



Università degli studi di  
Genova



**MASTER IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI  
MUSCOLOSCHIELETRICI  
in collaborazione con  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BRUXELLES**



**L'IMPORTANZA DELLA PROPRIOCENZA NELLA  
RIABILITAZIONE DELLA SPALLA**

Relatore:  
Silvia Gianola

Tesi di:  
Federica Cotza

ANNO ACCADEMICO 2011-2012

# Indice

Abstract.....	pag. 3
Introduzione.....	pag. 5
Metodi.....	pag. 6
Risultati.....	pag. 7
Discussione.....	pag. 26
Conclusioni.....	pag. 28
Bibliografia.....	pag. 29

# Abstract

## **Background**

Il sistema propriocettivo assume un ruolo di primaria importanza nella spalla per le informazioni sensoriali che fornisce. L'integrità dei meccanocettori e percorsi neurali svolge un ruolo fondamentale nel consentire la mobilità della spalla e la stabilità concorrente. Dato il ruolo importante del sistema sensomotorio, la sua valutazione appare di particolare interesse nei pazienti con dolore alla spalla.

## **Obiettivo**

Scopo di questo lavoro di revisione è quello di individuare, attraverso l'analisi della letteratura, quali sono le misure di outcome più utilizzate per valutare il sistema propriocettivo nella spalla.

## **Metodi**

La ricerca degli articoli è stata effettuata nel database di PUBMED seguendo i seguenti criteri di inclusione: 1) valutazione e riabilitazione della spalla 2) focus sull'outcome propiocezione 3) tutti i disegni di studio 4) pubblicazione in lingua inglese. Non sono stati usati limiti temporali nella ricerca. Gli articoli sono stati selezionati attraverso la lettura dell'abstract e la stringa di ricerca utilizzata è stata la seguente: Shoulder [TIAB] AND (proprioception [TIAB] OR "motor control" [TIAB] OR "joint position sense"[TIAB] OR "sensorimotor system" OR "sensorimotor control" OR "neuromuscular control") AND (rehabilitation [TIAB]OR physiotherapy [TIAB] OR "physical therapy" [TIAB] OR assessment[TIAB] OR evaluation[TIAB] OR treatment[TIAB] OR intervention [TIAB] OR exercise OR mobilization [TIAB]) NOT stroke.

## **Risultati**

Sono stati inclusi 19 studi che rispondevano ai criteri di inclusione valutando la spalla per l'outcome propiocezione. Di questi 4 studi prevedevano l'intervento di riabilitazione: 3 RCT e 1 CT.

Gli studi hanno considerato la propiocezione come senso di posizione (JPS) e kinestesia in 14 studi, il JPS in 4 articoli e la sensazione di forza in un solo articolo. Gli strumenti di valutazione per il senso di posizione e la kinestesia sono stati molti (n=7) meno invece per la sensazione di forza (n=1).

## **Conclusione**

Dall'analisi degli studi emerge una difficoltà nel definire univocamente l'outcome propiocezione. Diversi studi indagano il JPS piuttosto che la kinestesia e più raramente la sensazione di forza. Inoltre all'interno di ognuna di queste definizioni vengono utilizzati diversi strumenti di misurazione. Non è possibile effettuare un confronto diretto dei diversi strumenti di outcome a causa di disegni di studio, interventi, follow-up, e soggetti (es., sano, malato, sportivo, etc.) diversi. L'utilizzo di un particolare strumento per valutare la propiocezione perciò non può essere raccomandato.

# Introduzione

Le patologie della spalla rappresentano un disturbo muscolo-scheletrico molto diffuso nella popolazione essendo la terza condizione più comune nella medicina generale, con una prevalenza del 7-26% . I sintomi sono spesso persistenti e ricorrenti, con il 40-50% di pazienti che riportano sintomi persistenti dopo 6-12 mesi e il 14% di pazienti che continuano la cura oltre i 2 anni <sup>1</sup>.

Il dolore alla spalla è associato a significativa disabilità e perdita di qualità della vita, poiché interferisce con molte attività della vita quotidiana ed è associato anche a notevoli costi per l'individuo e per la comunità <sup>2</sup>.

Essendo la spalla l'articolazione più mobile del corpo umano il sistema propriocettivo assume un ruolo di primaria importanza per le informazioni sensoriali che fornisce <sup>3</sup>.

Come risultato di questa ampiezza di movimento, la coordinazione muscolare è fondamentale per mantenere la stabilità articolare. Di conseguenza, la spalla si basa su feedback propriocettivi per mantenere la stabilità dinamica. La propriocezione è quindi il risultato dell'integrazione degli impulsi neurali di una varietà di meccanocettori periferici al sistema nervoso centrale. I meccanocettori sono presenti nella pelle, nei muscoli e nei tessuti articolari e sono attivati dalla deformazione dei tessuti, con invio di impulsi nervosi afferenti al SNC, e sono utilizzati per la stabilità articolare e una corretta funzione articolare. L'integrità dei meccanocettori e percorsi neurali svolge un ruolo fondamentale nel consentire la mobilità della spalla e la stabilità concorrente <sup>4</sup>.

Il termine "propriocezione" è stato introdotto da Sherrington nel 1906 che lo ha descritto come un tipo di circuito a feedback dagli arti al sistema nervoso centrale. Recentemente è stato descritto come una combinazione del senso di posizione articolare, della capacità di una persona ad identificare la posizione di un arto nello spazio e della percezione del movimento attivo e passivo <sup>5</sup>.

La propriocezione si può considerare in tre submodalità che includono: il senso della posizione articolare, la kinestesia e la sensazione di forza. Il senso di posizione articolare è la capacità di riconoscimento e interpretazione delle informazioni riguardanti la posizione dell'articolazione e il suo orientamento nello spazio; la kinestesia è la capacità di riconoscere ed interpretare il movimento articolare e la sensazione di forza è l'abilità nel riconoscere ed interpretare la forza applicata all'articolazione o generata da essa. Queste submodalità di propriocezione sono utilizzate dal SNC per provocare adeguati meccanismi di controllo neuromuscolari importanti per la stabilità articolare e il movimento coordinato del complesso della spalla <sup>6,7</sup>.

Quando si ha un infortunio alla spalla ne risulta una cascata di effetti. Questi effetti includono patologie dei tessuti e manifestazione di dolore a cui si associano alterazioni sensomotorie. La

combinazione della patologia del tessuto, del dolore e delle alterazioni sensomotorie influenzano direttamente la funzione della spalla e infine ne pregiudicano l'outcome<sup>6</sup>.

Dato il ruolo importante del sistema sensomotorio, la sua valutazione appare di particolare interesse nei pazienti con dolore alla spalla.

## Metodi

La ricerca degli articoli è stata effettuata nel database di PUBMED seguendo i seguenti criteri di inclusione: 1) valutazione e riabilitazione della spalla 2) focus sull'outcome propriocezione 3) tutti i disegni di studio 4) pubblicazione in lingua inglese. Non sono stati usati limiti temporali nella ricerca.

Gli articoli sono stati selezionati attraverso la lettura di titolo ed abstract; la stringa di ricerca utilizzata è stata la seguente: Shoulder [TIAB] AND (proprioception [TIAB] OR "motor control" [TIAB] OR "joint position sense"[TIAB] OR "sensorimotor system" OR "sensorimotor control" OR "neuromuscular control") AND (rehabilitation [TIAB] OR physiotherapy [TIAB] OR "physical therapy" [TIAB] OR assessment[TIAB] OR evaluation[TIAB] OR treatment[TIAB] OR intervention [TIAB] OR exercise OR mobilization [TIAB]) NOT stroke.

# Risultati

## *Selezione degli studi*

La ricerca sulla banca dati MEDLINE ha prodotto 134 articoli, di cui la maggior parte non era pertinente all'argomento in questione. Sono molti gli studi che citano la propiocezione, ma pochi quelli che la prendono in considerazione come misura di outcome in un trattamento riabilitativo. Più studi invece sono stati trovati in merito alla sola valutazione della propiocezione.

Sono stati inclusi 19 articoli che rispondevano ai criteri di inclusione per la valutazione della spalla. 3 articoli erano RCT (Randomized Controlled Trial), 6 studi trasversali, 2 CT (Control Trial), 6 studi caso-controllo, 1 studio pilota, 1 serie di studi. Gli studi hanno considerato la propiocezione come senso di posizione (JPS) e kinestesia in 14 articoli, in 4 articoli è stato valutato solamente il senso di posizione e in un solo articolo è stata valutata la sensazione di forza. Gli strumenti di valutazione per il senso di posizione e la kinestesia sono stati molti (n=7) meno invece per la sensazione di forza (n=1). Per i dettagli completi si rimanda alla tabella numero 1.

Gli articoli che rispondevano ai criteri di inclusione specifici per la riabilitazione sono stati 4 (3 RCT e 1 CT). Gli articoli che hanno avuto come outcome la kinestesia e il JPS sono stati 2, hanno avuto come outcome per la propiocezione solo il JPS gli altri 2 studi. Per i dettagli completi si rimanda alla tabella numero 2.



TABELLA 1					
AUTORE	TIPO STUDIO	OBIETTIVO	COSA VALUTA	SAMPLE SIZE	STRUMENTO UTILIZZATO
Lubiatowski at al. <sup>8</sup> 2013	Pilot study	Sviluppare un metodo di valutazione per la propriocezione dell'articolazione gleno-omeroale in movimento	JPS, kinestesia	27 soggetti sani	Propriometer, goniometro elettrico che permette la valutazione continua dell'angolo di deviazione con la precisione di 0,1°.
Laudner at al. <sup>9</sup> 2012	Cross-sectional study	Determinare la relazione tra lassità anteriore GH e il JPS durante il lancio in giocatori di baseball asintomatici.	JPS, kinestesia	30 giocatori asintomatici di baseball	Biodex System 4 Quick set, utilizza un pacchetto software specializzato in combinazione con un dinamometro.
Maenhout at al. <sup>10</sup> 2012	Case-control study	Misurare l'accuratezza della sensazione di forza nei muscoli rotatori della spalla nella rotazione interna ed esterna in pazienti con tendinopatia della cuffia dei rotatori con un test di riproduzione di forza isometrica.	Sensazione di forza muscoli rotatori della spalla.	36 soggetti con tendinopatia unilaterale della cuffia dei rotatori e 30 soggetti sani	Dinamometro isocinetico (Biodex Sistema Multijoint 3; Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, NY, USA)
Anderson at al. <sup>11</sup> 2011	Case-control study	1) quantificare impairment propriocezione (JPS) 2) acuità propriocettiva e percezione del dolore nell'elevazione della spalla; 3) affidabilità	JPS, kinestesia	26 soggetti con CRCP unilaterale e 30 soggetti sani	I movimenti sono stati registrati con marcatori riflettenti della pelle. Motion analysis system: Vicon plug-in-gait (upper body) model.

		intraoperatore			
Balke at al. <sup>12</sup> 2011.	Cross-sectional study	Valutare se il test di riproduzione angolare semplificato che si è presentato permette di valutare clinicamente la funzionalità propriocettiva della spalla.	JPS, kinestesia	24 pazienti con instabilità di spalla	LP-ART (The laser-pointer assisted angle reproduction test).
Başkurt at al. <sup>13</sup> 2011	RCT	Determinare l'efficacia degli esercizi di stretching, di potenziamento e di stabilizzazione scapolare sul dolore di spalla, ROM, forza muscolare, JPS e qualità della vita nei pazienti con SIS.	JPS	40 soggetti con impingement unilaterale (I e II stadio secondo Neer)	Goniometro elettronico; Inclinometro (TrackerTM 2004, JTECHMedical).
Mörl at al. <sup>14</sup> 2011	RCT	Valutare l'effetto dei diversi training in fisioterapia sulla riduzione del dolore e sul cambiamento della propriocezione e cinestesia della spalla. Indagare le connessioni tra il dolore e il cambiamento della funzione motoria della spalla.	JPS e kinestesia	22 soggetti con dolore aspecifico alla spalla. 8 soggetti asintomatici	Zebris CMS-HS 3D motion measuring system (Zebris Medical GmbH, Isny, Germany); Zebris markers

Herrington at al. <sup>5</sup> 2010	Case-control study	Valutare il JPS nelle spalle di giocatori professionisti di rugby.	JPS, kinestesia	15 giocatori di rugby professionisti asintomatici, 15 giocatori di rugby professionisti infortunati (SLAP lesion)	Fuji Finepix S304, fotocamera digitale e gli angoli sono stati calcolati utilizzando ImageJ computer software.
Yang at al. <sup>15</sup> 2008	Cross-sectional study	Esaminare l'effetto dell'elevazione del braccio su un piano, l'errore di riposizionamento e il PFI in soggetti con spalla rigida unilaterale.	JPS, kinestesia	12 soggetti con spalla rigida e controlaterale normale.	FASTRAK motion analysis system.
Yang at al. <sup>16</sup> 2010	Case-control study	Determinare JPS nei soggetti con rigidità di spalla è diversa da quella osservata nei controlli	JPS, kinestesia	18 soggetti con spalla rigida (SS) unilaterale e 18 soggetti asintomatici.	FASTRAK motion analysis system
Sullivan at al. <sup>17</sup> 2008	Case-control study	Confrontare il JPS tra i pazienti trattati con capsulorrafia aperta, artroscopia, capsulorrafia termica dopo recidive in instabilità anteriore e confrontare questi pz con soggetti sani	JPS	45 pazienti post- chirurgici e 22 soggetti di controllo.	Biodex system 3 Pro™, dinamometro isocinetico
Wassinger at al. <sup>4</sup> 2007	CT	Determinare l'effetto di un trattamento di crioterapia sulla propriocezione e sulle prestazioni funzionali	JPS, kinestesia	22 soggetti collegiali sani.	Biodex system 3 Pro™, dinamometro isocinetico e un dispositivo di monitoraggio elettromagnetico

		della spalla nel lancio.			
Björklund at al. <sup>18</sup> 2006	A crossover design with subjects randomized to 3 groups.	Indagare se lo stretching passivo dei muscoli della spalla incide sul senso di posizione della spalla.	JPS, kinestesia	18 soggetti sani	FASTRAK electromagnetic tracking system.
Brindle at al. <sup>19</sup> 2006	Applied study with repeated measures comparing type of feedback and the presence of a load	Determinare l'effetto dei movimenti in carico e del tipo di feedback sul JPS della spalla e la velocità di movimento	JPS, kinestesia	20 soggetti sani	Acquisizione dati: Video Capture System. Shoulder Wheel Apparatus.
Dover at al. <sup>20</sup> 2003	Factorial design with investigation of multiple independent variables.	Determinare se esistono differenze di senso di posizione tra donne collegiali giocatrici di softball e atlete non giocatrici.	JPS, kinestesia	50 giocatrici di softball (10 lanciatrici e 40 giocatrici di posizione); 50 atlete non giocatrici di softball	Inclinometro
Dover at al. <sup>21</sup> 2004	Crossover design with repeated measures	Valutare il JPS della spalla dopo una seduta di crioterapia di 30 minuti in soggetti sani.	JPS, kinestesia	30 soggetti sani	Inclinometro
Edmonds at al. <sup>22</sup> 2003	RCT	Confrontare l'effetto della stabilizzazione precoce artroscopica	JPS	13 soggetti che effettuano terapia	

		seguito da riabilitazione al trattamento tradizionale di immobilizzazione e riabilitazione della propriocezione della spalla dopo una lussazione anteriore primaria.		standard ed immobilizzazione e 11 soggetti che effettuano una riabilitazione post stabilizzazione in artroscopia	Dinamometro isocinetico modificato, Cybex 6000
Lephart at al. <sup>23</sup> 2002	Case series	Valutare la propriocezione e la funzione dopo capsulorrafia termica.	JPS, kinestesia	20 soggetti con instabilità unilaterale anteriore, antero-inferiore o multidirezionale senza patologie concomitanti.	Dinamometro isocinetico Biodex System II.
Swanik at al. <sup>24</sup> 2002	Control trial (CT)	Determinare l'effetto dell'allenamento pliometrico dei muscoli della cuffia dei rotatori della spalla sulla propriocezione, cinestesia e selezionare le caratteristiche muscolari delle nuotatrici.	JPS e kinestesia	24 nuotatrici asintomatiche	Biodex II dinamometro isocinetico Proprioception Testing Device (PTD)

TABELLA 2					
Autori	Tipo di studio	Obiettivo	Trattamento proposto	Sample size	Misure di Outcome
Başkurt at al. 1. <sup>22</sup> 2011	RCT	Determinare l'efficacia degli esercizi di stretching, di potenziamento e di stabilizzazione scapolare sul dolore di spalla, ROM, forza muscolare, JPS e qualità della vita nei pazienti con SIS.	Gruppo 1: stretching ed esercizi di rinforzo Gruppo 2: stretching, esercizi di rinforzo ed esercizi di stabilizzazione scapolare	40 soggetti con impingement unilaterale (I e II stadio secondo Neer)	Likert Scale, VAS, ROM, forza muscoli rotatori e scapolari, JPS, Lateral Scapular Slide Test (LSST di Kibler), Western Ontario Rotator Cuff Index (WORC),
Mörl at al. <sup>23</sup> 2011	RCT	Valutare l'effetto dei diversi training in fisioterapia sulla riduzione del dolore e sul cambiamento della propriocezione e cinestesia della spalla. Indagare le connessioni tra il dolore e il cambiamento della funzione motoria della spalla.	Gruppo 1: training con flexible foil. Gruppo 2: training con Therabands.	22 soggetti con dolore aspecifico alla spalla. 8 soggetti asintomatici	Constant-Murley score; Kinestesia e JPS valutata tramite prova di replicazione attiva della spalla prima e dopo l'intervanto.
Edmonds at al. <sup>19</sup> 2003	RCT	Confrontare l'effetto della stabilizzazione precoce artroscopica seguito da riabilitazione al trattamento tradizionale di immobilizzazione e	Gruppo A: immobilizzazione di tre settimane seguita da riabilitazione Gruppo B: stabilizzazione artroscopica seguita da riabilitazione	13 soggetti che effettuano terapia standard ed immobilizzazione e 11 soggetti che effettuano una riabilitazione	JPS

		riabilitazione della propriocezione della spalla dopo una lussazione anteriore primaria.		post stabilizzazione in artroscopia	
Swanik at al. <sup>24</sup> 2002	CT	Determinare l'effetto dell'allenamento pliometrico dei muscoli della cuffia dei rotatori della spalla sulla propriocezione, cinestesia e selezionare le caratteristiche muscolari delle nuotatrici.	Gruppo sperimentale: ha eseguito esercizi pliometrici con tubo elastico e il Sistema Pitchback. Gli esercizi erano mirati al potenziamento dei rotatori interni. Esercizi eseguiti su entrambe le spalle Gruppo controllo: hanno proseguito i normali allenamenti	24 nuotatrici asintomatiche	kinestesia, JPS e performance muscolare isocinetica

### *Valutazione: caratteristiche degli studi.*

Le tecniche utilizzate nelle pubblicazioni esistenti differiscono l'una dall'altra. In alcuni studi, l'unico movimento testato era la rotazione, mentre in altri studi solo la flessione e l'abduzione e in altri ancora tutti i movimenti. La posizione in abduzione e rotazione esterna (ABER) è tipico per la provocazione delle sindromi di instabilità. La posizione di flessione e abduzione influenza il movimento funzionale di base dell'articolazione gleno-omerale, che viene utilizzato nella maggior parte delle attività della vita quotidiana.

Il protocollo tipo della valutazione della propriocezione considerata come senso di posizione e kinestesia, consisteva nel posizionamento (attivo o passivo) dell'arto superiore in una posizione di destinazione, mantenimento della posizione per un tempo variabile da 5" a 30" e riproduzione attiva della posizione articolare. Solamente in 4 studi la propriocezione è stata considerata come senso di posizione e in questo caso il protocollo tipo consisteva nel riconoscere una posizione articolare precedentemente memorizzata attraverso una riproduzione passiva del movimento. La propriocezione è stata misurata come sensazione di forza in un solo studio attraverso un test di riproduzione di forza isometrica per i muscoli della cuffia dei rotatori della spalla.

Gli studi trovati in letteratura sulla valutazione sono molto eterogenei, e questo rende difficile avere dei dati comparabili.

I soggetti presi in considerazione in questi studi sono stati:

- Soggetti sani (8 studi);
- Soggetti nel post operatorio (3 studi);
- Soggetti con patologie della cuffia dei rotatori (2 studi);
- Soggetti con rigidità di spalla (2 studi);
- Soggetti con instabilità di spalla (1 studio);
- Giocatori di rugby con SLAP lesion (1 studio);
- Soggetti con impingement (1 studio);
- Soggetti con dolore aspecifico (1 studio)

- Valutazione su soggetti sani:

Lo studio condotto da Lubiatowski et al.<sup>8</sup> analizza un metodo per la valutazione del JPS e della cinestesia della spalla attraverso la misurazione dell'errore di riproduzione articolare. In questo studio sono stati valutati tutti i movimenti articolari della spalla attraverso l'utilizzo di un goniometro elettronico con precisione di misura elevata (0,1°). È stata analizzata una



riproduzione attiva della posizione articolare (ARJP). ARJP si basa sulla capacità di un paziente di riprodurre un angolo di riferimento dimostrata posizionando attivamente il braccio.

- Outcome ottenuti:

I risultati di questo studio hanno evidenziato che gli errori più grandi si sono verificati nelle posizioni basse e nei movimenti di flessione e abduzione. Per l'abduzione, la flessione e la rotazione interna, le differenze rilevate erano statisticamente significative. La limitazione di questo studio è rappresentata dal fatto che i risultati non descrivono appieno la normale propriocezione della spalla. Questo gruppo di studio può essere considerato come un gruppo di controllo per il confronto del JPS con altri gruppi con potenziali deficit propriocettivi in quanto i risultati ERJP (error of reproduction of the joint position) di prova riflettono la capacità di propriocezione di articolazioni gleno-omerali sane.

o Soggetti sani dopo crioterapia

Lo scopo dello studio condotto da Wassinger et al.<sup>4</sup> è stato quello di esaminare l'effetto di un trattamento di crioterapia sulla propriocezione e sulle prestazioni funzionali della spalla nel lancio in soggetti sani.

Lo studio condotto da Dover et al.<sup>21</sup> ha valutato il JPS della spalla dopo una seduta di crioterapia di 30 minuti in soggetti sani.

- Outcome ottenuti:

I due studi in cui viene riprodotto un movimento specifico dopo crioterapia<sup>4 18</sup> hanno evidenziato che non sono state riscontrate differenze significative a seguito di questo intervento. Nel primo studio<sup>4</sup> i soggetti sono stati in grado di riprodurre il punto target, ma non erano in grado di riprodurre i movimenti specifici dopo crioterapia. Non sono state riscontrate differenze significative in AJPR (active joint position replication) dopo crioterapia. I risultati hanno mostrato diminuzioni di entrambi i test preliminari durante PJMR (path of joint motion replication) dopo il trattamento con crioterapia quando si passa dalla posizione a 90° di abduzione ed extrarotazione alla posizione di 20° di flessione. Tuttavia, nessuna prova di qualsiasi differenza è stata osservata quando si passa da 20° a 90° di flessione-extrarotazione dopo crioterapia. Una diminuzione del FTPI (functional ability of the shoulder joint) è stata dimostrata anche in confronto con entrambi i test preliminari, come indicato da una percentuale inferiore del FTPI dopo il trattamento con crioterapia. Dal secondo studio<sup>21</sup> è risultato che non vi è stato alcun cambiamento nell'errore di riposizionamento dopo il trattamento. Uno dei limiti che è stato evidenziato nel presente

studio è che la spalla può non essere stata raffreddata abbastanza per misurare una differenza di output motorio.

- o Soggetti sani giocatori/giocatrici di baseball/softball

L'obiettivo dello studio di Laudner et al.<sup>9</sup> è stato quello di determinare se esisteva una relazione tra lassità anteriore GH e JPS durante il lancio in giocatori di baseball asintomatici. Nel caso di giocatori di baseball o di atleti "lanciatori" se diminuisce il JPS a causa della maggiore lassità anteriore GH, la capacità di ruotare esternamente la spalla con precisione durante la fase di lancio può essere ridotta. Se la rotazione esterna della spalla è eccessiva durante la fase di lancio, la quantità di microtraumi al legamento antero-inferiore GH possono aumentare, portando ad un aumento del rischio di instabilità e di lesioni.

Nel secondo studio condotto da Dover et al.<sup>20</sup> si è voluto determinare se esistono differenze nel JPS tra donne collegiali giocatrici di softball e atlete non lanciatrici.

- Outcome ottenuti:

I risultati del primo studio<sup>9</sup> suggeriscono che con l'aumentare della lassità anteriore, l'AJPS (active joint position sense) diminuisce ai gradi più elevati di rotazione esterna di spalla (75°). È interessante notare che, anche se esisteva un rapporto moderato tra lassità anteriore GH e diminuita propriocezione a 75° di rotazione esterna della spalla, non si può definitivamente concludere che l'aumento della lassità provoca una diminuzione del JPS, né viceversa. Questi risultati suggeriscono che può essere importante riconoscere i giocatori con lassità anteriore GH per poter inserire all'interno dell'allenamento un training propriocettivo al fine di prevenire varie lesioni agli arti superiori associati a lassità anteriore GH.

I risultati del secondo studio<sup>20</sup> hanno mostrato una significativa diminuzione nel JPS in rotazione esterna nelle giocatrici di softball rispetto al gruppo di controllo. La rotazione esterna nel gruppo di giocatrici di softball era maggiore nell'arto dominante rispetto all'arto non dominante ma, a prescindere dal braccio (dominante/non dominante), il JPS in rotazione esterna è ridotto nelle atlete lanciatrici. Inoltre, la rotazione interna della spalla dominante era significativamente inferiore rispetto a quella della spalla non dominante. Il range totale di movimento potrebbe non essere significativamente differente tra le due spalle, ma sembra essere spostato nella direzione della rotazione esterna. Interessante notare che anche nel gruppo di controllo la rotazione esterna dell'arto dominante era significativamente più alta rispetto alla controlaterali. Nel processo di riabilitazione dovrebbero essere inseriti esercizi per la propriocezione ai fini della prevenzione di lesioni.

- Soggetti sani dopo stretching

L'obiettivo dello studio di Björklund et al.<sup>18</sup> era quello di indagare se lo stretching passivo dei muscoli della spalla incide sul senso di posizione.

- Outcome ottenuti:

Da questo studio emerge che l'intervento di stretching non ha prodotto un cambiamento significativo nell'acutezza del senso di posizione e che non è possibile al momento fare elaborazioni sul contributo agonista/antagonista. I fusi muscolari sono considerati importanti contributori dell'acuità propriocettiva. L'assenza dell'effetto dello stretching sul senso di posizione della spalla potrebbe significare che l'allungamento non ha sensibilmente modificato le caratteristiche dei fusi muscolari.

- Soggetti sani con l'aggiunta di un carico esterno

Lo scopo dello studio di Brindle et al.<sup>19</sup> è stato quello di esaminare l'influenza dell'aggiunta di un carico esterno sulla velocità di movimento, sulla precisione e sulla coerenza nei movimenti che hanno utilizzato principalmente un feedback visivo (VF) e movimenti che hanno utilizzato principalmente un feedback propriocettivo (PF). Dopo il raggiungimento della posizione target attraverso un posizionamento passivo, il movimento attivo è stato utilizzato per replicare il bersaglio nel tentativo di massimizzare l'influenza sugli organi tendinei del golgi (GTO). Sono stati utilizzati carichi leggeri nel tentativo di evitare l'affaticamento.

- Outcome ottenuti:

In questo studio<sup>19</sup> non sono state osservate interazioni significative tra le due condizioni principali (tipo di risposte e la presenza di un carico) per il "constant error", il "variable error" (VE), o per "l'absolute error". Non si è trovata alcuna interazione significativa tra il tipo di retroazione e la presenza di un carico sul picco di velocità angolare. Non sono state osservate differenze significative tra il principale effetto di carico e scarico nell'accuratezza del movimento. Tuttavia, movimenti in scarico hanno dimostrato un significativamente maggiore "variable error" rispetto ai movimenti in carico. VE sembra essere abbastanza sensibile per individuare differenze nel JPS della spalla e sarebbe un buon indicatore clinico di miglioramento dopo la riabilitazione o training.

- Valutazione su soggetti nel post-operatorio:

Sullivan et al.<sup>17</sup> hanno confrontato il JPS tra i pazienti trattati con capsulorrafia aperta, artroscopia, capsulorrafia termica dopo recidive in instabilità anteriore e confrontare questi pz con soggetti sani

Lo studio condotto da Lephart et al.<sup>23</sup> valuta la propriocezione e la funzione dopo capsulorrafia termica.

- Outcome ottenuti:

I risultati dei primi due studi<sup>17 23</sup> concordano nel ritenere che non esistevano differenze significative bilateralmente tra soggetti sani e quelli che erano stati sottoposti a riparazione chirurgica.

Lo studio di Sullivan et al.<sup>17</sup> ha indicato che il JPS delle spalle operate chirurgicamente era simile a quella dell'arto controlaterale normale indipendentemente dal tipo di tecnica utilizzata.

Questi risultati supportano l'ipotesi che il chirurgo, ritensionando la capsula gleno-omeroale anteriore e i muscoli, ripristini gli aspetti somatosensoriali dell'articolazione che contribuiscono alla stabilità articolare. Le spalle riparate con capsulorrafia aperta e i pazienti con capsulorrafia termica dimostrano un miglior JPS nella posizione mid-range, e pari JPS in end-range, rispetto alla capsulorrafia ortoscopica e alle spalle del gruppo di controllo. Considerando i pazienti con capsulorrafia aperta, sono due i meccanismi probabili che possono spiegare l'aumento del JPS. Per primo, il ritensionamento ottimale gleno omeroale capsulare che si ottiene con capsulorrafia rispetto all'artroscopia in quanto i meccanoceettori presenti nella capsula articolare sono stimolati in proporzione alla tensione capsulare. In secondo luogo, il JPS potrebbe essere acuito attraverso le informazioni dei recettori muscolo tendinei durante il test. In contrasto, il rapporto tra ROM e JPS era significativo nella rotazione esterna al 60% ER max (estrotazione massima) ma non significativa al 90% ER max. Questo suggerisce che i pazienti con ridotto ROM avevano acuito il JPS in mid range in funzione della loro limitazione, mentre nei pazienti con maggiore ROM era aumentato l'errore nel JPS.

Lephart et al.<sup>23</sup> affermano che la normalizzazione della propriocezione dopo capsulorrafia termica può essere il risultato di effetti curativi del trattamento termico, come riportato in letteratura, così come della facilitazione durante la riabilitazione di altri meccanoceettori nel tessuto adiacente l'articolazione della spalla.

• Valutazione su soggetti con patologie della cuffia dei rotatori

Lo studio di Anderson et al.<sup>11</sup> ha voluto quantificare l'impairment propriocezione, l'acuità propriocettiva, la percezione del dolore nell'elevazione di spalla e l'affidabilità intraoperatore su adulti con CRCP.

L'obiettivo dello studio svolto da Maenhout et al.<sup>10</sup> è stato quello di misurare l'accuratezza della sensazione di forza nei muscoli rotatori della spalla nella rotazione interna ed esterna in pazienti con tendinopatia della cuffia dei rotatori con un test di riproduzione di forza isometrica. I pazienti sono stati addestrati a riprodurre la forza all'interno di un margine di errore del 10% prima del test.

- Outcome ottenuti:

Nonostante i due studi prendessero in considerazione soggetti affetti da patologie della cuffia dei rotatori i due studi non sono confrontabili in quanto il primo ha valutato JPS e kinestesia, mentre il secondo la sensazione di forza.

Lo studio di Anderson et al.<sup>11</sup> ha dimostrato che adulti con CRCP hanno una ridotta acuità propriocettiva durante l'elevazione della spalla rispetto ai controlli asintomatici. L'acuità era significativamente compromessa a 100° di elevazione sul piano scapolare, ovvero dove il dolore da impingement era maggiore. Questo è in contrasto con i risultati di studi precedenti su adulti asintomatici, in cui la crescente tensione capsulo-legamentosa e muscolare è associata all'elevazione e a un aumento della stimolazione propriocettiva. Nel presente studio, l'acuità propriocettiva dei partecipanti al gruppo di controllo è stata più precisa a una maggiore elevazione di spalla rispetto al gruppo con CRCP. La propensione dei soggetti con CRCP era quella di sottovalutare la posizione di prova. Alterazioni nel movimento a livello delle articolazioni gleno-omeroale e scapolo-toracica sono stati suggeriti come un fattore eziologico chiave. L'alterata acuità propriocettiva che è stata osservata nel presente studio suggerisce una risposta subottimale a crescenti elevazioni, che può essere correlata al movimento asincrono dell'articolazione scapolo-toracica, a un disfunzionale reclutamento neuromuscolare, o a entrambi. Da una revisione della cinematica scapolare si è infatti visto che i soggetti con una riduzione dell'upward rotation della scapola possono presentare con più probabilità un impingement.

I risultati del secondo studio<sup>10</sup> concludono che per quanto riguarda l'ampiezza dell'errore e la stabilità isometrica non sono emerse differenze tra il lato doloroso e quello sano dei pazienti, né tra i pazienti e i soggetti asintomatici. Un buon controllo della forza è conservato nei pazienti con tendinopatia della cuffia dei rotatori. Il livello di precisione del test in pazienti era simile a quello in soggetti di controllo. Il dolore, tuttavia, ha avuto una notevole influenza nel tempo di raggiungimento dei picchi di forza.

- Valutazione su soggetti con rigidità di spalla

Nel primo studio Yang et al.<sup>15</sup> hanno esaminato l'effetto dell'elevazione del braccio su un piano, l'errore di riposizionamento e il PFI (proprioceptive feedback index) in soggetti con spalla rigida unilaterale.

Nel secondo studio Yang et al.<sup>16</sup> hanno cercato di determinare se il JPS nei soggetti con rigidità di spalla fosse diverso da quello osservato nei controlli

- Outcome ottenuti:

I risultati del primo studio<sup>15</sup> hanno sostenuto l'ipotesi secondo cui la propriocezione aumenta con movimenti vicini ai valori estremi dei piani frontale e sagittale a causa dello stiramento della capsula e dei legamenti. Il PFI, che comprende SI (similarity index) e la differenza di grandezza, è adeguato e più efficace del senso di riposizionamento nel rappresentare la propriocezione. In questo studio sono stati osservati risultati simili tra JPS e PFI nella precisione di replica. SI e la grandezza di somiglianza sono state migliorate durante i movimenti nei range terminali. Questi risultati indicano che il PFI è più sensibile del senso di riposizionamento per rappresentare la propriocezione. Inoltre il PFI è in grado di rilevare la propriocezione durante il movimento attivo in aggiunta al JPS in posizione statica.

Dal secondo studio condotto da Yang et al.<sup>16</sup> è emerso che il JPS delle spalle con rigidità differiva da quello delle spalle di controllo. Nonostante la significativa differenza nel risultato tra i due gruppi solo nel mid range, il JPS diminuito era legato allo stato funzionale. Per questo è importante considerare un impairment nel JPS nella riabilitazione dei pazienti con rigidità di spalla cronica. Durante il movimento in midrange, sono stati osservati nei soggetti con spalle rigide alti valori di correlazione tra SI (similarity index) e JPS. Durante il test si è confermato che vi erano delle correlazioni significative tra JPS e il coordinamento tra le attività dei muscoli scapolari nei movimenti mid-range. Nel trattamento di pazienti con spalle rigide dovrebbe essere considerato, oltre alla mobilitazione e allo stretching, un training propriocettivo per il controllo dei muscoli scapolari.

- Valutazione su soggetti con instabilità di spalla

Lo scopo dello studio di Balke et al.<sup>12</sup> era quello di valutare se il test di riproduzione semplificato dell'angolo permetteva di valutare clinicamente la funzionalità propriocettiva della spalla.

- Outcome ottenuti: Il gruppo di controllo ha raggiunto risultati leggermente migliori nella riproduzione dell'angolo con la spalla dominante rispetto a quello non dominante. Ciò può essere spiegato dal fatto che la propriocezione è influenzata dai processi di apprendimento. La maggior parte dei movimenti vengono eseguiti nella vita quotidiana dal braccio dominante, questo teoricamente può portare a migliori capacità propriocettive. Nessuna differenza significativa in ARC (angle reproduction capability) è stata trovata nel confronto tra la spalla stabile e la spalla instabile dei pazienti. Il gruppo di controllo ha realizzato risultati migliori in ARC rispetto al gruppo dei pazienti con spalle instabili e questo può essere quantificato dal LP-ART. Un problema specifico nella configurazione di prova è avvenuto con la fissazione del puntatore laser per il polso. Alcuni soggetti tendevano a dorsiflettere il polso e questo interrompeva il raggio laser. In questi casi il test doveva essere ripetuto. Per gli studi futuri, si consiglia l'uso di un tutore aggiuntivo per evitare movimenti accidentali del polso.
- Valutazione su giocatori di rugby con SLAP lesion

Lo studio condotto da Herrington et al.<sup>5</sup> ha valutato il JPS nelle spalle di giocatori professionisti di rugby.

- Outcome ottenuti: Questo studio ha dimostrato che in assoluto l'errore nel JPS è differente a seconda del grado di rotazione esterna della spalla e che le spalle infortunate avevano un aumento dei punteggi di errore rispetto a quelle controlaterali sane indipendentemente dall'angolo del test. Il JPS nelle articolazioni gleno-omerali sane dei giocatori di rugby era superiore a quelle del gruppo di controllo a due angoli di rotazione esterna. La tipologia di allenamento muscolare nel rugby che incorpora il rinforzo delle capacità e i compiti ripetitivi possono aver portato allo sviluppo di una maggiore coordinazione e una maggiore consapevolezza propriocettiva generale.

#### *Riabilitazione: caratteristiche degli studi*

Nello studio condotto da Edmonds et al.<sup>22</sup> è stato confrontato l'effetto della stabilizzazione precoce artroscopica seguito da riabilitazione al trattamento tradizionale di immobilizzazione e riabilitazione della propriocezione della spalla dopo una lussazione anteriore primaria.

- Outcome osservati

Questo studio conclude che il TTDPM (threshold to detection of passive movement) nel gruppo trattato chirurgicamente è stato leggermente migliore rispetto al gruppo di trattamento standard, ma questa differenza non ha raggiunto una significatività statistica. È da considerare che, anche una leggerissima differenza nella propriocezione potrebbe predisporre un individuo a lussazione recidivante. I soggetti esaminati in questo studio avevano avuto un singolo episodio di lussazione traumatica di spalla. È plausibile pensare che il trauma ripetitivo conseguente a una disfunzione biomeccanica derivante da lesioni croniche causi ulteriori danni ai recettori articolari e muscolari della spalla. Di conseguenza i soggetti con instabilità cronica potrebbero essere molto differenti dai pazienti esaminati nel presente studio. I risultati attuali suggeriscono che la stabilizzazione artroscopica precoce e la riabilitazione dopo lussazione anteriore traumatica di spalla non aumenta la propriocezione rispetto all'immobilizzazione e alla riabilitazione.

Başkurt et al.<sup>13</sup> hanno studiato l'effetto degli esercizi di stabilizzazione scapolare sul dolore, sul ROM della spalla, sulla forza dei muscoli della cuffia dei rotatori e scapolari, sulla discinesia scapolare, sul JPS e sulla qualità della vita nei pazienti con sindrome da impingement della spalla.

- Outcome osservati

Dopo un programma di allenamento di 6 settimane, è stato osservato un aumento della forza nei muscoli della cuffia dei rotatori e nei muscoli scapolari. La discinesia scapolare è diminuita nel gruppo II grazie agli esercizi di stabilizzazione della scapola e al ripristino del ritmo scapolo-omerale. Analogamente, anche il JPS ha avuto dei miglioramenti significativi che sono stati osservati in entrambi i gruppi, ma i miglioramenti nel gruppo di stabilizzazione scapolare sono stati superiori. È stato osservato che gli esercizi di stretching e di rinforzo aumentano il ROM, mentre l'aggiunta degli esercizi di stabilizzazione scapolare non ha mostrato alcuna differenza. Per quanto riguarda l'esercizio scapolare, si è visto che questo è efficace sulla qualità della vita in pazienti con SIS, ma non vi erano differenze tra i due gruppi. Ciò che ha limitato maggiormente lo studio a un tempo di sole 6 settimane era dato dal fatto che era impossibile mantenere condizioni standardizzate su un periodo più lungo e questo studio non ha incluso il periodo di follow-up.

Mörl et al.<sup>14</sup> hanno valutato l'effetto di due diversi training in fisioterapia sulla riduzione del dolore e sul cambiamento della propriocezione e cinestesia nella spalla.

- Outcome osservati



Prima dell'intervento sono state evidenziate differenze nella propriocezione della spalla tra i due gruppi di pazienti (flexible foil vs Therabands) ad eccezione della rotazione interna. In confronto con il gruppo non sintomatico, i pazienti hanno mostrato capacità notevolmente inferiore nel riprodurre posizioni spaziali della spalla. Questo è vero per tutti gli angoli testati in abduzione, in antiversione a 60° ma non nel test in rotazione interna ed esterna. C'è una differenza marginale tra il pre e il post-intervento in antiversione a 90° (Wilcoxon). Nell'abduzione e antiversione le differenze misurate nei pazienti erano da 2 a 4 volte maggiori delle differenze del gruppo non sintomatico. Dopo l'intervento i pazienti, in confronto con il gruppo non-sintomatico, mostravano ancora una capacità notevolmente inferiore nel riprodurre gli angoli di prova in abduzione ed antiversione a 60°, e la capacità di riprodurre angoli in antiversione a 90° era significativamente inferiore. Per il gruppo che si è allenato con il "flexible foil", vi è una eccezione in antiversione a 90° dove non è stata trovata alcuna differenza significativa rispetto al gruppo non sintomatico. Per il gruppo che si è allenato con il theraband, la posizione in abduzione a 120° non ha mostrato differenze significative nel confronto con il gruppo non sintomatico. Per questo, ne consegue che entrambi gli interventi solo casualmente incidono sulla propriocezione dei pazienti per ottenere il livello del gruppo non-sintomatico. Una chiara carenza nella capacità di riprodurre angoli della spalla è stato rilevato prima e dopo 12 settimane di intervento per i pazienti.

L'obiettivo dello studio condotto da Swanik et al.<sup>24</sup> è stato quello di determinare l'effetto dell'allenamento pliometrico dei muscoli della cuffia dei rotatori della spalla sulla propriocezione e sulla cinestesia.

- Outcome osservati:

L'esercizio pliometrico ha determinato miglioramenti significativi sia sulla propriocezione che sulla cinestesia. Il gruppo sperimentale ha migliorato significativamente di più rispetto al gruppo di controllo in 5 dei 6 test propriocettivi (riproduzione attiva di posizionamento passivo) e in tutte le 6 prove per la cinestesia (soglia di rilevamento del movimento passivo). Queste differenze suggeriscono che sono stati indotti degli adattamenti neurali periferici e centrali dall'esercizio pliometrico, con conseguente miglioramento del senso di posizione e della rilevazione del movimento articolare. Gli adattamenti periferici che si sono verificati a causa dell'esercizio pliometrico, probabilmente hanno provocato la stimolazione ripetitiva dei meccanoceettori articolari nell'end range. Incorporando questi esercizi nella riabilitazione dell'arto superiore si può aiutare a ristabilire la propriocezione e il controllo neuromuscolare attraverso adattamenti periferici e/o centrali.

## Discussione

Analizzando quanto è emerso dagli studi in esame si evidenziano in letteratura differenti metodologie per valutare l'outcome propriocezione. La maggior parte degli autori ha preferito valutare la propriocezione attraverso la riproduzione attiva di una posizione articolare; spesso questa scelta è data dal fatto che i soggetti che vengono testati negli studi sono soggetti sportivi e si vuole quindi correlare il tipo di attività sportiva svolta, e quindi il suo gesto specifico, al deficit propriocettivo; inoltre, anche nei soggetti non sportivi, l'importanza della valutazione di un movimento attivo è maggiormente rappresentativo dei movimenti che si svolgono nelle attività della vita quotidiana.

Due dei tre articoli<sup>17 22</sup> che valutano solamente il senso di posizione valutano pazienti post-chirurgici e in un solo studio<sup>10</sup> è stata scelta come misura di outcome la sensazione di forza quale compromissione quantitativa della forza muscolare tramite dinamometro.

Negli studi analizzati sono state valutate tutte le direzioni di movimento della spalla, con particolare interesse al movimento articolare in extrarotazione con abduzione a 90° di spalla e 90° di gomito negli studi in cui i soggetti presi in esame erano atleti che praticavano sport overhead o, pur non essendo atleti, presentavano una instabilità di spalla. La posizione di flessione e abduzione è stata indagata maggiormente quando si è dovuto valutare il movimento funzionale di base dell'articolazione gleno-omerale, questo viene infatti utilizzato nella maggior parte delle attività della vita quotidiana.

Gli strumenti utilizzati per la misurazione della propriocezione sono stati tanti. Tra questi il dinamometro isocinetico (Biodex Sistem, Cybex) è stato quello maggiormente utilizzato negli studi analizzati<sup>4 9 10 17 22 23 24</sup>. Il dinamometro isocinetico Biodex è stato utilizzato in AJPR (active joint position replication) per creare e standardizzare le posizioni di destinazione per i soggetti; durante il PJMR (path of joint motion replication), il dinamometro è stato utilizzato per standardizzare il percorso che doveva poi essere replicato durante le prove. Questo dinamometro è stato utilizzato anche per la valutazione del senso di posizione gleno-omerale (JPS) utilizzando un protocollo di riproduzione passiva di posizionamento. Il dinamometro isocinetico Cybex modificato è stato utilizzato solamente per la soglia di rilevamento del movimento passivo (TTDPM) e per la riproduzione di posizionamento passivo (RPP)<sup>22</sup>.

In cinque studi<sup>11 14 15 16 18</sup> sono stati utilizzati due diversi sistemi di Motion Analysis (Fastrak, Vicon plug-in-gait model, Zebris motion measuring system). Questi strumenti dimostrano una buona

affidabilità ma risultano essere di difficile reperibilità e accessibilità, nonché richiedono ancora successivi studi e sperimentazioni.

L'inclinometro è stato utilizzato in tre studi <sup>13 20 21</sup>; punto di forza di questo strumento è dato dal fatto che fornisce un metodo molto affidabile e valido (buona inter-rater reliability) per la valutazione degli angoli articolari.

L'unica valutazione proposta con il laser-pointer <sup>12</sup> ha concluso che questo è uno strumento semplice ma efficace per la valutazione della funzione propriocettiva dell'articolazione della spalla e che il test è fattibile nella routine quotidiana.

Il goniometro è stato utilizzato in due studi <sup>8 13</sup> e in altri due studi <sup>5 19</sup> è stato utilizzato un sistema di acquisizione dati.

Analizzando i vari articoli si evince che, per quanto riguarda la propriocezione, esiste una reale difficoltà nella standardizzazione dei metodi di valutazione. Questa difficoltà è data dal fatto che nei differenti studi vengono utilizzati diversi disegni di studio, interventi, follow-up, e soggetti (es., sano, malato, sportivo, etc.). Inoltre i vari articoli valutano diversi aspetti della propriocezione (senso della posizione, kinestesia, sensazione di forza) rendendo di fatto i dati difficilmente confrontabili.

Tra gli articoli che considerano la valutazione della propriocezione per misurare l'efficacia della riabilitazione nella spalla dolorosa è emerso l'impossibilità di standardizzazione. In un articolo <sup>22</sup> il gruppo sperimentale effettuava degli esercizi di stabilizzazione scapolare e poi il JPS veniva utilizzato come misura di outcome. Nel secondo articolo <sup>23</sup> erano presenti due gruppi di trattamento, non specifici per la propriocezione, e ad essere utilizzate come misure di outcome erano la kinestesia e il senso di posizione. Nel terzo articolo <sup>19</sup> è stato confrontato l'effetto della stabilizzazione precoce artroscopica seguito da riabilitazione al trattamento tradizionale di immobilizzazione e riabilitazione della propriocezione della spalla dopo una lussazione anteriore. Nell'ultimo articolo <sup>24</sup> aveva come soggetti delle nuotatrici asintomatiche e nel gruppo sperimentale venivano inseriti degli esercizi pliometrici, la misura di outcome per la propriocezione era il senso di posizione e la kinestesia. Infine, nell'ultimo articolo <sup>25</sup> si inseriva nel gruppo sperimentale, a differenza del gruppo di controllo, degli esercizi di propriocezione ma quest'ultima non veniva né misurata né inserita come misura di outcome.

## Conclusioni

In letteratura è apprezzabile un interesse sempre più crescente degli autori nel dare maggiore rilevanza alla valutazione dell'outcome propiocezione. Gli strumenti utilizzati e le modalità di valutazione della propiocezione della spalla nei diversi studi sono stati tanti e differenti tra loro.

Dall'analisi degli studi che hanno indagato l'outcome propiocezione non emergono raccomandazioni per una particolare misurazione o strumento di outcome per il sistema propriocettivo della spalla. Non è stato infatti possibile effettuare un confronto diretto dei diversi protocolli a causa di parametri di sperimentazione differenti tra loro e non è chiaro se gli effetti positivi vengano mantenuti nel lungo termine. La letteratura che studia questo problema non è molto numerosa ed emerge la necessità di ulteriori RCT che valutino l'efficacia di una tipologia di esercizio terapeutico rispetto a un altro introducendo anche degli studi che permettano un follow-up in modo tale da poter informare il clinico sulle evidenze di efficacia o meno della riabilitazione dei deficit di propiocezione della spalla.

## Bibliografia

1. Worsley P, Warner M, Mottram S, Gadola S, Veeger HE, Hermens H, Morrissey D, Little P, Cooper C, Carr A, Stokes M. Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013 Apr;22(4):e11-9.
2. Ginn KA, Cohen ML. Exercise therapy for shoulder pain aimed at restoring neuromuscular control: a randomized comparative clinical trial. *J Rehabil Med.* 2005 Mar;37(2):115-22.
3. Edouard P, Gasq D, Calmels P, Ducrot S, Degache F. Shoulder sensorimotor control assessment by force platform: feasibility and reliability. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2012 Sep;32(5):409-13.
4. Wassinger CA, Myers JB, Gatti JM, Conley KM, Lephart SM. Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *J Athl Train.* 2007 Jan-Mar;42(1):84-9.
5. Herrington L, Horsley I, Rolf C. Evaluation of shoulder joint position sense in both asymptomatic and rehabilitated professional rugby players and matched controls. *Phys Ther Sport.* 2010 Feb;11(1):18-22.
6. Myers JB, Oyama S. Sensorimotor factors affecting outcome following shoulder injury. *Clin Sports Med.* 2008 Jul;27(3):481-90.
7. Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Man Ther.* 2006 Aug;11(3):197-20.
8. Lubiawski P, Ogrodowicz P, Wojtaszek M, Kaniewski R, Stefaniak J, Dudziński W, Romanowski L. Measurement of active shoulder proprioception: dedicated system and device. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013 Feb;23(2):177-83.
9. Laudner KG, Meister K, Kajiyama S, Noel B. The Relationship Between Anterior Glenohumeral Laxity and Proprioception in Collegiate Baseball Players. *Clin J Sport Med.* 2012 Nov;22(6):478-82.
10. Maenhout AG, Palmans T, De Muynck M, De Wilde LF, Cools AM. The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Aug;21(8):1080-6.
11. Anderson VB, Wee E. Impaired joint proprioception at higher shoulder elevations in chronic rotator cuff pathology. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011 Jul;92(7):1146-51.
12. Balke M, Liem D, Dedy N, Thorwesten L, Balke M, Poetzl W, Marquardt B. The laser-pointer assisted angle reproduction test for evaluation of proprioceptive shoulder function in patients with instability. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011 Aug;131(8):1077-84.

13. Başkurt Z, Başkurt F, Gelecek N, Özkan MH. The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients with subacromial impingement syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2011;24(3):173-9.
14. Mörl F, Matkey A, Bretschneider S, Bernsdorf A, Bradl I. Pain relief due to physiotherapy doesn't change the motor function of the shoulder. *J Bodyw Mov Ther.* 2011 Jul;15(3):309-18.
15. Yang JL, Chen S, Jan MH, Lin YF, Lin JJ. Proprioception assessment in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion: joint position sense and a novel proprioceptive feedback index. *J Orthop Res.* 2008 Sep;26(9):1218-24.
16. Yang JL, Jan MH, Hung CJ, Yang PL, Lin JJ. Reduced scapular muscle control and impaired shoulder joint position sense in subjects with chronic shoulder stiffness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010 Apr;20(2):206-11.
17. Sullivan JA, Hoffman MA, Harter RA. Shoulder joint position sense after thermal, open, and arthroscopic capsulorrhaphy for recurrent anterior instability. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008 May-Jun;17(3):389-94.
18. Björklund M, Djupsjöbacka M, Crenshaw AG. Acute muscle stretching and shoulder position sense. *J Athl Train.* 2006 Jul-Sep;41(3):270-4.
19. Brindle TJ, Uhl TL, Nitz AJ, Shapiro R. The influence of external loads on movement precision during active shoulder internal rotation movements as measured by 3 indices of accuracy. *J Athl Train.* 2006 Jan-Mar;41(1):60-6.
20. Dover GC, Kaminski TW, Meister K, Powers ME, Horodyski M. Assessment of shoulder proprioception in the female softball athlete. *Am J Sports Med.* 2003 May-Jun;31(3):431-7.
21. Dover G, Powers ME. Cryotherapy does not impair shoulder joint position sense. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Aug;85(8):1241-6.
22. Edmonds G, Kirkley A, Birmingham TB, Fowler PJ. The effect of early arthroscopic stabilization compared to nonsurgical treatment on proprioception after primary traumatic anterior dislocation of the shoulder. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003 Mar;11(2):116-21
23. Lephart SM, Myers JB, Bradley JP, Fu FH. Shoulder proprioception and function following thermal capsulorrhaphy. *Arthroscopy.* 2002 Sep;18(7):770-8.
24. Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SP, Stone DA, Fu FH. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002 Nov-Dec;11(6):579-86.