, Aldabe D, Milosavljevic S. Man Ther. 2012 Feb; 17(1): 71-6;
15. Mobility in the sacroiliac joints in the elderly: a kinematic and radiological study. Vleeming A, Van Wingerden JP, Dijkstra PF, Stoeckart R, Snijders CJ, Stijnen T. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1992 Aug; 7(3): 170-6;
16. Sacroiliac motion for extreme hip positions. A fresh cadaver study. Smidt GL, Wei SH, McQuade K, Barakatt E, Sun T, Stanford W. Spine (Phila Pa 1976). 1997 Sep 15; 22(18): 2073-82;
17. Ultrasound evaluation of sacroiliac motion in normal volunteers. Lund PJ, Krupinski EA, Brooks WJ. Acad Radiol. 1996 Mar; 3(3): 192-6;
18. An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo. Lavignolle B, Vital JM, Senegas J, Destandau J, Toson B, Bouyx P, Morlier P, Delorme G, Calabet A. Anat Clin. 1983; 5(3): 169-76;

19. Why yet another diagnostic sign of sacroiliac movement restriction? Lewit K, Rosina A. J Manipulative Physiol Ther. 1999 Mar-Apr; 22(3): 154-60;
20. Positive sacroiliac screening tests in asymptomatic adults. Dreyfuss P, Dryer S, Griffin J, Hoffman J, Walsh N. Spine (Phila Pa 1976). 1994 May 15; 19(10): 1138-43.