



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 2014/2015

Campus Universitario di Savona

Frozen Shoulder: quali conseguenze comporta sulla cinematica scapolare e sulla muscolatura periscapolare e di cuffia?

Candidato:

Dott. Ft

Filippo Galletti

Relatore:

Dott. Ft, OMT

Enrico Marcantoni

INDICE:

ABSTRACT	1
INTRODUZIONE	2
MATERIALI E METODI	6
RISULTATI	11
DISCUSSIONE	34
CONCLUSIONI	41
LIMITI E SVILUPPI FUTURI	42
KEY POINTS	43
BIBLIOGRAFIA	44

ABSTRACT

Background:

La frozen shoulder, altrimenti chiamata capsulite adesiva, è una specifica condizione della spalla caratterizzata da dolore e limitazione articolare che affligge persone soprattutto di mezza età. Pur essendo conosciuta da oltre un secolo rimane una patologia poco compresa. Tale affezione determina una serie di alterazioni anatomico-funzionali. La letteratura scientifica evidenzia una serie di alterazioni della cinematica scapolare e dei pattern di attivazione della muscolatura periscapolare e di cuffia oltre a vari altri meccanismi che concorrono a determinare tali fenomeni.

Obiettivo:

Indagare le modificazioni della cinematica del cingolo scapolare ed in quale maniera alterati pattern di attivazione muscolare, disequilibri di forza, fatica, dolore, stiffness dei tessuti molli e trigger points contribuiscono alla patologia della frozen shoulder.

Materiali e Metodi:

Per effettuare il presente lavoro è stata effettuata una revisione della letteratura tramite il motore di ricerca PubMed sulla banca dati elettronica di Medline. Sono stati selezionati studi in lingua inglese che includessero soggetti di età adulta e non riguardassero animali.

Risultati:

Sono stati selezionati 15 studi tramite 4 differenti stringhe di ricerca che indagano preferenzialmente la cinematica scapolare, rigidità dei tessuti molli, i disordini della muscolatura periscapolare e la presenza di trigger points. A questi sono stati aggiunti ulteriori 3 lavori ritenuti importanti per lo scopo della revisione.

Discussione/Conclusioni

Gli studi che analizzano la cinematica scapolare, i pattern di attivazione muscolare ed i meccanismi che contribuiscono a determinare tali disfunzioni sono piuttosto pochi e per la maggior parte osservazionali. La cinematica scapolare nella frozen shoulder è comunemente caratterizzata da una precoce e maggiore rotazione craniale e da una riduzione del tilt posteriore di scapola. Tali variazioni sono interpretabili come adattamenti compensatori alla ridotta articularità gleno-omerale caratteristica della patologia. Variazioni cinematiche si registrano inoltre al rachide toracico. Anche i pattern di attivazione muscolare risultano disfunzionali; la maggior attivazione del trapezio superiore esita in una esagerata elevazione dell'intero cingolo durante l'elevazione, "shoulder shrug sign", a ciò si accompagna una ridotta performance della muscolatura globale di spalla in termini di massima contrazione volontaria, capacità di lavoro isometrico, resistenza ed affaticabilità. Altri meccanismi che contribuiscono alla patologia comprendono il dolore, la stiffness dei tessuti molli ed i trigger points. Emerge inoltre che in più della metà dei pazienti in presenza di frozen shoulder si accompagna sintomatologia secondaria dell'articolazione acromion-clavicolare.

INTRODUZIONE

La “Frozen shoulder”, o capsulite adesiva, è una condizione muscolo-scheletrica estremamente disablingata caratterizzata da dolore e rigidità che determinano importante limitazione funzionale. Seppur nota da molto tempo mancano ad oggi in letteratura una chiara e condivisa definizione e dei criteri diagnostici standardizzati. Codman già nel 1934 descriveva tale patologia come caratterizzata da lenta e spontanea insorgenza, dolore percepito nella zona dell’inserzione deltoidea, incapacità a dormire sul lato affetto, limitazione nell’elevazione attiva, passiva e nella rotazione esterna a dispetto di un normale quadro radiografico (1).

Per quanto riguarda la classificazione Lundberg (2) propose di distinguere tra primaria, o idiopatica, se di eziologia sconosciuta, e secondaria quando conseguente ad altre cause o patologie sistemiche (3). Tra i maggiori fattori di rischio per lo sviluppo della capsulite adesiva si annoverano infatti diabete, problemi tiroidei, storia di trauma, elevato BMI, spondilolistesi cervicale (4)(5)(6) ictus ed incidenti cardio-vascolari.

La frozen shoulder ha un alto impatto sociale sia per costi diretti che indiretti (7). Si stima infatti che interessi fin circa il 2-4% della popolazione generale (8). Alcuni autori suggeriscono tuttavia che tale dato sovrastimi la reale distribuzione della patologia e ciò sia dovuto a diversi fattori come la difficoltà nella diagnosi, dovuta in parte alla già citata mancanza di chiari e condivisi criteri, in parte al fatto che viene spesso individuata per esclusione dai medici di medicina generale facendovi rientrare una casistica non sempre appropriata. Inoltre gli studi di prevalenza cui si fa riferimento in letteratura risultano datati. Tali autori stimano la reale incidenza in un più modesto 0,75% circa della popolazione generale (9).

L’esordio della capsulite adesiva avviene raramente prima dei 40 anni ed oltre i 70, colpisce infatti prevalentemente la popolazione lavoratrice nella quinta e sesta decade di età con maggior frequenza nelle donne (10)(11)(12). Nel 20% dei casi la spalla contro-laterale può sviluppare sintomi ma è raro che la frozen shoulder si presenti bilateralmente; molto basso è il tasso di recidive.

La prevalenza nella popolazione diabetica è maggiore che in quella generale e si attesta tra il 10 ed il 36%, i valori più alti riguardano in particolare i soggetti insulino-dipendenti. I diabetici hanno infatti un rischio di 2-4 volte più elevato di sviluppare la patologia ed inoltre il decorso in tali soggetti è solitamente più severo e prolungato (2)(13)(14)(15)(16). La frozen shoulder secondaria

diabetica viene infatti considerata un sottotipo a sé stante in virtù delle peculiarità che la caratterizzano: maggior incidenza, intensità e durata dei sintomi (3)(17).

La presentazione clinica della capsulite adesiva è macroscopicamente riconducibile a tre fasi come descritto da Reeves (18). Lo stadio iniziale, *painful phase*, della durata media di 2-9 mesi è caratterizzato principalmente dal dolore e secondariamente da progressiva perdita di movimento; nel secondo stadio, *freezing or adhesive phase*, della durata di 4-12 mesi, vi è una graduale riduzione del dolore mentre la rigidità (*stiffness*) raggiunge il picco massimo con importante restrizione della mobilità. Nella terzo stadio, *resolution or thawing phase*, durata 12-42 mesi, vi è miglioramento del range of motion, riduzione della stiffness e graduale recupero funzionale (13).

La storia naturale della patologia è altamente variabile e ancora poco compresa. Molti studi suggeriscono che sia una condizione auto-limitante con durata media di 2-3 anni ma la letteratura mostra come molto spesso tale recupero risulti incompleto (19). Fino al 40% dei pazienti possono infatti riferire sintomi persistenti anche dopo la risoluzione della problematica ed una percentuale tra il 7 ed il 15% presenta una restrizione permanente della mobilità ad end-range. In ogni caso la maggior parte di questi sintomi sono di lieve entità e non implicano importanti limitazioni funzionali (13)(18)(20)(21)(22).

A livello pato-anatomico la frozen shoulder si caratterizza per un iniziale processo infiammatorio che esita in fibrosi delle strutture dell'intervallo dei rotatori, della capsula e dei legamenti che risultano aumentati di volume e consistenza come dimostrato dagli studi di DePalma (23), Neer (24) e Navaiser (25). In artroscopia infatti la capsula articolare appare inizialmente ispessita ed infiammata mentre col tempo assume un aspetto maggiormente fibrotico. In particolare l'aumentata stiffness della capsula antero-superiore e del legamento coraco-omeroale (CHL) determina la restrizione in rotazione esterna a braccio addotto caratteristica della frozen shoulder, come confermano anche gli studi effettuati su cadavere (26)(27)(28). Secondo Bunker i primi stadi della patologia sono caratterizzati dalla presenza di tessuto di granulazione, segno di un iniziale processo di neoangiogenesi, particolarmente nell'area dell'intervallo dei rotatori, sul labbro glenoideo ed intorno al tendine del capo lungo del bicipite. Negli stadi avanzati tale angiogenesi diminuisce mentre si ispessiscono le strutture capsulari ed i legamenti adiacenti (9). L'imaging tramite RM ha confermato l'ispessimento della capsula articolare e della membrana sinoviale, inoltre è stato documentato un maggior afflusso di sangue alla sinovia stessa anche tramite Doppler (29)(30). L'intervallo dei rotatori appare obliterato e senza una chiara demarcazione tra le strutture che lo costituiscono; il legamento coraco-omeroale risulta trasformato in una banda tesa,

contratta ed inestensibile (31). Ulteriori studi hanno evidenziato che le altre strutture maggiormente coinvolte sono il legamento gleno-omero superiore (SGHL), la capsula anteriore ed il legamento gleno-omero inferiore (IGHL) (32)(33)(34). I tessuti prelevati dall'area dell'intervallo dei rotatori mostrano una matrice di collagene tipo III organizzata in noduli e lamine con elevata popolazione cellulare. Gli studi istologici evidenziano un aumento significativo di fibroblasti e miofibroblasti (fibroblasti con capacità contrattili). La presenza di cellule infiammatorie è stata invece riscontrata nella sinovia ed intorno ai vasi sanguigni. In particolare, oltre alla presenza di cellule T, B e macrofagi, sono stati individuati mastociti (mastcells) che potrebbero modulare il processo infiammatorio che scatena la risposta fibroblastica e dunque la fibrosi. I fibroblasti paiono dunque essere le cellule chiave nella genesi della frozen shoulder. Le citochine sono i mediatori che ne regolano chemiotassi, proliferazione e sintesi collagene. Alcuni lavori hanno dimostrato elevati livelli di citochine nella capsulite adesiva. L'ipotesi è dunque che tali sostanze possano agire come uno stimolo persistente causando la continua sintesi di collagene e dunque la fibrosi (35)(36). Un altro aspetto da prendere in considerazione per comprendere la genesi della patologia è il rimodellamento della matrice collagene che viene regolato da un fine equilibrio tra metalloproteasi (MMPs) ed i suoi inibitori tissutali (TIMPs). Elevati livelli di TIMPs possono infatti rallentare il rimodellamento e favorire lo sviluppo della capsulite (37). In supporto di ciò esiste un significativo studio prospettico in cui si è scoperto che somministrando a 12 pazienti con carcinoma gastrico inoperabile TIMPs ad ampio spettro (Marimastat®) per limitare la progressione della malattia tramite l'inibizione delle metalloproteasi, dunque limitando il rimodellamento del collagene, a 4 mesi dall'inizio del trattamento, 6 pazienti hanno sviluppato frozen shoulder bilaterale, in 3 di questi soggetti sono state inoltre riscontrate anche contratture palmari tipo Dupuytren's (37). Uthoff e coll. (38) suggeriscono invece che nella frozen shoulder persistano contemporaneamente due processi ben distinti. Le strutture anteriori, in particolare la capsula nell'area dell'intervallo dei rotatori ed il legamento coraco-omero, sarebbero interessate da un processo di "*contrattura*" testimoniato dalla concentrazione in queste aree di vimentin, proteina citocontrattile nota per esser presente anche nelle contratture della Dupuytren's e nei piedi equini. La "*fibroplasia*" invece riguarderebbe l'intera capsula articolare, come testimoniato dall'omogenea distribuzione di collagene tipo III, non spazialmente orientato, in tutte le strutture. Tale teoria risulterebbe inoltre confermata dall'osservazione clinica che il release artroscopico delle sole strutture anteriori è spesso sufficiente al pieno recupero del ROM.

Recentemente è stato ipotizzato come anche l'incontrollata espressione dell'aggre-can possa essere uno dei meccanismi nell'eziologia della frozen shoulder (9)(12)(39)

Gli esami di laboratorio mostrano evidenze preliminari tra l'associazione di iperlipidemia e lo sviluppo di capsulite adesiva (40). All'emocromo si possono rilevare, oltre ad alti valori di PCR nelle fasi iniziali, anche aumentati livelli di colesterolo e trigliceridi (41). Pur non essendo questi riscontri specifici della sola frozen shoulder è interessante notare come essi siano correlati a diverse patologie tra cui la Malattia di Dupuytren. Questi, e quelli visti in precedenza, sono solo alcuni degli aspetti comuni alle due patologie. La presentazione istologica della contrattura palmare nella Dupuytren's è del tutto simile alla presentazione dei tessuti capsulari nella frozen shoulder, inoltre soggetti affetti da capsulite adesiva presentano segni e sintomi di Dupuytren's come l'iniziale contrattura della fascia palmare con presenza di noduli o bande, molto più frequentemente che nella popolazione generale. Ancora nei pazienti diabetici anche la Dupuytren's risulta più comune e difficoltosa da trattare (42).

Altre patologie associate alla frozen shoulder sono i disordini tiroidei. Nei soggetti tiroidei si riscontra infatti maggior prevalenza di disordini muscolo-scheletrici tra cui proprio capsulite adesiva e malattia di Dupuytren (43).

Per quanto riguarda l'eziopatogenesi pare esserci evidenza di una certa predisposizione genetica; uno studio sui gemelli ha stimato un tasso di ereditarietà pari al 42% (44), inoltre anomalie cromosomiche sono state riscontrate in diverse patologie contrattili. In particolare la trisomia dei cromosomi 7 e 8 sono state trovate sia nella frozen shoulder che nella Dupuytren's (45).

Non essendo ancora del tutto chiare insorgenza, natura ed evoluzione dei meccanismi patologici sottostanti alla problematica, le ipotesi maggiormente accreditate comprendono dunque l'infiammazione, la fibrosi, l'angiogenesi, la condrogenesi e si ipotizzano anche possibili cause di natura algodistrofica (46)(47).

Indipendentemente dai fattori di rischio per lo sviluppo della capsulite adesiva un'alterata cinematica scapolare e alterazioni dell'attività muscolare potrebbero aggravare la condizione clinica, sottoponendo i pazienti ad alterate forze articolari e possibili cambiamenti degenerativi con implicazioni per il decorso della patologia e l'intervento terapeutico.

Dall'analisi della letteratura disponibile lo scopo del presente lavoro è quello di valutare la cinematica scapolare ed i pattern di attivazione muscolare nei soggetti con frozen shoulder, individuando quali siano i processi che contribuiscono a determinare tali disfunzioni.

MATERIALI E METODI

La ricerca bibliografica è stata eseguita tramite il motore di ricerca PubMed nella banca dati di Medline attraverso le seguenti stringhe di ricerca:

- ("frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis" OR "stiff shoulder" OR "idiopathic loss of shoulder range of motion") AND scapul* AND (biomechanic* OR kinematic* OR "movement pattern")
- ("Frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis" AND bursitis [Mesh]) AND ("Superficial Back Muscles/physiopathology"[Mesh] OR "Rotator Cuff/physiopathology"[Mesh])
- ("frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis") AND musc*[TI]
- ("frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis") AND "trigger points"

La prima stringa di ricerca ha come obiettivo quello di individuare le alterazioni della cinematica scapolare connesse con la frozen shoulder. Le seguenti due stringhe hanno lo scopo di identificare le disfunzioni a carico della muscolatura periscapolare e di cuffia. L'ultima stringa di ricerca indaga in maniera più specifica l'associazione della capsulite adesiva con i trigger points (TrPs).

Dall'interrogazione delle banche dati sono stati generati elenchi di *titoli* ed *abstract* che sono stati sottoposti ad un primo screening per la valutazione della pertinenza. La successiva lettura dei *full text* degli studi scelti inizialmente ha portato ad un'ulteriore scrematura ed alla selezione finale.

Sono stati revisionati studi in lingua inglese che includessero soggetti di età adulta e non riguardassero animali, quindi con limite "*Humans*".

I risultati della ricerca sono riportati in dettaglio nella tabella sottostante:

<i>Stringa di Ricerca</i>	<i>Studi Selezionati</i>	<i>Elenco Titoli</i>
("frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis" OR "stiff shoulder" OR "idiopathic loss of shoulder range of motion") AND scapul* AND (biomechanic* OR kinematic* OR "movement pattern")	8	Modified 3D scapular kinematic patterns for activities of daily living in painful shoulders with restricted mobility: a comparison with contralateral unaffected shoulders.
		Roren A, Lefevre-Colau MM, Roby-Brami A, Revel M, Fermanian J, Gautheron V, Poiraudau S, Fayad F. J Biomech. 2012 Apr 30;45(7):1305-11. doi: 10.1016/j.jbiomech.2012.01.027. Epub 2012 Feb 24.
		Acromioclavicular joint pain in patients with adhesive capsulitis: a prospective outcome study.
		Anakwenze OA, Hsu JE, Kim JS, Abboud JA. Orthopedics. 2011 Sep 9;34(9):e556-60. doi: 10.3928/01477447-20110714-05.
		Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder.
		Fayad F, Roby-Brami A, Yazbeck C, Hanneton S, Lefevre-Colau MM, Gautheron V, Poiraudau S, Revel M. J Biomech. 2008;41(2):326-32. Epub 2007 Oct 18.
		Shoulder kinematic features using arm elevation and rotation tests for classifying patients with frozen shoulder syndrome who respond to physical therapy.
		Yang JL, Chang CW, Chen SY, Lin JJ. Man Ther. 2008 Dec;13(6):544-51. Epub 2007 Oct 2.
		Alterations in scapular kinematics in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion.
		Rundquist PJ.

		J Orthop Sports Phys Ther. 2007 Jan;37(1):19-25. Correlation of 3-dimensional shoulder kinematics to function in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion. Rundquist PJ, Ludewig PM. Phys Ther. 2005 Jul;85(7):636-47. Shoulder kinematics in subjects with frozen shoulder. Rundquist PJ, Anderson DD, Guanche CA, Ludewig PM. Arch Phys Med Rehabil. 2003 Oct;84(10):1473-9. Measurement of three dimensional shoulder movement patterns with an electromagnetic tracking device in patients with a frozen shoulder. Vermeulen HM, Stokdijk M, Eilers PH, Meskers CG, Rozing PM, Vliet Vlieland TP. Ann Rheum Dis. 2002 Feb;61(2):115-20.
("Frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis" AND bursitis [Mesh]) AND ("Superficial Back Muscles/physiopathology"[Mesh] OR "Rotator Cuff/physiopathology"[Mesh])	2	Isokinetic characteristics of shoulder rotators in patients with adhesive capsulitis. Lin HC, Li JS, Lo SF, Shih YF, Lo CY, Chen SY. J Rehabil Med. 2009 Jun;41(7):563-8. doi: 10.2340/16501977-0378. Clinical evaluation of the shoulder shrug sign. Jia X, Ji JH, Petersen SA, Keefer J, McFarland EG. Clin Orthop Relat Res. 2008 Nov;466(11):2813-9. doi: 10.1007/s11999-008-0331-3. Epub 2008 Jun 10.
("frozen shoulder" OR "adhesive capsulitis") AND musc*[TI]	3	Shoulder muscle function in frozen shoulder syndrome patients following manipulation under anesthesia: a 6-month follow-up study. Sokk J, Gapeyeva H, Erelina J, Merila M, Pääsuke M. Orthop Traumatol Surg Res. 2013 Oct;99(6):699-

705. doi: 10.1016/j.otsr.2013.04.008. Epub 2013 Aug 28.

[Shoulder muscle isometric strength and active range of motion in patients with frozen shoulder syndrome after manipulation under anesthesia.](#)

Sokk J, Gapeyeva H, Erelina J, Merila M, Pääsuke M. Medicina (Kaunas). 2012;48(7):331-7.

[Trapezius muscle imbalance in individuals suffering from frozen shoulder syndrome.](#)

Lin JJ, Wu YT, Wang SF, Chen SY. Clin Rheumatol. 2005 Nov;24(6):569-75. Epub 2005 May 18.

("adhesive capsulitis" OR "frozen shoulder") AND "trigger points"

2

[Trigger point dry needling as an adjunct treatment for a patient with adhesive capsulitis of the shoulder.](#)

Clewley D, Flynn TW, Koppenhaver S. J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Feb;44(2):92-101. doi: 10.2519/jospt.2014.4915. Epub 2013 Nov 21.

[The frozen shoulder syndrome. Description of a new technique and five case reports using the subscapular nerve block and subscapularis trigger point infiltration.](#)

Jankovic D, van Zundert A. Acta Anaesthesiol Belg. 2006;57(2):137-43.

Dalle bibliografie degli studi selezionati per questa revisione sono stati inclusi altri lavori considerati particolarmente rilevanti dagli autori degli articoli stessi, o citati frequentemente da più di un autore. Di questi lavori è stato prima visionato l'*abstract* ed il *full-text*, per poi essere scartati od inclusi effettivamente nel lavoro che stiamo presentando.

Gli articoli così selezionati sono riassunti nella tabella sottostante:

<u>Patterns of motion loss in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion.</u> Rundquist PJ, Ludewig PM. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2004 Oct;19(8):810-8.
<u>Effect of shoulder tightness on glenohumeral translation, scapular kinematics, and scapulohumeral rhythm in subjects with stiff shoulders.</u> Lin JJ, Lim HK, Yang JL. J Orthop Res. 2006 May;24(5):1044-51.
<u>.The trunk as a part of the kinematic chain for arm elevation in healthy subjects and in patients with frozen shoulder.</u> Fayad F, Hanneton S, Lefevre-Colau MM, Poiraudreau S, Revel M, Roby-Brami A. Brain Res. 2008 Jan 29;1191:107-15. doi: 10.1016/j.brainres.2007.11.046. Epub 2007 Dec 4.

RISULTATI

Di seguito vengono esplicitati con tabella sinottica i principali contenuti degli studi inclusi:

<i>Autore</i>	<i>Tipo di studio</i>	<i>Metodo d'indagine</i>	<i>Popolazione Campione</i>	<i>Principali analisi</i>	<i>Risultati</i>
Vermeulen et al (2002)	Studio osservazionale	Sistema di analisi del movimento 3D semistatico: Electromagnetic tracking device "Flock of Birds"; valutazione prima e dopo 3 mesi di trattamento.	10 (2M, 8F) pz. con F.S. (7dx, 3sx) unilat da 11.4 (SD 8.2) mesi Età 49.1 (SD 5.6)	In posizione seduta aROM in: Flessione, Abduzione piano scapolare (°?), Abduzione, RE. Dolore e grado di soddisfazione dei pz.	Maggiore e precoce Rot Cran della scapola in tutti i piani di elevazione. Riduzione dolore durante il movimento e la notte
Runquist et al (2003)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	10 (1M, 9F) pz. con F.S. (4dx, 6sx) unilat da 7.9 (SD 4.5) mesi Età 52.9 (SD 10.5) 10 (9F, 1M) controlli asintom. Età 51.0 (SD 10.6)	In stazione eretta aROM in: Flessione, Abduzione piano scapolare (40°), Abduzione, RE e RI (0°-90°) omerali. Capsular pattern (se presente)	FS: ROM ridotto in tutti i piani di movimento, NO > Rot Cran RE (90°) > RE (0°) RI (0°) > RI (90°) Non presente capsular pattern
Rundquist et al Ludewig (2004)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture	25 (3M, 22F) pz. con FS (4 bilat) da 7 mesi (range 2-120) Età 52.8 (SD 6.5)	In stazione eretta aROM in: Flessione, Abduzione piano scapolare (40°), Abduzione,	Braccio addotto: RI<ABD<ER Braccio abdottato: no differenze significative ma

system				RE e RI (0°-90°) Capsular pattern	Main effect: RI<ABD<ER
Runquist et Ludewig (2005)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	21 (3M, 18F) pz. con FS (15dx, 6sx) 13.6 (SD 24.9) mesi Età 52.8 (SD 6.5) Kg 71.7 (SD 9.4)	In stazione eretta aROM in: Flessione, Abduzione piano scapolare (40°), Abduzione, RE e RI (0-90°)	Abduzione scapolare, RE (0°), RE (90°) e Peso, sono i fattori più fortemente correlati alla variazione di SRQ
Lin et al (2006)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	12 pz: 6 rigidità ant. (4 FS, 2 RCI) 6 rigidità post. (2 FS, 2 RCI, 2 ISA)	In posizione sefuta aROM in: Flessione, Abduzione piano scapolare (40°), Abduzione	Rigidità ant: > Rot Cran < Tilt post Rigidità post: > Trasl Ant testa > Trasl Sup testa
Rundquist (2007)	Studio osservazionale prospettico coorte	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	17 (1M, 16F) pz. con FS (7dx, 10x) unilat da 7.5 (SD 4.0) mesi Età 52.4 (SD 6.5) Kg 52.4 (SD 6.5) 17 (1M, 16F) controlli asintom. Età 51.1 (SD 7.6) Kg 71.2 (SD13.8)	In stazione eretta aROM in: Abduzione piano scapolare (40°)	No diff. tra arto non-affetto e controlli: Rot Cran. Tilt ant. RI scap. Arto affetto: > Rot Cran*
Fayad et al (2008a)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic	32 (7M, 25F) pz. 16 GHOA, 16 FS	In stazione eretta aROM in: Flessione, Abduzione	No diff a riposo. ROM in abd: FS < GHOA Rot Cran: ↑ per entrambi

motion-capture system				FS > GHOA
				SHR:
				↑ per entrambi
				FS > GHOA
				RI:
				↓ per entrambi
				eccetto
				GHOA in flex,
				Tilt Post:
				non varia

Yang et al (2008)	Studio osservazionale	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	34 (8M, 26F) pz. FS (24dx, 10sx) Età 54.1 (SD 6.1)	In posizione seduta aROM in: Abduzione piano scapolare (40°) Hand-to.neck Hand-to-scapula	Pattern generale in: Rot Cran Tilt Post CPR: Tilt Post > 8.4° RE om >38.9°
----------------------	--------------------------	--	--	--	--

Anakwenze et al (2011)	Studio osservazionale prospettico	Goniometro Programma di stretching domiciliare	84 (33M 51F) pz. con FS da 4.6 mesi (range 1.3-16) Età 38-74aa	In posizione seduta pROM: Flessione, Abduzione, RI e RE omerale	56% dei pz con FS mostra sintomi all'ACJ. Follow up (1 anno) solo 7% ancora sintomatico
---------------------------	---	---	--	---	---

Roren et al (2012)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	48 pz: 11 GHOA 20 FS 17 RCT	In stazione eretta aROM in: Elevazione, RI, RE omerale hair-combing	aROM ↓ FS DASH ↑ GHOA VAS ↑ RCT Arto affetto: HTE ↓ tutti FS: < tilt post 30° HTE ↓ FS
-----------------------	---	--	--------------------------------------	---	--

				back-washing	FS: no diff.
Fayad et al (2008b)	Studio osservazionale comparativo	Sensori elettromagnetici di superficie: Polhemus FASTRAK electromagnetic motion-capture system	13 pazienti FS unilat 30 controlli asintomatici	In stazione eretta aROM in: Flessione, Abduzione (omeroale) F/E Inclinazione Rotazione (di tronco)	Asintomatici: Flex. omerale→ rot + ext (tronco) Abd. omerale→ rot +incl (tronco) bifasica (prima omo, poi contro) Pz associano pattern di tronco simile ma > rot e < Incl (no incl iniziale)
Lin et al (2005)	Studio osservazionale comparativo	Dispositivo EMG Goniometro	15 pazienti FS unilaterale 15 controlli sani	EMG a 60° e 120° di: Flessione Abduzione Abduzione piano scapolare (40°)	EMG FS: Trapezio Sup ↑ 60° - 120° Trapezio Inf ↑ 120°
Jia et al (2008)	Studio osservazionale trasversale	Valutazione clinica	982 pazienti di cui 19 FS	“shoulder shrug sign”	Presente nel 94.7% dei pazienti con FS
Lin HC et al (2009)	Studio osservazionale prospettico coorte	Dinamometro isokinetic Sistema EMG di superficie	8 pazienti FS 8 controlli sani affetto e non-affetto	Test di forza isocinetico in rotazione interna ed esterna nel piano scapolare (30°)	↓ Forza rapida dei RE e ↓ Forza isometrica dei RI

Sokk et al (2012)	Studio osservazionale prospettico	Dinamometro Goniometro	18 pazienti con FS	MVC e aROM e VAS prima e dopo (1-6 mesi) MUA	MVC ↑ in tutte le direzioni, no diff affetto-non affetto a 6 mesi; aROM in flex e RE a 6 mesi ancora < del non-affetto; VAS ↓
Sokk et al (2013)	Studio osservazionale prospettico	EMG	15 pazienti con FS	Resistenza isometrica, affaticabilità e dolore (VAS) prima e dopo (1-6 mesi) MUA	f-up a 6 mesi: affetto vs non- affetto affaticabilità = resistenza < ; VAS ↓
Jankovic et al (2006)	Studio osservazionale descrittivo: Case series	VAS	5 pazienti con FS	Blocco del nervo sottoscapolare ed infiltrazione Trp del Sottoscap	Rapida e significativa riduzione del dolore
Clewley et al (2014)	Studio osservazionale descrittivo: Case study	QuickDASH SPADI NRS	1 paziente con FS	Dry needling	QuickDASH: 68 → 7; SPADI: 55 → 5; Pain,: (attività) 8 → 2; (riposo) 4 → 0.

FS= frozen shoulder; SRQ = Shouldet Rating Questionnaire; GHOA = artrosi gleno-omeroale; HTE = elevazione omero-toracica; ISA = Impingement Sub-Acromiale; SHR = ritmo scapolo omerale; ACJ = articolazione acromion clavicolare; EMG = elettromiografia; MVC = massima contrazione volontaria; MUA = manipolazione sotto anestesia.

Il primo studio che indaga il movimento tridimensionale della scapola in soggetti con capsulite adesiva è quello di Vermeulen et al. (2002) in cui un ristretto gruppo di 10 pazienti (2M, 8F) con frozen shoulder unilaterale da 11.4 mesi (SD 8.2) viene valutato per evidenziare eventuali differenze nei pattern di movimento tra l'arto affetto e quello non affetto prima e dopo tre mesi di riabilitazione. Il trattamento consiste in vari movimenti artrocinematici eseguiti da un terapista in diverse posizioni di end range con frequenza di due volte la settimana per una media di 18.7 (SD 6.5) trattamenti nei tre mesi. Alla baseline il dolore durante il movimento è significativamente maggiore di quello a riposo e durante la notte, i movimenti attivi e passivi sono significativamente limitati nell'arto affetto rispetto al non affetto. Dopo i tre mesi di trattamento il dolore durante il movimento attivo e la notte sono significativamente diminuiti, miglioramento anche a riposo ma non raggiunge la significatività statistica. I movimenti attivi e passivi aumentano significativamente sia statisticamente che clinicamente in tutti i piani di movimento.

Per quanto riguarda la cinematica scapolare lo studio evidenzia come i soggetti con frozen shoulder eseguono l'elevazione dell'arto affetto attraverso una precoce e più ampia rotazione craniale della scapola rispetto all'arto non affetto sia nella flessione anteriore che nell'abduzione nei due piani scapolare e coronale, contemporaneamente l'angolo gleno-omeroale risulta ridotto.

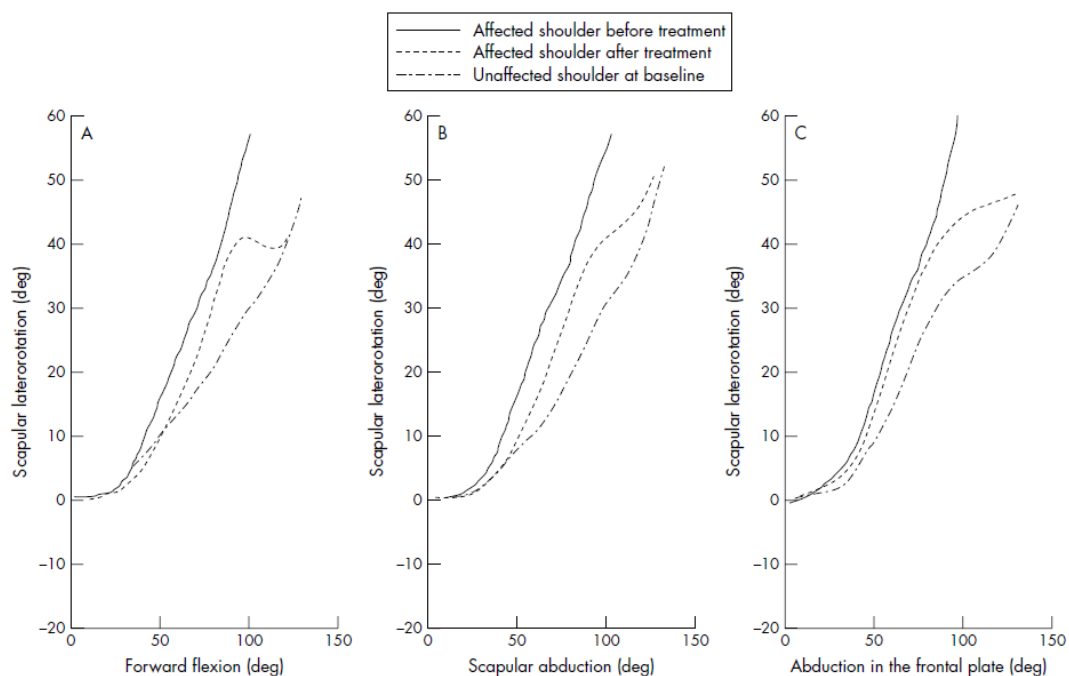


Figure 3 Mean curves of 10 patients.

Al follow-up si notano variazioni nei pattern in tutte le direzioni di movimento, in particolare nell'abduzione nel piano frontale (statisticamente significativa), inoltre la mobilità gleno-omeroale aumenta. Dopo il trattamento lo schema di movimento tende a riavvicinarsi alla normalità ma permangono differenze significative rispetto all'arto non-afetto. La posizione finale della scapola è circa la stessa ma tale posizionamento viene raggiunto prima e più velocemente.

La perdita di movimento gleno-omeroale imputabile alla patologia fa sì che vi sia una compensazione a livello scapolo-toracico con aumento della rotazione craniale in modo da raggiungere la maggior elevazione possibile. La mobilità attiva e passiva non viene completamente recuperata dopo tre mesi di trattamento. Probabilmente la normalizzazione del movimento ha bisogno di maggior tempo per esser ristabilita, la letteratura riporta infatti da 1 a 4 anni per il recupero che spesso risulta essere comunque incompleto. È importante evidenziare come col trattamento lo schema di movimento tenda a normalizzarsi riavvicinandosi agli standard kinesiologici della spalla sana.

Un importante contributo allo studio della cinematica scapolare è stato dato da Runquist e Ludewig che insieme hanno pubblicato tre lavori, rispettivamente nel 2003, 2004 e 2005.

Il primo studio si propone lo scopo di analizzare e quantificare il movimento tridimensionale del cingolo scapolare e verificare la consistenza del pattern capsulare proposto da Cyriax, secondo cui la rotazione esterna (RE) sarebbe più limitata dell'abduzione che a sua volta sarebbe maggiormente limitata della rotazione interna (RI). In questo studio un gruppo di 10 soggetti con frozen shoulder in fase II o III vengono confrontati con un gruppo di controllo di 10 soggetti sani. Ad un'analisi quantitativa del ROM in elevazione i soggetti sintomatici mostrano valori decrescenti dalla flessione anteriore, alla abduzione sul piano di scappazione (definito nello studio 40° anteriore a quello frontale) a quella sul piano coronale. In entrambi i gruppi la rotazione esterna raggiunge maggior ampiezza con il braccio abdottto rispetto a quella ottenuta con il braccio lungo il fianco. In rotazione interna al contrario si riscontra maggior ROM in posizione di adduzione. La variabilità tra soggetti risulta comunque alta. In generale tali risultati non supportano l'ipotesi di "capsular pattern" avanzata da Cyriax. I risultati dello studio confermano un sostanziale deficit di movimento nei soggetti affetti da frozen shoulder, essi mostrano infatti una riduzione del movimento omeroale in tutti i piani indagati. Gli autori propongono un'interpretazione dei dati analizzando le differenze rilevate tra il movimento dell'omero rispetto al tronco ed il movimento dell'omero rispetto alla scapola da cui non emerge l'evidenza di un maggior contributo scapolo-

toracico all'elevazione del braccio in alcuno dei tre piani considerati. Non viene dunque confermata la presenza di un compenso scapolare nei pazienti con frozen shoulder. Nello studio in questione tale interpretazione è però una approssimazione bidimensionale di un movimento tridimensionale, calcolata inoltre sulle medie dei gruppi e considerando solo i valori di fine movimento, pertanto nulla si può dire di quanto possa avvenire precedentemente durante il ROM, per esempio se vi sia movimento precoce o ritardato della scapola.

I limiti dello studio comprendono la mancanza di analisi statistica dei dati per individuare differenze realmente significative tra i gruppi, le ridotte dimensioni del campione e lo sbilanciamento dello stesso a favore del genere femminile (90% F). La FS è più frequente nelle donne ma bisogna usare cautela nel generalizzare i risultati di questo studio anche agli uomini.

I risultati ottenuti sono piuttosto consistenti con l'idea che siano specifiche strutture e porzioni capsulari differenti a limitare il movimento nella frozen shoulder. Quanto evidenziato dai dati può essere indicativo per il trattamento, per esempio l'intervento a braccio addotto potrà maggiormente focalizzarsi sul recupero di ABD e RE. A braccio abdotto il focus sarà su RE e RI. Per pazienti con maggior restrizione in RI a 90° si porrà maggior enfasi sullo stretching della capsula posteriore mentre in pazienti con maggior limitazione in RE a 0° l'enfasi sarà posta sulla capsula anteriore.

Il secondo lavoro di Rundquist e Ludewig (2004) si propone ancora di investigare con una procedura simile al precedente se esiste un consistente pattern di perdita del movimento nei soggetti affetti da frozen shoulder. 25 pazienti di cui 22 donne, vengono analizzati prima all'arto sano e poi a quello affetto nei seguenti movimenti: flessione anteriore, abduzione nel piano scapolare (40°), abduzione, IR e ER misurate col braccio addotto al fianco (0° di abduzione) ed il più vicino possibile ai 90° di abduzione sul piano coronale. 4 pazienti sono coinvolti bilateralmente e quindi non contribuiscono ai dati raccolti per l'arto sano. Come nello studio precedente la posizione assunta dai soggetti nell'analisi delle rotazioni a braccio abdotto risulta con un angolo maggiore durante la RE rispetto alla RI.

L'ipotesi degli autori presuppone che vi siano differenti pattern di limitazione del movimento nei pazienti con frozen shoulder tra l'arto affetto e quello non-affetto. Tale ipotesi risulta però verificata solo quando si considerano le rotazioni ad arto addotto lungo il fianco. In questa posizione sono stati infatti individuati cinque diversi pattern di perdita del movimento ma il confronto con l'arto controlaterale sano raggiunge la significatività statistica solo nel pattern in cui

la RI risulta esser il movimento più limitato, seguito dall'abduzione che a sua volta è maggiormente limitata della RE. Tale pattern si riscontra nell'arto affetto del 72% dei pazienti mentre l'arto sano non mostra significativi schemi di riduzione del movimento.

Considerando invece le rotazioni a braccio abdotto non si riscontrano differenze statisticamente significative tra arto affetto e non-affetto ma il maggior effetto è osservabile di nuovo nello schema che identifica la RI come movimento maggiormente limitato, seguito da abduzione e RE. Dunque, come nello studio precedente, anche i dati qui raccolti non supportano il modello di "capsular pattern" proposto da Cyriax, anzi si evidenzia come il movimento maggiormente limitato risulti essere non la RE ma la RI. Tali risultati confermano la teoria che la capsula posteriore e/o la banda posteriore dell'IGHL possono essere tra i principali responsabili per la perdita di movimento a 90° di abduzione. Data l'inconcludenza degli studi sul trattamento della capsulite adesiva i risultati ottenuti in questi lavori potrebbero suggerire come spostare il focus dell'intervento dal recupero della RE a quello della RI potrebbe dare migliori risultati.

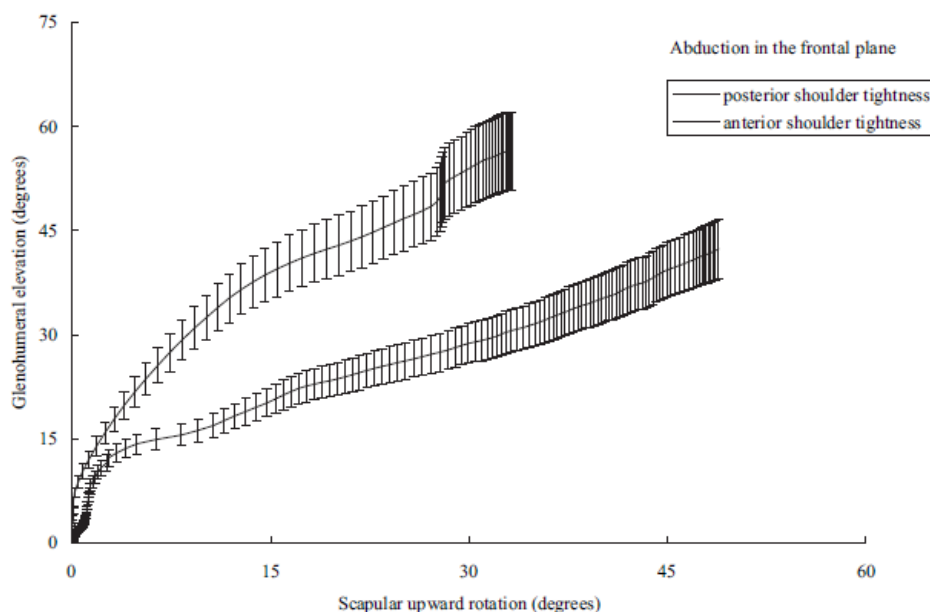
Il terzo lavoro presentato da Runquist e Ludewig (2005) vuole determinare l'associazione tra il movimento attivo gleno-omeroale e la funzionalità sviluppando una equazione di regressione lineare multipla che possa spiegare e predire le variazioni funzionali in soggetti con frozen shulder. 21 pazienti con diagnosi diverse ma tutti con caratteristiche soddisfacenti i criteri d'inclusione per la frozen shoulder vengono sottoposti ad analisi cinematica in sette direzioni: flessione, abduzione sul piano scapolare, abduzione, RI e RE a 0° e 90° di abduzione, al fine di misurare il movimento attivo gleno-omeroale. Ai soggetti viene inoltre somministrato il Shoulder Rating Questionnaire (SRQ), i cui risultati variano da 35.5 a 91.2 con media 61.9 (SD 13.4).

Dall'analisi dei dati e da tutte le possibili analisi di regressione emerge che abduzione sul piano scapolare, RE a 0°, RE a 90° ed il peso sono i quattro migliori predittori. Questi fattori hanno infatti la migliore correlazione con l'SRQ ed insieme possono spiegare il 69% di variazione della funzionalità di spalla. I dati suggeriscono dunque che è presente una forte correlazione tra le limitazioni del ROM, in particolare nelle tre direzioni precedentemente menzionate, e lo stato funzionale della spalla. In virtù di questo orientare l'approccio clinico all'abduzione sul piano scapolare in aggiunta al recupero in RE potrebbe esitare in migliori risultati funzionali per i pazienti. Dai dati emerge inoltre come il peso da solo sia responsabile del 10% della variazione di funzionalità. Tale importante associazione suggerisce come una minor massa corporea possa portare ad una miglior percezione globale di funzionalità della spalla.

Nello studio gli autori hanno scelto di considerare il solo movimento gleno-omeroale in quanto la genesi della frozen shoulder e l'intervento terapeutico si focalizzano su di esso ma così facendo non vengono identificati i possibili movimenti compensatori delle altre articolazione del cingolo scapolare, in particolare scapolo-toracici, che potrebbero aumentare il grado di spiegazione della variazione all'SRQ.

Il paper di Lin et al. (2006) segue uno studio precedente degli stessi autori volto a quantificare sperimentalmente la rigidità di cuffia (48). Il lavoro si propone lo scopo di quantificare l'effetto che la rigidità di spalla può avere sulle traslazioni omerali, la cinematica scapolare ed il ritmo scapolo-omeroale. Per far ciò gli autori hanno selezionato 12 soggetti divisi in due gruppi da 6 caratterizzati rispettivamente da rigidità anteriore (adduzione orizzontale < 50% rispetto al lato asintomatico) e rigidità posteriore (abduzione orizzontale < 50% rispetto al controlaterale). Le rilevazioni cinematiche sono state eseguite analizzando i movimenti di flessione, abduzione nel piano scapolare e abduzione nel piano frontale. Il ritmo scapolo-omeroale, individuato dalla pendenza della curva descritta dall'angolo di elevazione gleno-omeroale e di rotazione craniale della scapola, risulta significativamente minore nei soggetti con rigidità posteriore in tutti e tre i movimenti analizzati. Tale risultato indica che la rotazione craniale di scapola è maggiore in questi soggetti.

SHOULDER KINEMATICS AND TIGHTNESS



Nel gruppo con rigidità anteriore si individua inoltre un diminuito tilt posteriore della scapola durante l'elevazione del braccio rispetto al gruppo con rigidità posteriore. Per quanto riguarda le traslazioni della testa omerale invece i soggetti con rigidità posteriore presentano minor scivolamento posteriore e maggiore scivolamento in senso infero-superiore. Tra i due gruppi non si registrano significative differenze nell'elevazione omerale.

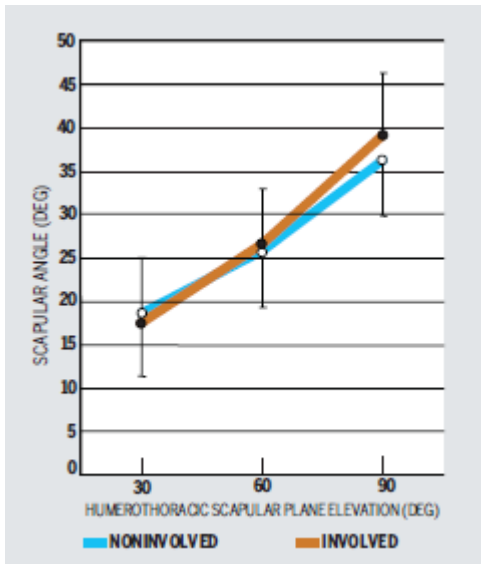
In definitiva questo studio ribadisce come la rigidità possa condizionare il ritmo scapolo-omerale, il tilt scapolare e le traslazioni della testa omerale, soprattutto agli estremi del movimento quando la tensione dei tessuti molli aumenta. La massima traslazione della testa omerale si verifica infatti al termine dell'elevazione del braccio. Le differenze di movimento registrate (5° tilt scapolare e 4mm di traslazione) assumo significato statistico e clinico considerando la riduzione dello spazio subacromiale normalmente disponibile (15° tilt scapolare e 10mm intervallo acromion-omerale).

L'aumentato delle traslazioni antero-superiori nei soggetti con rigidità posteriore possono far sì che la testa omerale venga a trovarsi maggiormente vicina ai tendini della cuffia dei rotatori, allo stesso modo il ridotto tilt posteriore posiziona la porzione anteriore dell'acromion più vicina all'inserzione della cuffia stessa. Entrambi questi meccanismi possono aumentare il rischio d'impingement, degenerazione o lesioni di cuffia.

Lo studio di Rundquist del 2007 prosegue il lavoro sui dati raccolti nello studio del 2003. Qui l'autore si propone di comparare quantitativamente la cinematica scapolo-toracica di soggetti con frozen shoulder (idiopathic loss of shoulder ROM) con quella di soggetti sani tramite analisi 3D. Un gruppo di 17 pazienti (1M, 16F) con frozen shoulder viene confrontato con un altro gruppo di altrettanti 17 soggetti (1M, 16F) sani. Partendo dalla posizione di riposo in stazione eretta viene analizzata l'elevazione nel piano scapolare (40° anteriore al piano coronale) registrando rotazione craniale, tilt anteriore e RI scapolare a 30° - 60° - 90°. Nei soggetti sani e per l'arto non-afetto la posizione scapolare viene registrata anche a 120°. Per l'arto affetto invece si prende come riferimento il picco massimo di elevazione possibile e la posizione scapolare viene confrontata col controlaterale allo stesso angolo di elevazione.

Per quanto riguarda la massima elevazione dall'analisi statistica emerge come non vi siano differenze significative nel confronto tra i controlli e l'arto non-afetto. 152.3° (SD 9.7°) e 153.1° (SD 8.1°) rispettivamente. Esiste invece una differenza significativa tra i controlli e l'arto affetto dei soggetti con frozen shoulder, 117° (SD 19.7°).

Nel confronto tra i gruppi non si riscontrano differenze o effetti significativi in alcuna delle 3 variabili scapolari considerate. Sia per i controlli che per l'arto non-afetto la scapola ruota cranialmente ed in minima misura internamente, si rileva inoltre un leggero aumento di tilt anteriore durante l'elevazione nel piano scapolare.



Nel confronto tra lati all'interno del gruppo con frozen shoulder non vi sono differenze o effetti significativi per quanto riguarda la rotazione interna ed il tilt anteriore della scapola che progressivamente aumentano come visto in precedenza. Vi è invece differenza statisticamente significativa per la rotazione craniale che risulta aumentata nell'arto affetto rispetto all'arto non-afetto. Maggior upward rotation si rileva sia a 90° che all'angolo di elevazione definito dal picco dell'arto affetto.

Riassumendo non vi sono differenze tra l'arto non-afetto ed i controlli; esistono differenze significative tra arto affetto e non-afetto per quanto riguarda la rotazione craniale della scapola che, alla massima elevazione possibile dell'arto affetto, risulta maggiormente ruotata (52.9° SD 9.9) rispetto alla controlaterale (45.2° SD 9.9). Interessante notare come la differenza nella posizione scapolare riscontrata tra i due lati al picco dell'arto affetto (7.7°), rappresenti in base ai dati di questo studio circa il 23% della normale escursione disponibile. Per quanto riguarda gli altri parametri scapolari la dimensione dell'effetto per la RI ed il tilt anteriore tra arto affetto e non-afetto è piccolo (0.17 e 0.18 rispettivamente);

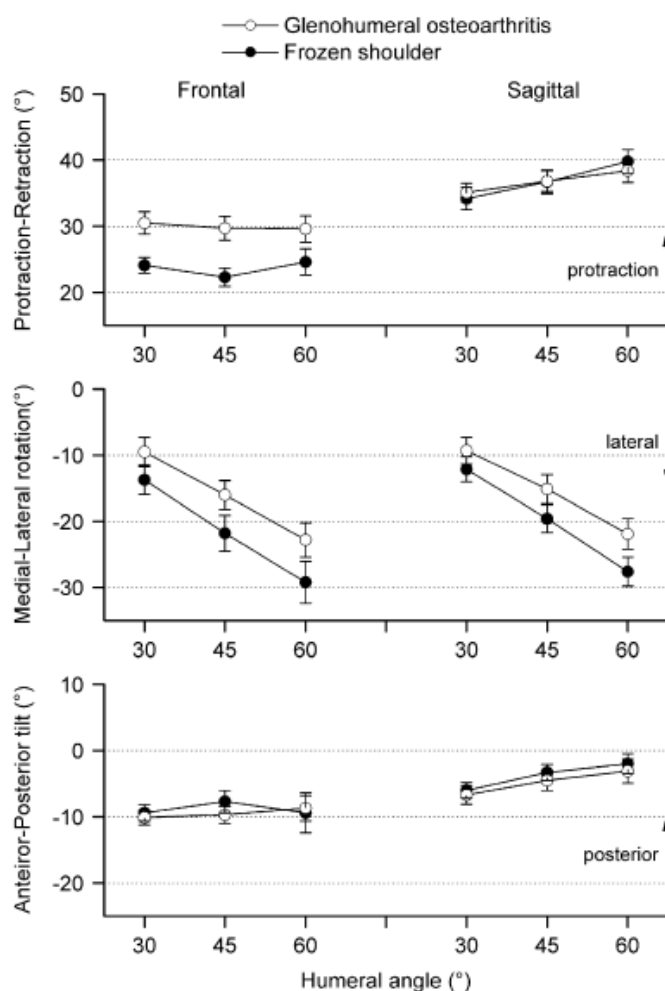
trascurabile invece quando si considera il confronto tra controlli e arto non-afetto (.021, .024).

Potrebbero esserci differenze tra i gruppi che non emergono al test statistico data la piccola numerosità campionaria che implica ridotta potenza dei test statistici.

Scopo del lavoro di Fayad et al. (2008a) è quello di descrivere la cinematica scapolare di spalla con osteoartrosi gleno-omeroale (GHOA), compararla con l'arto non-afetto e confrontare le eventuali alterazioni con quelle riscontrate nella frozen shoulder (FS). Sono stati reclutati 32 soggetti, 16 con GHOA e 16 con FS. Per ogni soggetto è stata registrata età, genere, durata dei sintomi, BMI, VAS a riposo, durante la notte e durante le attività, handicap percepito e, per la valutazione della disabilità, la versione francese della DASH-D/S. A partire dalla stazione eretta con le braccia lungo i fianchi sono state analizzate la flessione anteriore nel piano sagittale e l'abduzione nel piano

frontale. Le variabili d'interesse sono rotazione craniale/caudale, rotazione interna/esterna e tilt anteriore/posteriore della scapola rilevate per entrambi gli arti (affetto e non-affetto) a 30° - 45° - 60° ed alla massima elevazione possibile dell'arto affetto (Max-Ref). Per l'arto non-affetto si registra anche la posizione scapolare in corrispondenza del picco di elevazione.

All'analisi statistica i due gruppi risultano omogenei tranne che per età, durata dei sintomi e massima elevazione dell'arto affetto. I soggetti del gruppo GHOA sono più anziani e con sintomi da maggior tempo. La massima abduzione nel piano frontale dell'arto affetto risulta significativamente minore nei soggetti con FS rispetto a quelli con osteoartrosi; nell'arto non-affetto non si riscontrano differenze tra i gruppi. In posizione di partenza non si riscontrano differenze significative tra i lati e nemmeno tra i gruppi. Da notare la leggera rotazione caudale in posizione iniziale. A livello Max-Ref la RI dell'arto affetto è significativamente minore di quella dell'arto non-affetto in entrambi i gruppi eccetto per GHOA in flessione anteriore. La rotazione craniale dell'arto affetto risulta aumentata in maniera significativa in entrambi i gruppi sia in flessione che in abduzione mentre il tilt scapolare non varia tra i lati. Il ritmo scapolo-omerale nell'arto affetto è significativamente maggiore sia in flessione che in abduzione in entrambi i gruppi, indice di un maggior contributo della rotazione craniale della scapola all'elevazione.

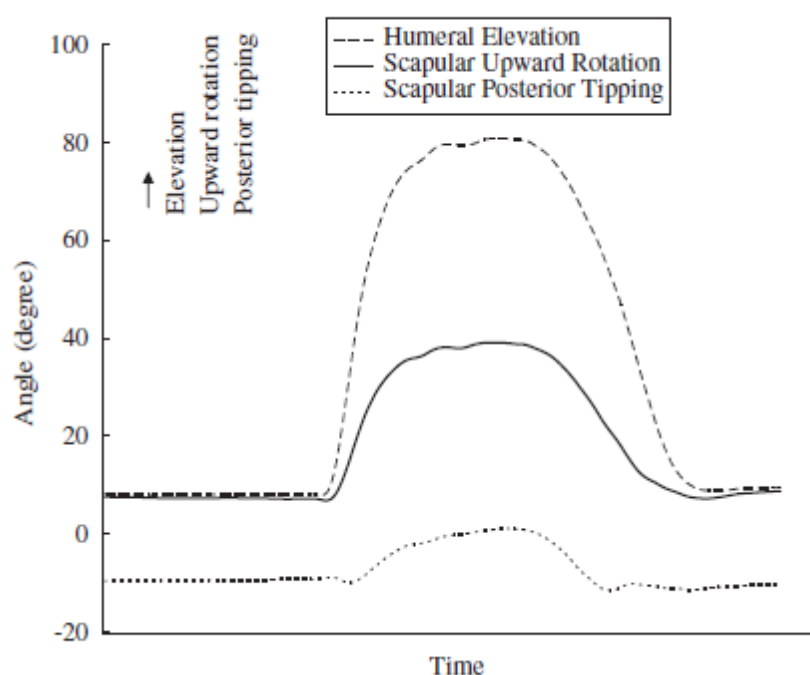


Considerando l'arto affetto dal confronto tra i gruppi emerge che la RI scapolare è significativamente inferiore nella frozen shoulder rispetto all'osteartrosi durante l'abduzione ma non nella flessione. La rotazione craniale al progredire dell'elevazione risulta significativamente maggiore nel gruppo FS rispetto a GHOA sia in flessione che in abduzione. Non vi sono invece differenze tra frozen shoulder ed osteoartrosi per quanto riguarda il tilt scapolare che risulta in entrambi i gruppi progredire in direzione posteriore.

Il ritmo scapolo-omerale è maggiore in FS rispetto a GHOA, inoltre mostra una moderata correlazione con la durata dei sintomi nel gruppo osteoartrosi ma non nella frozen shoulder.

I risultati dello studio confermano che la cinematica scapolare dei soggetti con osteoartrosi e frozen shoulder risulta modificata. L'aumentata rotazione craniale della scapola già documentata nella frozen shoulder è osservabile anche in soggetti con osteoartrosi. Il ritmo scapolo-omerale risulta aumentato e la sua correlazione negativa con la severità della restrizione del movimento globale suggerisce un pattern compensatorio.

Lo studio di Yang et al. (2008) si propone di identificare le caratteristiche cinematiche dei soggetti con frozen shoulder che possono trarre maggior beneficio dall'intervento riabilitativo, in particolare si vuole determinare se l'alterata cinematica scapolare è correlata all'impairment funzionale ed ottenere delle clinical prediction rules. 34 pazienti (7M, 27F) di età compresa tra 41 e 65 anni vengono studiati in posizione seduta nel movimento analitico di abduzione nel piano scapolare e nei movimenti funzionali di portare la mano dietro al collo (hand-to-neck) ed il più vicino possibile alla scapola (hand-to-scapula); oltre alle rilevazioni cinematiche la FLEX-SF è stata somministrata alla baseline e dopo tre mesi di trattamento standardizzato eseguito due volte la settimana. L'aumento del 20% nel punteggio è stato stabilito come soglia per classificare i pazienti come "migliorati". All'analisi statistica 14 soggetti (41%) mostrano miglioramento > 20% mentre 20 soggetti (59%) mostrano miglioramento inferiore. Non si rilevano differenze significative tra i gruppi per quanto riguarda la durata dei sintomi, FLEX-SF iniziale, numero di sedute e aderenza al trattamento. Per quanto riguarda l'analisi cinematica, sebbene vi sia sostanziale variabilità tra i soggetti, si può notare un pattern generale in cui la scapola ruota cranialmente e si muove verso una posizione di minor tilt anteriore durante l'elevazione del braccio.



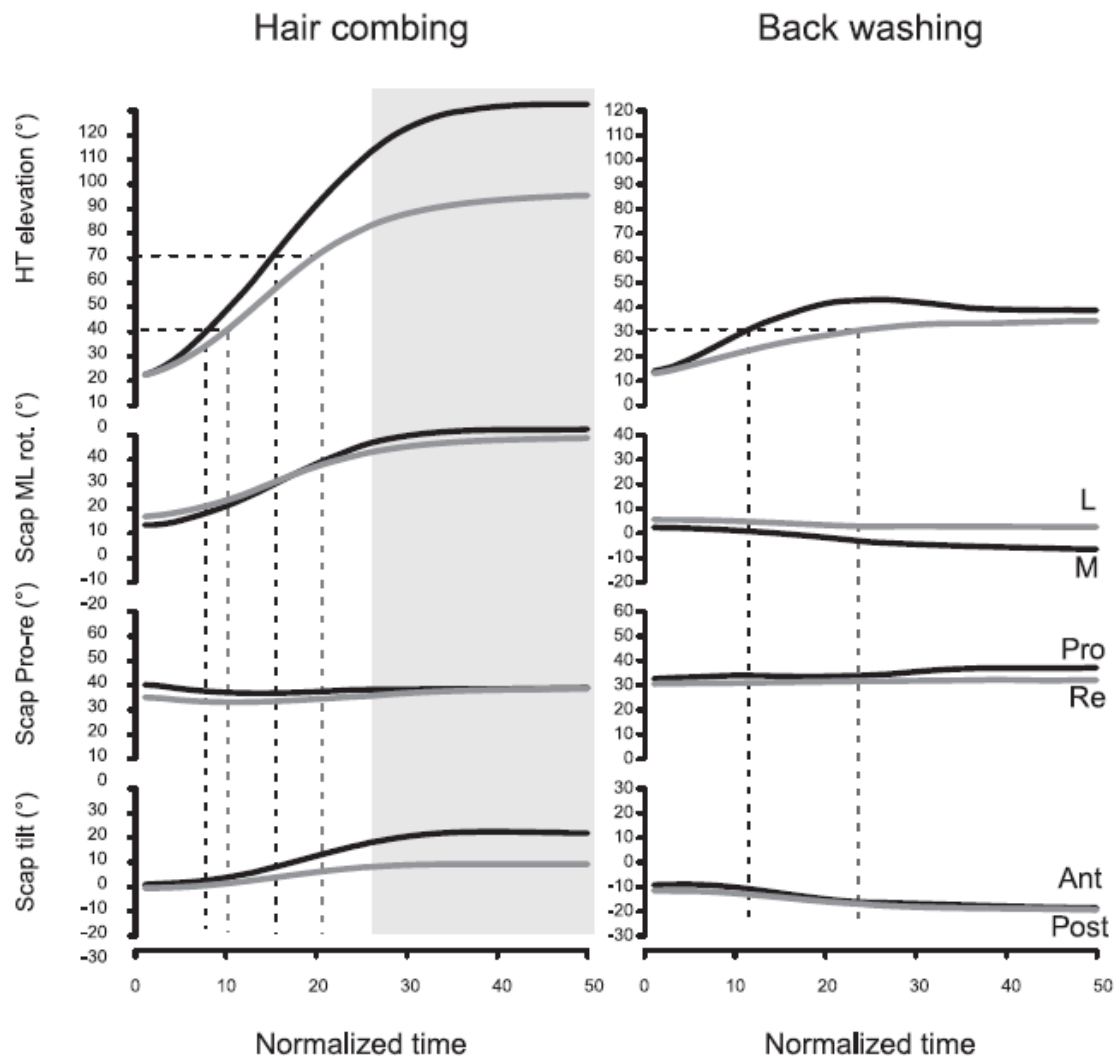
L'analisi delle singole variabili del movimento correlate al grado di miglioramento ha portato ad individuare che un soggetto alla baseline presenta tilt post $> 8.4^\circ$ e RE omerale $> 38.9^\circ$ (head-to-neck) ha una probabilità di miglioramento del 41 - 92% col trattamento descritto. La cinematica di spalla può dunque esser usata come predittore del possibile decorso clinico di pazienti con frozen shoulder. È interessante notare come da questo studio emerga che l'elevazione omerale ed il ritmo scapolo-omerale non siano così significativi come le variabili tilt posteriore e RE omerale. Future ricerche per validare il metodo individuato sono comunque necessarie prima di una possibile applicazione clinica.

Ulteriore importante contributo viene dal lavoro di Roren et al. (2012) che hanno investigato tridimensionalmente la cinematica scapolare in due gesti della vita quotidiana come pettinarsi (hair-combing) e lavarsi la schiena (back-washing). L'ipotesi degli autori è che nelle attività funzionali i soggetti con patologie di spalla utilizzino schemi di movimento alterati.

Per questo studio sono stati reclutati 48 pazienti, 11 con artrosi gleno-omerale (GHOA), 20 con frozen shoulder (FS) e 17 con tendinopatia della cuffia dei rotatori (RCT). Per ogni soggetto è stata registrata età, genere, durata dei sintomi, BMI, VAS e per la valutazione della disabilità è stata somministrata la versione francese della DASH-D/S. I pazienti con GHOA sono più anziani (70.5anni SD 9.1), hanno sintomi da più tempo (71.5mesi SD 51.0) e mostrano i maggiori punteggi globali alla DASH mentre il gruppo RCT mostra i maggiori livelli di dolore (70.1 SD 19.7). Il movimento globale di spalla risulta invece significativamente diminuito per il gruppo FS.

L'elevazione omerale e le rotazioni scapolari vengono calcolate all'arto affetto e non-afetto per ogni gruppo di patologia, a riposo ed a vari gradi di elevazione, durante le attività di vita quotidiana: 30° , 45° e 60° di elevazione per pettinarsi i capelli, 30° di elevazione omerale per lavarsi la schiena. Dall'analisi cinematica emerge che nell'azione hair-combing l'elevazione dell'arto affetto risulta diminuita in tutti e tre i gruppi mentre nel back-washing risulta diminuita solo nel gruppo FS. Inoltre nell'azione di pettinarsi la rotazione craniale risulta significativamente aumentata all'arto affetto a tutti i livelli di elevazione (30° , 45° e 60°) nei gruppi GHOA ed RCT (ma non nel gruppo FS) mentre nei soggetti con frozen shoulder risulta aumentato il tilt anteriore ma solo a 30° .

Nell'azione di lavarsi la schiena invece i gruppi GHOA e FS non mostrano differenze tra arto affetto e non-affetto mentre nel gruppo RCT la rotazione craniale dell'arto affetto è significativamente aumentata rispetto a quella dell'arto non-affetto.



Riassumendo i soggetti con frozen shoulder mostrano maggior restrizione del movimento globale di spalla rispetto agli altri gruppi e significativa riduzione dell'elevazione omerale dell'arto affetto in entrambi i gesti funzionali considerati. Per quanto riguarda la cinematica scapolare si rileva un aumento del tilt anteriore dell'arto affetto nell'azione di lavarsi la schiena ma non nell'upward rotation. La differenza di tilt posteriore evidenziata dai soggetti con FS può sembrare ridotta in termini di gradi assoluti, 2.07 (0.36-4.53), ma appare molto più rilevante quando espressa in funzione del totale di tilt scapolare disponibile fisiologicamente, di cui rappresenta circa il 20%. In base ai risultati ottenuti gli autori suggeriscono che in una prima fase di trattamento potrebbe risultare utile ottimizzare i compensi scapolari al fine di ridurre la disabilità seppur le conseguenze a lungo termine di tali adattamenti non siano conosciute.

Anakwenze et al. (2011) con il loro studio aggiungono un nuovo interessante capitolo all'analisi delle alterazioni biomeccaniche nei soggetti con frozen shoulder. Gli autori ipotizzano che la perdita di movimento gleno-omeroale non implichi solo una riduzione del ROM dell'intero arto superiore ma alteri anche i normali rapporti cinematici tra le articolazioni scapolo-toracica e acromio-claveare (ACJ). Scopo dello studio è infatti quello di rilevare l'incidenza e l'evoluzione clinica dei disturbi acromio-clavicolari in presenza di capsulite adesiva.

84 soggetti (33M e 51F) con FS, di età compresa tra 38 e 74 anni sono stati arruolati per lo studio. Sono stati valutati alla baseline, a 3 settimane, 4 mesi ed a 1 anno di distanza registrando passivamente flessione, abduzione, RI-RE omeroale e ASES/Penn shoulder score. È stata inoltre ispezionata clinicamente l'articolazione acromio-clavicolare. Alla valutazione iniziale 48 soggetti (56%) risultavano positivi alla provocazione dell'ACJ. Tutti i pazienti dello studio sono stati trattati tramite un programma domiciliare di stretching. La durata media del follow-up è stata di 16 mesi (range 12-20). Dall'analisi statistica sui dati raccolti emerge che esiste un significativo aumento del ROM in tutti i piani di movimento tra valutazione iniziale e finale. I pazienti con dolore all'ACJ mostrano la tendenza ad avere maggior limitazione in tutte le direzioni di movimento ma tale differenza non raggiunge la significatività statistica. Insieme al miglioramento di ROM e ASES/Penn shoulder score la maggior parte dei pazienti inizialmente positivi all'ACJ riporta anche la risoluzione dei sintomi acromio-clavicolari, solo 6 pazienti presentano residua sintomatologia dell'ACJ al follow-up finale. Visti i risultati ottenuti e l'alta probabilità di risoluzione dei sintomi acromio-claveari gli autori sottolineano l'importante prevalenza di dolore acromio-clavicolare in presenza di frozen shoulder ma allo stesso tempo suggeriscono di evitare interventi aggressivi all'ACJ data la favorevole evoluzione della storia clinica.

Altro studio che amplia lo scenario delle modificazioni biomeccaniche concomitanti alla frozen shoulder è quello di Fayad et al (2008b). In questo lavoro gli autori si prefiggono lo scopo di investigare e quantificare il contributo del tronco durante la massima elevazione del braccio, inoltre si vuole verificare se e come i movimenti del tronco possano compensare la limitazione del ROM nei pazienti con capsulite adesiva. Sono stati valutati due gruppi di pazienti. Il primo formato da 30 volontari (14M, 16F) sani [età 24.7 SD 4.7 anni; peso 63.9 SD 10.7 kg]. Il secondo formato da 13 pazienti (4M, 9F) con FS unilaterale [età 48.9 SD 7.5 anni; peso 67.1 SD 9.3 kg; durata sintomi 10.0 SD 5.3 mesi] con dolore misurato su scala VAS di 46.5 mm (SD 25.7) durante le attività e 11.2 mm (SD 19.1) a riposo. Ogni soggetto è stato analizzato in posizione di riposo, durante la flessione

anteriore ed in abduzione nel piano coronale. Le variabili d'interesse registrate sono l'angolo di massima elevazione omerale ed i movimenti del tronco, considerato nello studio come un corpo rigido, non si indagano infatti i movimenti segmentari. Flessione/estensione, rotazione ed inclinazione laterale sono state misurate a livelli intermedi (45°, 60°) ed alla massima elevazione possibile. Per i pazienti le rotazioni del tronco sono state misurate anche durante l'elevazione dell'arto non-afetto a livello corrispondente la massima elevazione possibile nell'arto affetto controlaterale. Dall'analisi dei dati i soggetti sani mostrano un atteggiamento in leggera flessione di tronco in posizione di riposo che viene corretta appena prima dell'elevazione, ciò non si riscontra nei pazienti con FS. I soggetti sani mostrano un piccolo (4° - 9°) ma consistente pattern di rotazione del tronco caratterizzato principalmente dall'inclinazione, omolaterale nelle prime fasi di movimento e poi controlaterale, associata ad estensione durante la flessione anteriore ed alla rotazione durante l'abduzione. L'inclinazione omolaterale osservata all'inizio dell'abduzione potrebbe favorire l'inizio del movimento favorendo migliori linee di trazione e l'accoppiamento dinamico dei momenti angolari dei tendini di deltoide e sopraspinato. Entrambi questi meccanismi riducono infatti lo sforzo muscolare richiesto. Nei pazienti si riscontra significativa riduzione dell'elevazione dell'arto affetto, in abduzione maggiormente che in flessione, anche nell'arto non-afetto; tale differenza rispetto ai controlli potrebbe essere influenzata dall'età che risulta maggiore nei soggetti con frozen shoulder o dal genere. Si riscontrano inoltre maggiori e precoci rotazioni di tronco nei soggetti sintomatici con pattern simile a quello visto per i sani. Alla flessione anteriore si associa principalmente estensione del tronco; all'abduzione si associa maggiormente la rotazione. L'inclinazione rispetto ai controlli risulta maggiore durante l'elevazione dell'arto non-afetto e ridotta durante l'elevazione dell'arto affetto. Inoltre essa è sempre contro laterale nei pazienti; non si riscontra l'inclinazione omolaterale caratteristica dei primi gradi di movimento dei soggetti sani.

Lo studio di Lin JJ et al. (2005) vuole investigare tramite elettromiografia (EMG) il comportamento di trapezio superiore ed inferiore in un campione di 15 pazienti (6M, 9F) di età compresa tra 42-65 anni ed in un gruppo controllo di altrettanti soggetti sani (6M, 9F) di età compresa tra i 42-59 anni. L'attività elettromiografia viene rilevata a 60° e 120° di elevazione nei tre diversi piani di movimento. Per quanto riguarda il trapezio superiore i pazienti affetti da frozen shoulder mostrano aumentata attività all'EMG sia a 60° che a 120° rispetto ai controlli, mentre per il trapezio inferiore si registra aumentata attività solo a 120°. Tale aumento è più consistente in

posizione di maggior elevazione, infatti la proporzione di attivazione risponde in maniera differente tra i due gruppi a seconda della posizione articolare. Il rapporto tra attivazione del trapezio superiore ed attivazione del trapezio inferiore risulta maggiore a 120° di elevazione in entrambi i gruppi, e nei pazienti rispetto ai controlli. L'attivazione muscolare pare dunque posizione-dipendente.

Scopo de lavoro di Jia et al. (2008) è quello di verificare l'associazione tra "shoulder shrug sign", cioè l'inabilità di sollevare il braccio a 90° di abduzione senza elevare l'intero cingolo scapolare, e diverse patologie trattate poi chirurgicamente. 982 pazienti con differenti presentazioni cliniche, 261 lesioni di cuffia a tutto spessore; 47 lesioni massive (lesioni complete di 2 o più tendini); 88 lesioni parziali; 75 tendinopatie; 221 instabilità di spalla; 169 artrosi gleno-omeroale; 61 artrosi ACJ; 25 lesioni SLAP; 19 frozen shoulder e 16 con altre diagnosi sono stati valutati dallo stesso esaminatore entro 4 settimane dall'intervento tramite questionario standardizzato, valutazione soggettiva dei sintomi (VAS), esame clinico obiettivo e radiografia. Quel che emerge dai risultati dello studio è che tale segno di elevazione correla fortemente con la frozen shoulder (94,7%) e con l'artrosi gleno-omeroale (90,5%), inoltre si associa più fortemente a debolezza muscolare in abduzione, età, limitata abduzione passiva e dolore notturno. I pazienti con "shrug sign" sono quelli che mostrano anche maggior diminuzione del ROM e particolare difficoltà nell'elevazione overhead.

Lin HC e coll. (2009) vogliono dimostrare nel loro lavoro le caratteristiche dei muscoli rotatori interni ed esterni e l'effetto dell'esercizio isocinetico sull'attività muscolare in pazienti con capsulite adesiva. Un gruppo di 8 pazienti (3M, 5F) con FS, di età media 49.2 anni (SD 9.5), ed un gruppo controllo di 8 soggetti asintomatici (3M, 5F) con età media 47.2 anni (SD 6.3) sono stati reclutati per lo studio. Tutti i partecipanti hanno eseguito un test di forza isometrica in posizione neutra (0°) ed in posizione di leggero allungamento (-15°) del muscolo testato ed un test isocinetico composto da 5 contrazioni massimali concentriche ed eccentriche ad alta (180°/s) e bassa (60°/s) velocità in rotazione interna ed esterna nel piano scapolare. Prima e dopo i test di forza i muscoli sovraspinato, infraspinato e grande rotondo sono stati registrati elettromiograficamente. Le variabili registrate sono massimo momento angolare, lavoro totale e potenza; inoltre è stato calcolato il rapporto tra i massimi momenti angolari in RE ed in RI (RE/RI ratio).

All'analisi dei dati non si riscontrano differenze significative al test isocinetico in RI. In rotazione esterna ad alta velocità invece si riscontrano variazioni per tutte e tre le variabili: momento angolare, lavoro e potenza risultano significativamente diminuite nell'arto affetto sia nei confronti dell'arto non-affetto che del gruppo controllo. A bassa velocità solo il lavoro totale dell'arto affetto in RE risulta significativamente minore. Al test isometrico invece il momento in RI dell'arto affetto risulta significativamente minore rispetto ai controlli sia in posizione neutra che in allungamento, in RE si nota solamente una tendenza ma la mancanza di significatività potrebbe esser dovuta alle piccole dimensioni campionarie che diminuiscono la potenza dei test statistici. Il rapporto tra i momenti (RE/RI ratio) risulta significativamente minore solo per l'arto affetto rispetto ai controlli testati ad alta velocità. Le rilevazioni elettromiografiche invece non mostrano alcuna variazione significativa. Dati i deficit evidenziati gli autori suggeriscono che il programma di recupero della frozen shoulder debba comprendere anche esercizi di rinforzo, in particolare ad alta velocità in RE ed isometria in RI. Inoltre può esser raccomandato un allenamento di resistenza a bassa velocità in RE. Tutti insieme i risultati di questo studio indicano che per rinforzare selettivamente la spalla in RE, un allenamento vicino alla posizione neutra nel piano scapolare può essere indicato per questi pazienti. I test isocinetici non fanno aumentare l'attività muscolare a riposo né provocano co-contrazione, suggerendo che questo tipo di attività muscolare potrebbe esser una buona opzione per la riabilitazione dei soggetti con FS.

Lo studio di Sook et al. (2012) si propone di valutare il cambiamento nella massima contrazione volontaria (MVC) e del movimento attivo in pazienti con capsulite adesiva trattati con intervento di manipolazione sotto anestesia (MUA) associato a sedute di fisioterapia prima (7) e dopo (10) l'intervento. I pazienti sono stati valutati una volta prima dell'operazione e due volte ai follow-up ad 1 e 6 mesi. Sono stati reclutati 18 pazienti (9M, 9F) di età compresa tra 38 e 74 anni con frozen shoulder in fase 2 o 3, durata media dei sintomi 8,6 mesi (range 3-12), alla spalla dominante in 9 casi, ed a quella non dominante in altrettanti 9 casi. Con paziente seduto è stata valutata la MVC in flessione, adduzione, rotazione esterna ed interna chiedendo la massima spinta contro un dinamometro per circa 3". Il ROM attivo è stato misurato nelle stesse direzioni tramite goniometro a partire dalla stazione eretta. Il dolore è stato invece valutato tramite VAS ogni giorno per l'intero follow-up. Le analisi sono state effettuate per entrambi gli arti. L'analisi statistica è stata condotta su 15 soggetti. Prima della MUA in tutti i soggetti si evidenzia una riduzione significativa sia del aROM, tra il 30% ed il 46%, che della MVC in tutte le direzioni testate

rispetto all'arto non-afetto. La forza dell'arto affetto prima della MUA in confronto al non-afetto risulta ridotta del 33%, 26%, 43%, 48% rispettivamente in flessione, adduzione, RI e RE. Ad 1 mese aumenta del 27%, 31%, 49%, 33% rispetto ai valori iniziali. A 6 mesi la MVC è ulteriormente aumentata e non vi sono differenze con l'arto non-afetto in alcuna direzione. Il ROM attivo invece aumenta tra il 27% ed il 37% in tutte le direzioni ad 1 mese dalla MUA ma, a 6 mesi di follow-up, flessione e RE rimangono significativamente minori rispetto all'arto non-afetto. Il dolore diminuisce significativamente sia ad 1 che a 6 mesi rispetto ai livelli precedenti l'intervento.

In un precedente studio degli stessi autori che prevedeva 4 settimane di trattamento conservativo (49), gli aumenti della MVC risultano meno importanti, 18%, 17%, 19% e 15% rispettivamente in flessione, adduzione, RI e RE, ma a 6 mesi di follow-up la MVC dell'arto affetto risulta ancora significativamente minore rispetto al non-afetto.

Questo studio evidenzia come il maggior aumento in MVC e aROM avvenga entro 1 mese dalla MUA, gli autori suggeriscono quindi che è importante iniziare la riabilitazione precocemente dopo l'operazione. Il recupero della flessione e della rotazione esterna richiede maggior attenzione e maggior tempo. La limitazione in RI e RE sono caratteristiche dei pazienti con frozen shoulder dovute all'ispessimento principalmente del CHL e della capsula articolare nell'intervallo dei rotatori.

Nel lavoro successivo Sock e coll. (2013) vogliono indagare la resistenza isometrica, l'affaticabilità ed il dolore dei muscoli del cingolo scapolare. 15 pazienti di età compresa tra 38 e 74 anni con FS in fase 2 o 3 con durata media dei sintomi di 8,6 mesi (range 3-12), sono stati reclutati per lo studio. I pazienti hanno ricevuto 7 sedute di fisioterapia prima della MUA e 10 sedute dopo in aggiunta ad un programma di stretching giornaliero. La resistenza isometrica è stata valutata tramite la capacità di lavoro isometrico NI (net impulse), sorreggendo un peso di 5kg (3kg per le donne) a gomito esteso in una posizione di 45° di flessione e 45° di abduzione. Durante tutto il test è stata rilevata l'attività elettromiografia di trapezio superiore e deltoide medio in modo da poter valutare anche l'affaticabilità (MF slope). Le valutazioni sono state effettuate alla baseline ed ai follow-up ad 1 e 6 mesi dall'intervento somministrando anche la VAS per quantificare il dolore percepito. Prima della MUA i pazienti mostrano all'arto affetto minor NI (65% del controlaterale), tempo di resistenza più breve del 67% e minor MF slope (trapezio 82% più rapida, deltoide 75%); dunque resistenza isometrica ed affaticabilità sono entrambe peggiori all'arto affetto rispetto al non-afetto. Dopo l'intervento tutti i parametri migliorano ma a 6 mesi capacità di lavoro

isometrico (NI) e tempo di resistenza rimangono significativamente minori rispetto all'arto non-afetto, mentre nell'affaticabilità (MF slope) non si notano differenze significative. Al follow-up di 1 mese 6 pazienti non erano in grado di sostenere il peso con l'arto affetto e 3 di loro non sono ancora in grado a 6 mesi. Il dolore diminuisce significativamente, in particolare durante il primo mese vi è una riduzione da 8.1 a 0.8 sulla scala VAS. Tale decremento continua e 12 pazienti non riferiscono più dolore a sei mesi. Lo studio dimostra che i pazienti con frozen shoulder hanno una ridotta capacità di lavoro isometrico durante contrazioni sub-massimali, tempo di resistenza minore più rapida affaticabilità nei muscoli trapezio e deltoide dell'arto affetto. Il maggior miglioramento in seguito a MUA avviene nel primo mese con significativo decremento del dolore. In ogni caso la resistenza isometrica (tempo) rimane minore e la capacità di lavoro isometrico diminuita al follow-up di 6 mesi. Questo può suggerire che si deve porre maggior attenzione su resistenza ed affaticabilità muscolare nel programma terapeutico, e che probabilmente gli esercizi devono essere eseguiti per un tempo più lungo.

Jankovic et al. (2006) presentano nel loro lavoro una serie di 5 casi in cui pazienti con problematiche di spalla sono stati trattati efficacemente con blocco anestetico del nervo sottoscapolare ed infiltrazione del trigger point del muscolo sottoscapolare.

Paziente 1(F): 51 anni, diabetica, dolore da 4 mesi, VAS 8/10. Paziente 2(F): 68 anni, dolore da 6 settimane, VAS 9/10. Paziente 3(M): 38 anni, dolore da 2 settimane VAS 7/10. Paziente 4(M): 64 anni, emiplegico, dolore a 7 settimane dall'ictus, VAS 8/10. Paziente 5(F): 67 anni, artrite reumatoide da 9 anni, dolore bilaterale da 2 anni, VAS 7/10.

Gli autori hanno constatato in tutti i pazienti che il trattamento eseguito è efficace nella riduzione del dolore. Questo permette ai pazienti di sottoporsi a fisioterapia celermente. Dopo il blocco anestetico bisogna infatti porre attenzione nel ristabilire il ROM e rinforzare i tessuti molli dell'area interessata. Non è stata riscontrata alcuna complicazione conseguente al trattamento in nessuno dei casi esaminati. Il blocco selettivo nella fossa sottoscapolare con infiltrazione del trigger point del muscolo sottoscapolare risulta efficace nell'eliminare il dolore di spalla di varia origine tra cui la frozen shoulder. L'eccellente risultato di questa tecnica mostra l'importanza che riveste il muscolo sottoscapolare anche nella genesi della capsulite adesiva. L'aggiunta della fisioterapia al trattamento risulta fondamentale per il buon esito del recupero.

Clewley et al (2014) nel loro case study descrivono la valutazione ed il trattamento, compreso il ragionamento clinico che guida la scelta terapeutica dell'utilizzo del dry needling, in una paziente di 54 anni con frozen shoulder presentante TrPs nei muscoli trapezio superiore, elevatore della scapola, deltoide e sottospinato. La paziente è stata trattata 13 volte in un periodo di 6 settimane. I miglioramenti del ROM e della funzionalità di spalla, misurati tramite QuickDASH e SPADI, con l'introduzione del dry needling dalla terza seduta, superano la MCID. Alla dimissione la paziente ha raggiunto significativo aumento del ROM in tutte le direzioni e le misure di outcome sono sensibilmente migliorate. QuickDASH: 68 → 7; SPADI: 55 → 5; Pain, NRS (attività) 8 → 2; (a riposo) 4 → 0. Questo case report descrive il ragionamento clinico sottostante l'utilizzo del dry needling nel trattamento dei TrPs di pazienti con capsulite adesiva. I rapidi miglioramenti visti in questa paziente suggeriscono che i muscoli del cingolo scapolare possono essere una significativa fonte di dolore nel quadro della frozen shoulder e che il loro trattamento tramite dry needling dei TrPs possa essere un'efficace tecnica riabilitativa pur non essendo ancora sostenuta da sufficienti evidenze in letteratura.

DISCUSSIONE

La posizione della scapola sul torace ed il controllo motorio sono aspetti cruciali della normale funzione di spalla. Gli studi cinematici mostrano ampio accordo sul fatto che durante l'elevazione del braccio la scapola debba ruotare cranialmente ed eseguire un tilt posteriore. Il movimento in rotazione interna - esterna è quello che in letteratura mostra minor consistenza e maggior variabilità nei vari studi e nelle diverse direzioni di movimento. Si considera normale un leggero aumento della rotazione interna nelle prime fasi di abduzione ma vi è generale consenso, anche se le evidenze sono limitate, che la massima elevazione nei soggetti sani sia associata ad un aumento della rotazione esterna di scapola (50)(51)(52)(53). La cinematica del cingolo scapolare coinvolge anche il movimento delle articolazioni acromio-claveari, sterno-claveari e del rachide. La clavicola mostra un pattern di elevazione, rotazione posteriore e retrazione mentre rispetto all'acromion la scapola ruota cranialmente, internamente ed esegue un tilt posteriore (50)(54)(55).

Esiste una letteratura crescente che evidenzia l'associazione di un'alterata cinematica scapolare ed, in maniera minore, del coinvolgimento dell'articolazione acromio-clavicolare e della cinematica di tronco nella patologia della frozen shoulder.

Senza la possibilità di seguire i soggetti longitudinalmente risulta difficoltoso comprendere se le alterazioni trovate nella cinematica siano causa o conseguenza della patologia. Basandosi sui rapporti anatomici la riduzione della rotazione craniale e del tilt posteriore sono ritenuti essere responsabili della riduzione dello spazio sub-acromiale e possono favorire l'impingement secondario della testa omerale, tendinopatie della cuffia dei rotatori, alterate forze articolari e possibili cambiamenti degenerativi. Tali complicanze, dovute ad un'alterata cinematica scapolare, potrebbero esitare in un decorso peggiore della patologia. L'aumento di rotazione craniale può dunque essere generalmente interpretato come un meccanismo compensatorio messo in atto per raggiungere un maggior grado di elevazione nonostante l'ipomobilità gleno-omeroale caratteristico della frozen shoulder. Un aumento della rotazione craniale può inoltre preservare l'ampiezza dello spazio sub-acromiale evitando l'impingement secondario. A sostegno di tale ipotesi troviamo il lavoro di Vermeulen et al. (2002) che sottolinea un alterato timing in rotazione craniale tra i pazienti con frozen shoulder. Essi mostrano infatti precoce upward rotation durante l'elevazione del braccio affetto. Lo studio evidenzia inoltre come tre mesi di trattamento riabilitativo possano essere efficaci non solo nell'aumentare il ROM ma anche nel favorire il ripristino di una corretta

cinematica scapolare che al follow-up risulta essere più simile a quella dell'arto non-afetto. Altri due studi, rispettivamente Rundquist et al. (2007) e Fayad et al. (2008a), sostengono l'ipotesi del compenso scapolare in rotazione craniale. Per quanto verificato in questi lavori Rundquist suggerisce come nelle prime fasi della frozen shoulder facilitare e rinforzare il meccanismo compensatorio in rotazione craniale possa essere una strategia utile per limitare il deficit funzionale conseguente alla perdita di movimento gleno-omeroale. Lo studio di Fayad fa inoltre notare come il pattern motorio con aumentata upward rotation non sia esclusivo dei soli soggetti con frozen shoulder, anche pazienti affetti da osteoartrosi mettono in atto simili compensi per ovviare alla perdita di movimento gleno-omeroale. I risultati di Fayad vengono però messi in discussione da quelli dello studio di Roren et al. (2012) che invece non riscontrano differenze per quanto riguarda la rotazione craniale tra soggetti con capsulite adesiva e gruppi di pazienti affetti da altre patologie di spalla come la stessa artrosi gleno-omeroale e le tendinopatie della cuffia dei rotatori. Una possibile giustificazione di tale apparente incongruenza di risultati potrebbe risiedere nel differente disegno dei due studi. Nello studio di Roren i dati cinematici sono rilevati analizzando dei movimenti funzionali come pettinarsi o lavarsi la schiena e non tramite l'analisi dell'elevazione standardizzata nei diversi piani di movimento come nello studio di Fayad ed in quelli precedenti. L'unico altro studio che prende in considerazione movimenti funzionali confrontabili con quelli analizzati da Roren è quello di Yang et al. (2008) che però manca del confronto con un gruppo di controllo. Pur evidenziando nei soggetti con frozen shoulder un pattern in rotazione craniale esso non dà indicazioni utili per comprendere se tale pattern possa esser caratteristico della sola capsulite adesiva proprio per la mancanza di un gruppo controllo. Uno studio che invece non porta prove a sostegno dell'aumentata rotazione craniale come pattern compensatorio nella frozen shoulder è quello di Rundquist et al. (2003). In questo lavoro mettendo a confronto pazienti e controlli sani durante elevazione dell'omero nei tre piani di movimento standardizzati non si riscontrano differenze significative nella rotazione craniale. Tali risultati sono in controtendenza anche rispetto all'ipotesi giustificativa avanzata precedentemente secondo cui la cinematica scapolare possa variare in base alla natura del compito richiesto, analitico o funzionale.

Si potrebbe poi speculare sul fatto che l'aumento di rotazione craniale della scapola possa essere dovuto alla rigidità dei tessuti molli omero-scapolari per un effetto di trazione degli stessi sulla scapola durante l'elevazione. Lo studio di Lin et al. (2006) smentisce tale ipotesi in quanto sono i soggetti con rigidità anteriore di spalla a mostrare maggior upward rotation rispetto a quelli

individuati con rigidità delle strutture posteriori. Questi ultimi mostrano invece maggiori variazioni nell'artrocinematica della testa omerale.

Per quanto riguarda il movimento di tilt intorno all'asse parallelo alla spina scapolare la letteratura indagata mette in luce risultati consistenti ma non univoci. Nello studio di Roren et al. (2012) i pazienti con frozen shoulder mostrano un ridotto tilt posteriore nell'azione di lavarsi i capelli. Un ridotto tilt posteriore viene anche riportato nel lavoro di Lin et al. (2006) con l'analisi dell'elevazione nei piani standardizzati di movimento. Nello studio di Fayad et al. (2008a) non si riscontrano invece differenze significative nel tilt scapolare tra i pazienti con frozen shoulder e quelli con artrosi gleno-omeroale che mostrano un pattern in direzione posteriore sovrapponibile. Anche nel lavoro di Yang et al. (2008) il tilt evidenziato dai soggetti con frozen shoulder è in direzione posteriore ma di tale studio risulta soprattutto interessante il fatto che gli autori individuino nella preservazione del tilt posteriore, insieme alla rotazione esterna omerale, i principali elementi necessari per il successo dell'intervento riabilitativo a tre mesi. Queste osservazioni danno ulteriore significato all'analisi della cinematica di spalla che può dunque essere utilizzata anche per predire la probabilità di successo del trattamento conservativo e guidare la scelta terapeutica più appropriata. Rundquist (2007) verifica invece un aumento del tilt anteriore durante l'elevazione dell'omero nei pazienti con frozen shoulder ma lo stesso pattern in progressiva rotazione anteriore della scapola viene evidenziato in questo studio anche per i soggetti sani. Questo riflette la mancanza di accordo univoco presente nella comunità scientifica. I dati di Rundquist sono consistenti con quelli di Ebaugh et al. (53) ma in controtendenza rispetto a quanto riportato dalla maggior parte della letteratura.

Come la rotazione interna scapolare possa influenzare i rapporti gleno-omeroali risulta meno chiaro alla luce delle poche evidenze disponibili. Un aumento della rotazione mediale della scapola senza variazioni della posizione omerale potrebbe esitare in una relativa maggior rotazione esterna omerale, necessaria durante l'elevazione per evitare l'impatto del trochite contro l'arco acromiale; per contro potrebbe esporre i pazienti ad un aumentato rischio di impingement posteriore. Degli studi analizzati solo due di questi mettono in relazione le rotazioni intorno all'asse verticale alla frozen shoulder. Lo studio di Rundquist et al. (2007) riscontra un progressivo quanto limitato aumento della rotazione interna senza però significative differenze tra soggetti patologici e controlli sani. Nel lavoro di Fayad et al. (2008) invece si osserva una progressiva rotazione esterna sia in flessione che in abduzione per i soggetti con capsulite adesiva. I risultati contrastanti dei due studi appena elencati riflettono la generale mancanza di forti evidenze anche su questo punto.

La frozen shoulder non determina la modifica dei pattern di movimento solamente a livello della cinematica scapolare. L'effetto di una ristretta articolare gleno-omeroale può indurre meccanismi compensatori anche in tutte le componenti del cingolo scapolare e nel tronco. Lo studio di Anakwenze et al. (2011) evidenzia come in presenza di capsulite adesiva sia plausibile che per limitare il deficit di elevazione si verifichi un adattamento nella cinematica dell'articolazione acromion-claveare. Tale adattamento può spesso portare ad esagerate sollecitazioni articolari e dunque dolore all'ACJ. La sintomatologia si risolve in oltre il 90% dei casi con il miglioramento della frozen shoulder ed il ripristino del movimento gleno-omeroale e dei corretti rapporti articolari. Gli autori sottolineano l'importanza di conoscere tali meccanismi compensatori in modo da evitare interventi inutilmente aggressivi all'ACJ in presenza di capsulite adesiva.

L'influenza del tronco e della postura toracica nella biomeccanica dell'arto superiore è cosa nota in letteratura. È infatti dimostrato come una "slouched posture" possa limitare il ROM della spalla (56)(57). Nello studio di Fayad et al. (2008b) l'aumento della rotazione e dell'estensione di tronco per raggiungere minori gradi di elevazione nell'arto affetto supportano l'ipotesi che i movimenti del rachide toracico abbiano significato compensatorio nei pazienti con frozen shoulder, proprio come visto per l'articolazione scapolo-toracica.

Le variazioni in inclinazione di tronco non possono invece esser spiegate semplicemente come meccanismi compensatori. La restrizione del range in inclinazione laterale durante il movimento della spalla affetta e l'abolizione dell'iniziale inclinazione omolaterale, che favorirebbe l'inizio dell'elevazione diminuendo l'impegno muscolare richiesto, secondo gli autori probabilmente contribuiscono invece all'impairment nella frozen shoulder.

Si potrebbe inoltre speculare sul fatto che l'inclinazione controlaterale riscontrabile nei pazienti durante le prime fasi del movimento possa esser interpretata come un atteggiamento antalgico.

Le variazioni nel pattern di movimento del cingolo scapolare sono direttamente correlate all'attività muscolare, in particolare dei muscoli scapolo-toracici. Le porzioni superiore ed inferiore del muscolo trapezio hanno azione sinergica per quanto riguarda la rotazione craniale della scapola ma opposta per quanto riguarda invece elevazione e depressione; inoltre il trapezio inferiore può contribuire, coadiuvando il dentato anteriore, anche al movimento di tilt posteriore della scapola. Nello studio di Lin et al. (2005) si riscontra una aumentata attività di entrambe le porzioni del trapezio nei pazienti affetti da frozen shoulder, ma di maggiore entità al trapezio superiore. L'aumentata attività globale del trapezio è consistente con il meccanismo compensatorio in rotazione craniale evidenziato dagli studi cinematici, inoltre il maggior aumento

rilevato nel trapezio superiore rispetto a quello inferiore supporta l'ipotesi e l'osservazione clinica che nella dinamica della frozen shoulder alla rotazione craniale vi si associ una precoce e maggior elevazione dell'intero cingolo. Questa osservazione viene confermata anche dal lavoro di Jia e coll. (2008) in cui si registra nei pazienti con capsulite adesiva una prevalenza del 94.7% di "shoulder shrug sign", cioè dell'inabilità di sollevare il braccio a 90° di abduzione senza elevare l'intero cingolo scapolare. In particolare tale segno clinico si vede essere associato nei pazienti ad una generale perdita di ROM e debolezza muscolare in abduzione e rotazione esterna.

La ridotta performance muscolare in rotazione esterna, particolarmente ad alta velocità, è tra i risultati riportati anche nello studio di Lin HC et al. (2009). Altro significativo riscontro dello stesso studio è che la forza muscolare della spalla affetta in RI risulta alterata solo nel test isometrico. Secondo tali autori l'incapacità di generare forza può essere il risultato del limitato movimento della spalla dato dalla patologia ma potrebbe anche esserne concausa. La natura non-prospettica degli studi in questione non permette di stabilire un nesso causa-effetto tra forza e limitazioni del ROM. Certo è che indipendentemente da quale che sia la causa scatenante entrambe le componenti concorrono nel limitare la funzionalità globale della spalla.

Anche il gruppo di Sook e coll. si è occupato di indagare la funzione muscolare nei soggetti affetti da frozen shoulder. Dagli studi di questi autori (2012 – 2013) si evince che i soggetti con capsulite adesiva presentano significativa riduzione del ROM e della forza, in termini di MVC, in tutte le direzioni indagate. Vengono inoltre riscontrate ridotta capacità di lavoro isometrico durante contrazioni sub-massimali, minor tempo di resistenza e più rapida affaticabilità nei muscoli trapezio e deltoide dell'arto affetto. Tali risultati sostengono l'idea che alla patologia della frozen shoulder si associ una perdita di forza imputabile ad una ipotrofia da non-uso. Tale osservazione era già stata fatta da DePalma particolarmente a carico di deltoide, sovra- e sotto-spinato (23).

La FS può dunque influenzare in maniera importante la qualità della vita dei pazienti, aROM e pROM sono limitati per lunghi periodi di tempo, da mesi a diversi anni; il limitato utilizzo dell'intero cingolo scapolare e della sua muscolatura può portare ad ipotrofia e conseguente debolezza muscolare. Il dolore inoltre può compromettere ulteriormente la funzione motoria.

Altro aspetto caratterizzante la frozen shoulder è infatti quello del dolore. È stato dimostrato che il dolore indotto sperimentalmente riduce il reclutamento di unità motorie durante la contrazione isometrica sub-massimale nei soggetti sani (58). Il dolore muscolare influenza inoltre il controllo motorio attraverso numerosi riflessi e meccanismi centrali, questo potrebbe ulteriormente spiegare perché i pazienti con FS esprimono minor forza nell'arto affetto rispetto a quello non-

affetto. Quando il dolore diminuisce i pazienti sono infatti in grado di produrre maggior forza e progressivamente usare l'arto affetto nelle attività della vita quotidiana. Il ragionamento sulle possibili implicazioni dei meccanismi del dolore nella frozen shoulder è un tema di straordinario interesse ma di così vasta portata che va al di là dei propositi del presente lavoro.

La progressiva perdita di movimento in elevazione e rotazione esterna è uno dei tratti generalmente distintivi della frozen shoulder, pertanto Cyriax aveva avanzato il concetto di "capsular pattern" secondo cui, essendo la restrizione dipendente da un progressivo irrigidimento capsulare, la rotazione esterna sarebbe risultata il movimento più limitato, seguito dall'abduzione e dalla rotazione interna. I risultati dello studio di Rundquist e Ludewig (2004) sono però in disaccordo con tale teoria. Nel loro lavoro il pattern osservato più frequentemente tra i pazienti con capsulite adesiva è quello che vede la rotazione interna come movimento maggiormente limitato, seguito da abduzione e rotazione esterna nell'ordine. Inoltre tale presentazione non è univoca per tutti i soggetti ma ve ne sono diverse altre. In uno studio precedente lo stesso Rundquist (2003) aveva già verificato l'inconsistenza del "capsular pattern" proposto da Cyriax ottenendo come risultati delle analisi cinematiche una rotazione esterna a 90° di abduzione significativamente maggiore che ad arto addotto, ed una rotazione interna ad arto addotto significativamente maggiore che a 90° di abduzione. Tali risultati suggeriscono che siano specifiche strutture e porzioni capsulari differenti a limitare il movimento nella frozen shoulder. A braccio addotto la maggior limitazione in RE potrebbe essere principalmente imputabile al legamento coraco-omeroale (CHL) e gleno-omeroale superiore (SGHL); mentre a braccio addotto la limitazione in RI potrebbe essere dovuta all'irrigidimento della capsula posteriore, in particolare alla banda posteriore del legamento gleno-omeroale inferiore (IGHL). Tutte queste considerazioni possono farci supporre che esistano diversi sottogruppi di pazienti caratterizzati da rigidità di porzioni capsulari simili e quindi recanti presentazioni cliniche con simili capsular pattern. In alternativa dovrebbe esser presa in considerazione l'ipotesi che un pattern capsulare non esista del tutto. Sebbene nella frozen shoulder la capsula venga ritenuta la principale fonte di restrizione del movimento, negli studi considerati ne manca una misura diretta; l'analisi del ROM ne è infatti solamente una stima indiretta. Una misura diretta della rigidità viene effettuata nello studio di Lin et al. (2006) da cui risulta che la rigidità posteriore di spalla induce un aumentato delle traslazioni antero-superiori della testa omerale mentre la rigidità delle strutture anteriori implica aumentata rotazione craniale e ridotto tilt posteriore della scapola. Le alterazioni dovute alla rigidità dei tessuti molli, soprattutto quelli posteriori, pongono la testa omerale in posizione più vicina alla

superficie acromiale aumentando di fatto il rischio di impingement secondario, degenerazione e lesioni di cuffia. Dunque le restrizioni dei tessuti molli, compreso quello muscolare, potrebbero influenzare l'artrocinematica di spalla ed il decorso della patologia.

Nell'ambito delle disfunzioni neuromuscolari anche lo sviluppo dei Trigger Points può concorrere alla genesi ed al mantenimento della capsulite adesiva. Non si riscontrano in letteratura studi di elevata qualità metodologica che indagano l'associazione tra TrPs e frozen shoulder ma il lavoro di Jankovic et al. (2006) presenta una serie di casi clinici in cui il blocco selettivo del nervo sottoscapolare con infiltrazione del trigger point del muscolo sottoscapolare risulta efficace nell'eliminare il dolore di spalla di varia origine tra cui la capsulite adesiva. L'eccellente risultato di questa tecnica potrebbe indicare l'importanza che riveste il muscolo sottoscapolare nella patologia e come l'inattivazione del suo trigger point possa portare immediato beneficio. I pazienti dello studio mostrano significativa riduzione del dolore nella spalla affetta 24-48 ore dopo l'infiltrazione. Questo gli permette di sottoporsi celermente ad un programma fisioterapico per il recupero degli impairments. Anche Clewley et al. (2014) nel loro case study sottolineano il ruolo potenziale che i TrPs ed il loro trattamento possono recitare nella patologia della frozen shoulder. I rapidi miglioramenti che si osservano in entrambi gli studi dopo trattamento con infiltrazione o dry needling suggeriscono che i muscoli del cingolo scapolare possono essere una significativa fonte di dolore e che l'inattivazione dei loro trigger points possa essere una efficace tecnica riabilitativa pur non essendo sostenuta attualmente da sufficienti prove di evidenza in letteratura. Il dolore miofasciale e le conseguenze sulla cinematica scapolare e sui pattern di attivazione muscolare sono menzionate ancora troppo raramente nel dolore di spalla (59); in realtà questo potrebbe aiutare a spiegare il meccanismo che sta alla base delle disfunzioni di movimento nei soggetti con frozen shoulder con un'importante ricaduta per ciò che concerne anche il trattamento riabilitativo.

CONCLUSIONI

Dalla letteratura revisionata si evince che vi è sostanziale accordo tra tutti gli autori nell'affermare che la patologia della frozen shoulder comporta una riduzione del ROM disponibile in tutte le direzioni di movimento. La capsulite adesiva induce inoltre significative variazioni nella cinematica scapolare. Durante l'elevazione la rotazione craniale risulta essere aumentata e tale modificazione è interpretabile come meccanismo compensatorio della ridotta articularità gleno-omeroale.

Il tilt posteriore risulta invece generalmente diminuito anche se in alcuni studi questa tendenza non è confermata. Il movimento di rotazione interna – esterna della scapola è quello che riscontra minor consistenza di risultati sia nei pazienti con frozen shoulder, sia nella popolazione generale. Al coinvolgimento dell'articolazione scapolo-toracica si associa anche quello dell'articolazione acromion-clavicolare, anch'essa spesso sintomatica nei pazienti con capsulite adesiva. Sintomatologia che si risolve nella quasi totalità dei casi in concomitanza con la risoluzione della frozen shoulder ed il ripristino dell'articularità gleno-omeroale.

I movimenti del rachide partecipano alla cinematica del cingolo scapolare e nella frozen shoulder assumono anch'essi significato compensatorio.

Nei pazienti anche l'attività muscolare risulta alterata, i riscontri più comuni comprendono maggior attivazione del trapezio, soprattutto della porzione superiore che comporta un'esagerata elevazione del cingolo, "shoulder shrug sign"; diminuzione della forza espressa, particolarmente in RE e abduzione; diminuita capacità di lavoro isometrico; diminuito tempo di resistenza e rapida affaticabilità. La ridotta performance muscolare è probabilmente dovuta nelle prime fasi all'inibizione indotta dal dolore e successivamente da una ipotrofia da non-uso.

Le restrizioni del movimento non seguono un pre-determinato "capsular pattern" ma sono più verosimilmente imputabili alla stiffness di specifiche strutture e differenti porzioni capsulari variabili da soggetto a soggetto. Oltre all'elevazione la RI in posizione di abduzione a 90° e la RE a braccio addotto sono le direzioni di movimento più comunemente limitate.

Anche i trigger points sembrano giocare un ruolo importante nella genesi e nel mantenimento di dolore e disfunzioni all'interno della frozen shoulder. In alcuni casi la loro inibizione porta significativo miglioramento nelle 24-48 ore successive ma sono necessari ulteriori approfondimenti per confermare tali osservazioni.

LIMITI E SVILUPPI FUTURI

I limiti metodologici del presente lavoro sono la mancanza di un'analisi quantitativa degli studi revisionati e l'uso di un unico motore di ricerca, PubMed. Inoltre molti dei lavori selezionati differiscono per quanto riguarda i criteri d'inclusione nel reclutamento dei pazienti riflettendo la mancanza di accordo presente nella comunità scientifica riguardo alla definizione di frozen shoulder. La numerosità campionaria dei lavori risulta essere piuttosto bassa anche per la relativa rara frequenza della malattia. In virtù di questo anche la potenza statistica dei test effettuati risulta limitata.

Per quanto riguarda gli studi di cinematica una loro diretta comparazione potrebbe dare risultati fuorvianti date le differenze demografiche dei campioni. Inoltre gli artefatti dovuti allo scorrimento cutaneo, la variabilità della posizione di partenza, i diversi piani di movimento utilizzati, i differenti angoli articolari selezionati per le rilevazioni e la diversa natura dei compiti analizzati complicano ulteriormente il confronto tra gli studi. Di notevole importanza clinica risulta il fatto che tutti gli articoli riportano esclusivamente l'analisi del movimento di elevazione in andata e non durante il ritorno, dove solitamente si notano le maggiori disfunzioni scapolari.

Per quanto riguarda le indagini sui tessuti molli vi è sicuramente una carenza di dati in letteratura relativamente alla frozen shoulder se comparata ad altre patologie di spalla come l'impingement. La qualità metodologica degli studi disponibili risulta inoltre bassa, ulteriori ricerche in questi ambiti sono dunque necessarie.

Nel futuro gli studi oltre potrebbero indagare anche il movimento di ritorno dall'elevazione, il comportamento del rachide cervicale, dell'arto superiore in toto con particolare attenzione alla RE omerale, dell'articolazione sterno claveare e la precisa attivazione muscolare al fine di meglio comprendere le dinamiche soggiacenti alla frozen shoulder. Inoltre discriminare le diverse fonti di rigidità, muscolare o capsulare, potrebbe essere una sfida molto interessante per la ricerca.

I risultati ottenuti in singoli casi sull'analisi e trattamento dei TrPs sono incoraggianti e potrebbero essere meglio indagati tramite uno studio randomizzato controllato.

KEY POINTS

- Nella frozen shoulder si riscontra una riduzione del ROM disponibile in elevazione. RE a braccio addotto e RI a 90° di abduzione sono le altre direzioni di movimento più comunemente limitate ma non esiste un predeterminato capsular pattern.
- La cinematica scapolare risulta alterata. Nei pazienti è osservabile un movimento compensatorio in Rotazione Craniale che si accompagna però ad un minor Tilt Posteriore. RI e RE scapolari sono ancora molto dibattute in letteratura. Spesso si associa esagerata elevazione dell'intero cingolo, "shoulder shrug sign", durante l'abduzione.
- L'ipomobilità gleno-omeroale determina una maggiore sollecitazione a livello dell'ACJ che presenta concomitante sintomatologia. La disfunzione acromio-claveare si risolve nella quasi totalità dei casi insieme al ripristino della mobilità gleno-omeroale.
- Anche il tronco partecipa alla cinematica del cingolo scapolare ed in presenza di frozen shoulder le variazioni di movimento del rachide toracico assumono valenza compensatoria.
- La performance muscolare appare modificata: il trapezio mostra aumentati livelli di attivazione, soprattutto a carico della porzione superiore, mentre si riscontrano deficit di forza in RE e abduzione. Inoltre trapezio e deltoide mostrano diminuita capacità di lavoro isometrico, minor resistenza e rapida affaticabilità.
- I TrPs sembrano essere un possibile meccanismo responsabile del dolore e delle disfunzioni presenti nella frozen shoulder il cui trattamento pare dare interessanti e rapidi benefici. Ulteriori approfondimenti sono necessari.

BIBLIOGRAFIA

1. Codman E. Ruptures of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. In: The shoulder. 1934. p. 216–24.

2. Lundberg BJ. The Frozen Shoulder: Clinical and Radiographical Observations the Effect of Manipulation Under General Anesthesia Structure and Glycosaminoglycan Content of the Joint Capsule Local Bone Metabolism [Internet]. Acta Orthopaedica Scandinavica. Taylor & Francis; 2014 [cited 2016 Apr 16]. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/ort.1969.40.suppl-119.01>

3. Zuckerman JD, Rokito A. Frozen shoulder: a consensus definition. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. 2011 Mar [cited 2016 Mar 18];20(2):322–5. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105827461000282X>

4. Raynor MB, Kuhn JE. Utility of features of the patient's history in the diagnosis of atraumatic shoulder pain: a systematic review. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. 2015 Dec 17 [cited 2016 Jan 16];25(4):688–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26711472>

5. Li W, Lu N, Xu H, Wang H, Huang J. Case control study of risk factors for frozen shoulder in China. Int J Rheum Dis [Internet]. 2015 Jun [cited 2016 May 10];18(5):508–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24438046>

6. Milgrom C, Novack V, Weil Y, Jaber S, Radeva-Petrova DR, Finestone A. Risk factors for idiopathic frozen shoulder. Isr Med Assoc J [Internet]. 2008 May [cited 2016 May 11];10(5):361–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18605360>

7. Maund E, Craig D, Suekarran S, Neilson AR, Wright K, Brealey S, et al. Management of frozen shoulder: A systematic review and cost-effectiveness analysis. Health Technol Assess (Rockv). 2012;16(11).

8. van der Windt DA, Koes BW, de Jong BA, Bouter LM. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management. Ann Rheum Dis. 1995;54(12):959–64.

9. Bunker T. (ii) Frozen shoulder. Orthop Trauma [Internet]. Elsevier Ltd; 2011;25(1):11–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mporth.2011.01.007>

10. Wright V, Haq AM. Periarthritis of the shoulder. I. Aetiological considerations with particular reference to personality factors. Ann Rheum Dis [Internet]. 1976;35(3):213–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1006543&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

11. Rizk TE, Pinals RS. Frozen shoulder. *Semin Arthritis Rheum* [Internet]. Elsevier; 1982 May 1 [cited 2016 Apr 15];11(4):440–52. Available from: <http://www.semarthritISRheumatism.com/article/0049017282900300/fulltext>
12. Hand GCR, Athanasou NA, Matthews T, Carr AJ. The pathology of frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2007 Jul 1 [cited 2016 Mar 16];89(7):928–32. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/89-B/7/928>
13. Dias R, Cutts S, Massoud S. Clinical review Frozen shoulder. *Bmj* [Internet]. 2005;331(December):1453–6. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1315655&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
14. Bridgman JF. Periarthritis of the shoulder and diabetes mellitus. *Ann Rheum Dis*. 1972;31(1):69–71.
15. The Prevalence of a Diabetic Condition and Adhesive Capsulitis of the Shoulder [Internet]. [cited 2016 Apr 16]. Available from: <https://webvpn.unige.it/+CSCO+00756767633A2F2F667A6E2E626574++/southern-medical-journal/article/the-prevalence-of-a-diabetic-condition-and-adhesive-capsulitis-of-the-shoulder/>
16. Anton HA. Frozen shoulder. [Internet]. Vol. 39, *Canadian Family Physician*. 1993. p. 1773–8. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0027650546&partnerID=tZOtx3y1>
17. Robinson CM, Seah KTM, Chee YH, Hindle P, Murray IR. Frozen shoulder. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2012 Jan 1 [cited 2016 Apr 15];94(1):1–9. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/94-B/1/1>
18. Hand C, Clipsham K, Rees JL, Carr AJ. Long-term outcome of frozen shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* [Internet]. 2008 Jan [cited 2016 Apr 16];17(2):231–6. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1058274607004867>
19. Grey RG. The natural history of “idiopathic” frozen shoulder. *J Bone Jt Surg - Ser A* [Internet]. 1978;60(4):564. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0018148940&partnerID=tZOtx3y1>
20. HAZLEMAN BL. THE PAINFUL STIFF SHOULDER. *Rheumatology* [Internet]. 1972 [cited 2016 Apr 16];11(8):413–21. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0015429122&partnerID=tZOtx3y1>
21. Binder AI, Bulgen DY, Hazleman BL, Roberts S. Frozen shoulder: a long-term prospective study. *Ann Rheum Dis* [Internet]. 1984 Jun 1 [cited 2016 Apr 16];43(3):361–4. Available from: <http://ard.bmj.com/content/43/3/361>

22. Shaffer B, Tibone JE, Kerlan RK. Frozen shoulder. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. The American Orthopedic Association; 1992 Jun 1 [cited 2016 Mar 30];74(5):738–46. Available from: <http://jbjs.org/content/74/5/738.abstract>
23. DEPALMA AF. Loss of scapulohumeral motion (frozen shoulder). *Ann Surg* [Internet]. 1952 Feb [cited 2016 Feb 16];135(2):193–204. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1802301&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
24. Neer CS, Satterlee CC, Dalsey RM, Flatow EL. The anatomy and potential effects of contracture of the coracohumeral ligament. *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 1992;(280):182–5. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0026727642&partnerID=tZ0tx3y1>
25. Nevasier JS. Adhesive capsulitis of the shoulder. A study of the pathological findings in periarthrititis of the shoulder. *J Bone Jt Surg* [Internet]. 1945;27:21–2. Available from: <http://jbjs.org/article.aspx?articleid=10153\papers3://publication/uuid/8B1AA4B9-A155-4616-90DE-13CA642CDCAB>
26. Ozaki J, Nakagawa Y, Sakurai G, Tamai S. Recalcitrant chronic adhesive capsulitis of the shoulder. Role of contracture of the coracohumeral ligament and rotator interval in pathogenesis and treatment. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. The American Orthopedic Association; 1989 Dec 1 [cited 2016 May 10];71(10):1511–5. Available from: <http://jbjs.org/content/71/10/1511.abstract>
27. Gerber C, Werner CML, Macy JC, Jacob HAC, Nyffeler RW. Effect of selective capsulorrhaphy on the passive range of motion of the glenohumeral joint. *J Bone Jt Surg - Ser A* [Internet]. 2003;85(1):48–55. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0037267724&partnerID=tZ0tx3y1>
28. Harryman DT, Sidles JA, Harris SL, Matsen FA. The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. The American Orthopedic Association; 1992 Jan 1 [cited 2016 Apr 16];74(1):53–66. Available from: <http://jbjs.org/content/74/1/53.abstract>
29. Emig E. Adhesive Shoulder: Capsulitis MR Diagnosis of the. North.
30. Tamai K, Yamato M. Abnormal synovium in the frozen shoulder: A preliminary report with dynamic magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 1997 Nov [cited 2016 Apr 27];6(6):534–43. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1058274697900860>
31. Omari A, Bunker TD. Open surgical release for frozen shoulder: surgical findings and results of the release. *J Shoulder Elbow Surg* [Internet]. 2001 Jan [cited 2016 May 6];10(4):353–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1058274601219806>
32. Jost B, Koch PP, Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *J Shoulder Elbow*

Surg [Internet]. Elsevier; 2000 Jan 1 [cited 2016 Apr 17];9(4):336–41. Available from: <http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058274600213360/fulltext>

33. Wu CH, Chen WS, Wang TG. Elasticity of the Coracohumeral Ligament in Patients with Adhesive Capsulitis of the Shoulder. Radiology [Internet]. 2015;000(0):150888. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26323030>
34. Mengiardi B, Pfirrmann CWA, Gerber C, Hodler J, Zanetti M. Frozen shoulder: MR arthrographic findings. Radiology [Internet]. Radiological Society of North America; 2004 Nov 1 [cited 2016 Apr 17];233(2):486–92. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiol.2332031219>
35. Bunker TD, Reilly J, Baird KS, Hamblen DL. Expression of growth factors, cytokines and matrix metalloproteinases in frozen shoulder. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 2000 Jul [cited 2016 May 7];82(5):768–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10963182>
36. Rodeo SA, Hannafin JA, Tom J, Warren RF, Wickiewicz TL. Immunolocalization of cytokines and their receptors in adhesive capsulitis of the shoulder. J Orthop Res [Internet]. 1997 May [cited 2016 May 7];15(3):427–36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9246090>
37. Hutchinson JW, Tierney GM, Parsons SL, Davis TR. Dupuytren's disease and frozen shoulder induced by treatment with a matrix metalloproteinase inhibitor. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 1998 Sep [cited 2016 May 7];80(5):907–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9768907>
38. Uthoff HK, Boileau P. Primary Frozen Shoulder. Clin Orthop Relat Res [Internet]. 2007;456(000):79–84. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003086-200703000-00015>
39. Hagiwara Y, Ando A, Onoda Y, Takemura T, Minowa T, Hanagata N, et al. Coexistence of fibrotic and chondrogenic process in the capsule of idiopathic frozen shoulders. Osteoarthritis Cartilage [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;20(3):241–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2011.12.008>
40. Sung C-M, Jung TS, Park H Bin. Are serum lipids involved in primary frozen shoulder? A case-control study. J Bone Joint Surg Am [Internet]. 2014 Nov 5 [cited 2016 Apr 20];96(21):1828–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25378511>
41. Bunker T, Esler C. Frozen shoulder and lipids. J Bone Jt Surg Br [Internet]. 1995;77-B(5):684–6. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/77-B/5/684.full-text.pdf+html>
42. Smith SP, Devaraj VS, Bunker TD. The association between frozen shoulder and Dupuytren's disease. J Shoulder Elb Surg [Internet]. Elsevier; 2001 Mar 1 [cited 2016 May 6];10(2):149–51. Available from: <http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058274601674366/fulltext>
43. Cakir M, Samanci N, Balci N, Balci MK. Musculoskeletal manifestations in patients with thyroid

disease. Clin Endocrinol (Oxf) [Internet]. 2003 Aug [cited 2016 Apr 24];59(2):162–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12864792>

44. Hakim AJ, Cherkas LF, Spector TD, MacGregor AJ. Genetic associations between frozen shoulder and tennis elbow: A female twin study. Rheumatology [Internet]. 2003;42(6):739–42. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0141504420&partnerID=tZ0tx3y1>
45. BONNICI A, BIRJANDI F, SPENCER J, FOX S, BERRY A. Chromosomal abnormalities in Dupuytren's contracture and carpal tunnel syndrome. J Hand Surg J Br Soc Surg Hand [Internet]. 1992 Jun [cited 2016 Apr 23];17(3):349–55. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0266768192901280>
46. Müller LP, Müller LA, Happ J, Kerschbaumer F. Frozen shoulder: a sympathetic dystrophy? Arch Orthop Trauma Surg [Internet]. 2000 Jan [cited 2016 Apr 20];120(1-2):84–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10653111>
47. Müller LP, Rittmeister M, John J, Happ J, Kerschbaumer F. Frozen shoulder--an algoneurodystrophic process? Acta Orthop Belg [Internet]. 1998 Dec [cited 2016 Apr 20];64(4):434–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9922549>
48. Lin HT, Hsu AT, An KN, Chang Chien J, Kuan TS, Chang GL. Reliability of stiffness measured in glenohumeral joint and its application to assess the effect of end-range mobilization in subjects with adhesive capsulitis. Man Ther. 2008;13(4):307–16.
49. Sökk J, Gapeyeva H, Erelne J, Kolts I, Pääsuke M. Shoulder muscle strength and fatigability in patients with frozen shoulder syndrome: the effect of 4-week individualized rehabilitation. Electromyogr Clin Neurophysiol [Internet]. 2007 Jul [cited 2016 Jun 5];47(4-5):205–13. Available from: <http://europepmc.org/abstract/med/17711038>
50. McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. Elsevier; 2001 Jan 1 [cited 2016 Jun 2];10(3):269–77. Available from: <http://www.jshoulderelbow.org/article/S1058274601106178/fulltext>
51. Braman JP, Engel SC, Laprade RF, Ludewig PM. In vivo assessment of scapulohumeral rhythm during unconstrained overhead reaching in asymptomatic subjects. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. 2009 Jan [cited 2016 Jun 2];18(6):960–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1058274609001165>
52. Borstad JD, Ludewig PM. Comparison of scapular kinematics between elevation and lowering of the arm in the scapular plane. Clin Biomech [Internet]. 2002 Nov [cited 2016 Jun 2];17(9-10):650–9. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003302001365>
53. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and

passive arm elevation. Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]. 2005 Aug [cited 2016 Jun 2];20(7):700–9. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026800330500077X>

54. Ludewig PM, Behrens SA, Meyer SM, Spoden SM, Wilson LA. Three-dimensional clavicular motion during arm elevation: reliability and descriptive data. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. JOSPT, Inc. JOSPT, 1033 North Fairfax Street, Suite 304, Alexandria, VA 22134-1540; 2004 Mar 1 [cited 2016 Jun 2];34(3):140–9. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2004.34.3.140>
55. Teece RM, Lunden JB, Lloyd AS, Kaiser AP, Cieminski CJ, Ludewig PM. Three-dimensional acromioclavicular joint motions during elevation of the arm. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. JOSPT, Inc. JOSPT, 1033 North Fairfax Street, Suite 304, Alexandria, VA 22134-1540; 2008 Apr 1 [cited 2016 Jun 2];38(4):181–90. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2008.2386>
56. Kebaetse M, McClure P, Pratt NA. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 1999 Aug [cited 2016 Apr 12];80(8):945–50. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999399900886>
57. Finley MA, Lee RY. Effect of sitting posture on 3-dimensional scapular kinematics measured by skin-mounted electromagnetic tracking sensors. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2003 Apr [cited 2016 Jun 2];84(4):563–8. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999302049055>
58. Farina D, Arendt-Nielsen L, Merletti R, Graven-Nielsen T. Effect of experimental muscle pain on motor unit firing rate and conduction velocity. J Neurophysiol [Internet]. 2004 Mar [cited 2016 Jun 5];91(3):1250–9. Available from: <http://jn.physiology.org/content/91/3/1250.abstract>
59. Bron C, de Gast A, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp R a B. Treatment of myofascial trigger points in patients with chronic shoulder pain: a randomized, controlled trial. BMC Med [Internet]. BioMed Central Ltd; 2011;9(1):8. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/9/8>