

L'articolazione sterno-clavicolare: anatomia, biomeccanica, aspetti clinici e note di terapia manuale

The sterno-clavicular joint: anatomy, biomechanic, clinical features and aspects of manual therapy

G. Frosi¹, A. Sulli², M. Testa¹, M. Cutolo²

¹Formazione Avanzata in Terapia Manuale, Polo Universitario Savonese,

²Divisione di Reumatologia, Dipartimento di Medicina Interna; Università degli Studi di Genova

SUMMARY

The sterno-clavicular joint covers one remarkable importance in the complex of the shoulder girdle. This review investigates the anatomy, biomechanics, main affections and involvement of this joint in the pathological processes of the shoulder girdle in its complex. Moreover, it focuses on the opportunities offered from the conservative treatment, using in particular the manual therapy. Active and passive, as well as against isometric resistance movements, are discussed. In particular, the passive mobilization is demonstrated effective in the restoration of joint mobility. The sterno-clavicular joint is not structured in order to complete great work loads and has the tendency to become hypermotile or unstable, if subordinate to overload works, becoming painful. In this case, the techniques of passive mobilization and of modulation of the pain turn out effective.

Reumatismo, 2004; 56(2):82-88

INTRODUZIONE

L'articolazione sterno-clavicolare (ASC), o sterno-costo-clavicolare, riveste una notevole importanza nel complesso del cingolo scapolare: la sua funzione è direttamente collegata a quella delle altre articolazioni del cingolo durante i movimenti della spalla. Nonostante questo suo ruolo fondamentale, la ASC è poco considerata in letteratura, tanto che alcuni autori la definiscono "l'articolazione dimenticata".

Scopo di questa review è quello di indagare sull'anatomia, sulla biomeccanica, sulle principali affezioni e sul coinvolgimento di questa articolazione nei processi patologici del cingolo scapolare nel suo complesso e di focalizzare l'attenzione sulle opportunità offerte dal trattamento conservativo, utilizzando in particolare la terapia manuale.

ANATOMIA FUNZIONALE

L'ASC (Fig. 1) si stabilisce tra l'estremità mediale della clavicola, il manubrio dello sterno e la prima cartilagine costale e può essere considerata un'articolazione doppia, per la presenza di un disco articolare completo. La maggior parte degli autori la classifica tra le articolazioni a sella (1-5), mentre alcuni la considerano funzionalmente una enartrosi (6-9).

La porzione mediale della clavicola è ricoperta da uno strato di fibrocartilagine (in piccola parte da

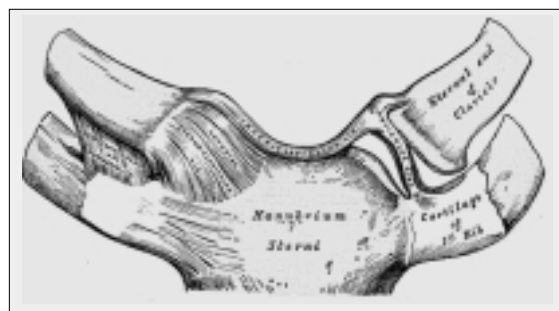


Figura 1 - L'articolazione sternoclavicolare (da Gray's Anatomy 1918, modificata)

Indirizzo per la corrispondenza:

Dott. Alberto Sulli

Divisione di Reumatologia

Dipartimento di Medicina Interna e Specialità Mediche

Università degli Studi di Genova

Viale Benedetto XV 6, 16132 Genova

E-mail: albertosulli@unige.it

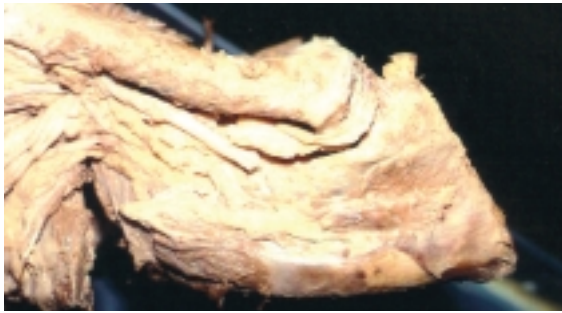


Figura 2 - Fotografia eseguita su cadavere, che mostra i rapporti articolari tra clavicola e disco e tra disco e manubrio dello sterno. Si noti, nella porzione inferiore dell'estremità sternale della clavicola, la prominenza detta "conus".

cartilagine ialina), che si estende sulla superficie ventrale e caudale, più spesso rispetto a quello presente sulla superficie sternale (3-4). Il bordo craniale e dorsale dell'estremità sternale della clavicola, a forma di mezzaluna, è invece occupato dalla zona di inserzione del disco articolare. Il bordo antero-inferiore della superficie articolare ha una forma quasi conica, con un raggio di curvatura molto più piccolo, detto *conus* (Fig. 2) (10-12). La concordanza tra le due superfici articolari viene stabilita da un disco articolare fibrocartilagineo, completo nel 70-97% degli individui, a seconda delle casistiche (Fig. 3) (3, 9, 10). Esso si fissa con tutto il suo contorno alla capsula fibrosa dell'articolazione e si unisce in basso anche alla prima cartilagine costale (1). Il tessuto sinoviale è duplice, con un manicotto per ciascuna metà della cavità articolare (1). Il disco risulta vascolarizzato, ma non nella porzione centrale (13).

La cartilagine articolare, come il disco, è generalmente di tipo fibroso, ma in alcune parti dell'articolazione ha un aspetto più rassomigliante a quello della cartilagine ialina. In particolare ciò avviene per la porzione antero-inferiore della superficie clavicolare, per la parte laterale (costoclavicolare) del disco e per la superficie articolare costale (10). L'osservazione che questa articolazione, piuttosto piccola in quanto a dimensioni, contiene un'elevata quantità di cartilagine articolare, permette di concludere che la composizione in gran parte fibrosa, e quindi vascolarizzata, della cartilagine potrebbe costituire una risposta al fabbisogno nutritivo articolare. In effetti la cartilagine ialina dipende interamente dal liquido sinoviale per il suo nutrimento ed un tessuto sinoviale piuttosto esiguo rispetto all'ammontare di cartilagine presente, difficilmente potrebbe far fronte ad una produzione di liquido

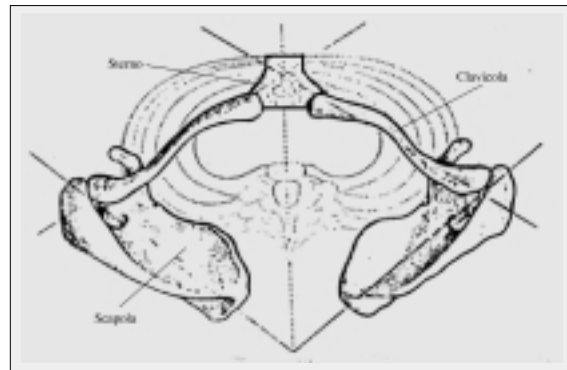


Figura 3 - Normale posizionamento delle clavicole e rapporti con lo sterno e la scapola (piano trasverso) (da Fick R. 1911, modificata).

sufficiente (10). Tali osservazioni sembrano avere una certa rilevanza per quanto riguarda la funzione di questa articolazione e portano a conclusioni interessanti che verranno discusse in seguito.

Le strutture legamentose e la capsula provvedono alla stabilità articolare (1, 3, 7, 14) (Fig. 1). La capsula articolare possiede uno strato fibroso particolarmente ispessito in avanti ed in alto, che forma il robusto *legamento sterno-clavicolare anteriore* (14). Esso si tende quando l'estremità laterale della clavicola subisce una depressione, contribuendo pertanto alla stabilità articolare (14). Ciò avviene anche per il *legamento sterno-clavicolare posteriore*, che rinforza la capsula posteriormente e sembra essere il più forte stabilizzatore dell'articolazione nella depressione dell'estremità laterale della clavicola (14). Il *legamento costo-clavicolare* occupa l'angolo formato dalla clavicola e dalla 1° costa; si divide in due differenti fascicoli: anteriore, che è diretto craniolateralmente e posteriore, orientato in direzione craniomediale (15). Il primo resiste a spostamenti laterali della clavicola sulla gabbia toracica, mentre il secondo previene l'eccesso di dislocazione mediale della stessa (16-18). Bearn li definisce "principali fattori limitanti" nella elevazione passiva della clavicola ed importanti nella limitazione dei movimenti di protrazione (spostamento della clavicola in direzione ventrale) e retrazione (spostamento in direzione dorsale) (14).

BIOMECCANICA DELL'ARTICOLAZIONE STERNO-CLAVICOLARE

Per far luce sulla complessa meccanica dell'ASC, occorre anzitutto osservare che la sua posizione neutra, o di riposo, risulta alquanto variabile non

solo tra i diversi individui, ma persino nello stesso individuo, in momenti diversi (19). Tale posizione neutra non è infatti dipendente tanto dall'apparato capsulo-legamentoso, quanto dal tono dei muscoli che si inseriscono sulla clavicola ed esercitano la loro tensione in senso posteriore e craniale (Fig. 3). Fick ci indica come "posizione di riposo", o "postura normale", quella in cui le clavicole siano deviate di 25-45° in direzione posteriore rispetto al piano frontale, con l'estremità acromiale delle medesime leggermente più elevata rispetto alla linea orizzontale (19).

I movimenti dell'ASC si sviluppano in entrambe le sezioni dell'articolazione: i movimenti di elevazione e depressione avvengono principalmente nella cavità articolare tra la clavicola ed il disco: il loro range è valutato intorno ai 30-35°. La mobilità antero-posteriore (protrazione e retrazione, di circa 35°) e rotatoria sull'asse lungo (approssimativamente 44-50°) sono a carico della sezione discosternale (9). Tuttavia Franceschini ci descrive misure differenti della mobilità dell'ASC: 40-50° di elevazione, 5-10° di depressione, 50-80° di ante-retrposizione (6).

Alcuni autori hanno osservato che l'asse dei vari movimenti non giace a livello articolare, bensì più lateralmente di 2 o 3 centimetri, a livello dell'inserzione costale del legamento costo-clavicolare, area che viene interpretata come vero e proprio perno articolare (6, 18). Di conseguenza le due estremità della clavicola si sposterebbero, durante il movimento, in direzione inversa.

Lo stesso Franceschini ipotizza che le escursioni articolari della clavicola si attuino nella sezione laterale dell'articolazione, quella compresa tra la clavicola ed il disco fibrocartilagineo, essendo poi completati nella sezione mediale, compresa tra il disco e la superficie articolare sternale (6, 19, 20). Barbaix et al. sostengono che la marcata differenza tra le porzioni sternoclavicolare e costoclavicolare del disco, così come la differente composizione della cartilagine articolare costosternale, siano alla base delle differenti funzioni del complesso articolare SC (10). Esisterebbe una "ASC funzionalmente distinta", costituita da cartilagine ialina, formata dal conus clavicolare e dalla porzione costoclavicolare del disco, atta a provvedere ai movimenti di "media articularità", mentre nei movimenti di elevazione e depressione ad ampio raggio entrerebbe in gioco l'intero comparto clavicola-disco (10, 18).

Sempre secondo Barbaix, anche i movimenti di rotazione potrebbero svilupparsi nella sezione la-

terale, più precisamente tra il "conus" clavicolare e la parte laterale del disco (quella tra clavicola e 1^a costa). Ipoteticamente, quindi, in una rotazione anteriore la clavicola eseguirebbe un movimento di rotazione (roll) in direzione ventrale ed uno scivolamento (glide) in direzione dorsale; la rotazione stessa mobilizzerebbe inoltre l'inserzione clavicolare del disco, sollecitandolo a muoversi dorsalmente sulla cartilagine costale con uno scivolamento dorsale. Nel caso della rotazione posteriore si produrrebbe invece un movimento dell'inserzione del disco tale da permettere lo scivolamento ventrale della clavicola sulla 1° costa (10).

Inman riporta che la maggior parte dell'elevazione della clavicola abbia luogo tra i 30° ed i 90° di elevazione del braccio e la sua rotazione tra i 70-80° dello stesso movimento (21). Alcuni autori sostengono che la fusione dell'ASC limiti l'abduzione del braccio a 90° (8, 11).

Magee descrive il comportamento dell'ASC inserendolo nel complesso movimento di elevazione in abduzione del braccio, definito "ritmo scapolomeroale", che si divide in tre fasi: nella prima (primi 30° di movimento) la clavicola esegue un movimento di elevazione di 12-15°, senza rotazione; nella seconda fase (altri 60° di elevazione del braccio) la clavicola si eleva ancora di 30-36°, sempre senza ruotare; nella terza ed ultima fase (ultimi 90°) la clavicola esegue ancora una elevazione di 30-60° ma anche una rotazione posteriore di 50° sul suo asse lungo. Magee conclude che se la clavicola non è in grado di elevarsi e ruotare, il citato movimento, eseguito dalla sola articolazione gleno-omeroale, risulta limitato a 120° (5).

Ancora riguardo alla partecipazione dei movimenti dell'ASC ai movimenti del braccio, Fick riporta che questa articolazione permette al braccio movimenti di abduzione più ampi di quelli sostenuti dalla sola articolazione gleno-omeroale (18). A livello del piano scapolare, ad esempio, sarebbe possibile, grazie all'ASC, un incremento della elevazione di circa 38° e 20° rispetto al movimento eseguito con la sola partecipazione dell'articolazione gleno-omeroale stessa.

Le osservazioni dei vari autori sulla complessa meccanica di questa articolazione ci portano a valutare con attenzione il suo coinvolgimento nella corretta mobilità del cingolo scapolare. Una sua disfunzione, dovuta sia a processi patologici, sia ad una alterata postura, che influenzino il corretto apporto della ASC ai movimenti del cingolo, tanto nei movimenti di "mid-range" che alla fine del ROM

(range of motion), deve quindi essere tenuta in considerazione ogni qual volta ci si accinga ad esaminare una problematica del cingolo scapolare.

ASPETTI CLINICI

Tra le condizioni cliniche che interessano l'ASC occorre annoverare le lesioni (traumatiche e non) in grado di causare instabilità in questa articolazione, come le fratture dell'estremità mediale della clavicola e dello sterno, le sublussazioni e le lussazioni (più gravi nella varietà posteriore, ma più frequenti anteriormente).

Sono note affezioni reumatologiche quali l'osteoartrosi, l'artrite reumatoide, la spondilite anchilosante, le artriti reattive, le artriti settiche (cocchi, brucella, treponema); la malattia di Paget. Inoltre vanno ricordate la malattia di Sonozaky (o iperostosi sternocostoclaveare, caratterizzata da eccessiva ossificazione endostale e periostale dello sterno, delle clavicole e delle prime coste associata ad ossificazione dei tessuti molli circostanti) e la osteomielite cronica ricorrente multifocale (CRMO). Queste ultime vengono attualmente considerate quali entità facenti parte della sindrome SAPHO (sinovite, acne, pustolosi, iperostosi, osteomielite) (10, 23). Completano poi il quadro la sindrome di Tietze (patologia dolorosa che induce tumefazione dell'ASC e delle adiacenti articolazioni sternocondrali), la sindrome di Friedrich (osteonecrosi dell'epifisi distale della clavicola, a patogenesi sconosciuta) e l'osteite condensante della clavicola, una rara malattia idiopatica conosciuta anche come osteosclerosi asettica allargata della clavicola che colpisce più frequentemente le donne di mezza età e si manifesta con gonfiore ed aumento della sensibilità del terzo medio della clavicola (22) (Tab. I).

Non è argomento di questa "review" la descrizione particolareggiata delle affezioni sopra citate, per le quali il lettore può documentarsi altrove; alcuni cenni riguardanti le affezioni traumatiche (sublussazioni e lussazioni), di maggiore interesse per il terapeuta manuale, così come il ruolo del medesimo, saranno trattati di seguito.

Ciò che appare invece molto pertinente è il fatto di indagare sulle possibilità che l'ASC possa irradiare dolore ad aree circostanti e/o distanti: ciò può costituire una fonte di possibili errori diagnostici o di inadeguata investigazione da parte del clinico.

Hassett e Barnsley, per studiare in vivo in quali zone possa riferirsi il dolore dell'ASC, hanno iniettato nell'articolazione stessa una soluzione salina

Tabella I - Possibili affezioni dell'articolazione sterno-clavicolare.

AFFEZIONI REUMATOLOGICHE E/O SISTEMICHE	Osteoartrosi Artrite reumatoide Spondilite anchilosante Artrite reattiva Artrite settica Sindrome SAPHO Paget osseo Malattia di Sonozaky Osteomielite cronica ricorrente multifocale (CRMO) Sindrome di Tietze Sindrome di Friedrich
	Fratture epifisi prossimale clavicola Fratture sterno Sublussazioni Lussazioni anteriori Lussazioni posteriori

ipertonica in un gruppo di soggetti volontari sani, descrivendo poi quadri sorprendentemente differenti di dolore riferito (24). I soggetti hanno descritto la qualità e la localizzazione del dolore che avevano sperimentato, riportandolo come "profondo" e "sgradevole", localizzato prevalentemente nelle immediate vicinanze della ASC, ma con specifici patterns di dolore riferito. Nella maggior parte dei casi il dolore riferito veniva descritto nella parte anteriore del collo, lungo il muscolo trapezio, lateralmente in corrispondenza della clavicola e della parte anteriore della spalla; in alcuni casi il dolore veniva addirittura riferito alla mandibola o lungo l'arto superiore omolaterale, fino al gomito. Quest'ultimo pattern potrebbe peraltro simulare il dolore causato dall'ischemia miocardica (25-28). È da rimarcare il fatto che nessun volontario aveva riportato dolore in corrispondenza della gabbia toracica. D'altra parte, alcuni processi patologici, come l'artrite settica, che causano una distensione capsulare, oltre che una irritazione sinoviale, potrebbero dare origine ad altri patterns di dolore riferito, come quello localizzato anche alla gabbia toracica (24, 29).

Inoltre va ricordato che l'ASC è in grado di produrre un dolore riferito, simile al dolore riferito che è stato osservato a partenza dalla articolazione acromion-clavicolare: queste strutture generano infatti patterns di dolore riferito sovrapponibili tra i soggetti studiati (30, 31).

La complessa innervazione dell'ASC (radici C3-C6) e gli stretti rapporti che essa contrae con l'ar-

ticolazione acromion-clavicolare, spiegano le notevoli possibilità di irradiazione del dolore causate da un suo coinvolgimento patologico. Queste osservazioni suggeriscono quindi di inserire anche la valutazione dell'ASC nella diagnosi differenziale del dolore riferito dalle strutture sopra citate, che sono di grande interesse per il reumatologo.

LUSSAZIONI DELL'ARTICOLAZIONE STERNO-CLAVICOLARE

L'ASC può essere affetta da lussazioni sia anteriori, sia posteriori (o retrosternali). Si tratta di eventi relativamente infrequenti poiché sono accreditate in misura minore dell'1% della totalità delle lussazioni (32, 33).

Le lussazioni anteriori sono più comuni, poiché il legamento sterno-claveare anteriore è più debole di quello posteriore. Esse possono verificarsi anche in assenza di traumi, specialmente in soggetti giovani adulti (ciò viene attribuito alla maggiore lassità legamentosa presente in questa fascia d'età).

Le lussazioni posteriori, meglio definite retrosternali giacché l'epifisi mediale della clavicola si porta sia posteriormente, sia medialmente, pur essendo meno frequenti sono molto più pericolose a causa della loro minaccia di entrare in conflitto con organi quali trachea, esofago, grandi vasi, plesso brachiale e dotto toracico (Fig. 5).

Le lussazioni (o sublussazioni) atraumatiche o spontanee hanno decorso benigno e non richiedono un trattamento contenitivo, né chirurgico: esse possono giovare di un trattamento conservativo che consiste in terapie analgesiche, calore, esercizi di allungamento dei tessuti della spalla e possono essere seguiti da una educazione del paziente atta ad evitare possibili futuri episodi (12, 34).

Anche il trattamento delle lussazioni anteriori traumatiche è generalmente incruento ed avviene sotto sedazione, seguito da un periodo di immobilizzazione nel quale viene confezionato un bendaggio "ad 8" che si protrae per 4-6 settimane (12, 34, 35, 37, 40).

Per quanto riguarda le lussazioni retrosternali, la maggior parte degli autori opta per una riduzione incruenta, specialmente se entro 24-48 ore dal trauma, lasciando la possibilità di trattamento cruento, con fissazione chirurgica, ai casi in cui la lussazione sia irriducibile o rimanga instabile dopo riduzione incruenta (12, 32, 35, 36, 38, 41, 42).

Alcuni autori riferiscono un'instabilità residua dell'ASC successiva alla riduzione incruenta (12).

IL RUOLO DELLA TERAPIA MANUALE

La Terapia Manuale è la branca della Fisioterapia specializzata nella valutazione, nel trattamento e nella prevenzione dei disturbi del sistema neuromuscoloscheletrico. Il paziente viene sottoposto ad una attenta valutazione funzionale del sistema artromuscolare che fornisce le informazioni necessarie a costruire il piano di trattamento. Questo prevede l'utilizzo di specifiche tecniche di mobilizzazione (spesso costituite da tecniche valutative artrocinematiche manuali modificate) così come di tecniche di modulazione del dolore, di tecniche di stabilizzazione muscolare e di una attenta correzione posturale. L'intervento, inserito in una più generale considerazione dell'impatto biopsicosociale del problema presentato dal paziente, agisce ricercando il miglioramento funzionale sia locale che distrettuale e il superamento delle eventuali disabilità connesse al disordine muscoloscheletrico. Anche se infrequenti, le affezioni che possono riguardare l'ASC, esercitano una certa influenza sulla qualità di vita del paziente, sia per quanto riguarda la distribuzione del dolore, sia per l'impatto che possono generare sulla funzionalità di tutto il cingolo scapolare. Tuttavia, la quantità e la qualità dei lavori prodotti su tale distretto anatomico riguardanti la valutazione e la terapia manuale della ASC risultano assai scarsi. Di seguito viene riportato ciò che di più significativo è reperibile in letteratura, integrato con alcune nostre note preliminari.

La valutazione di base della ASC, dei tessuti molli e dei muscoli ad essa correlati, si esegue facendo compiere al paziente, bilateralmente, i classici movimenti di elevazione-depressione e di protrazione-retrazione, ed osservando attentamente come si comportano le articolazioni riguardo a quantità e qualità del movimento; si annota inoltre se compaiono dolore, crepitio ed anomalie nel funzionamento della muscolatura (5).

Maitland propone uno schema di valutazione e trattamento dell'ASC che si inserisce in un processo valutativo più ampio, che comprende tutte le articolazioni del cingolo scapolare. Oltre alle classiche fasi anamnestica e di osservazione del paziente, cui fanno seguito test funzionali (che hanno lo scopo di individuare le attività che riproducono i sintomi) vengono valutati i movimenti attivi, passivi e contro resistenza isometrica, quindi si passa alla palpazione (51). Maitland inserisce nell'esame anche i movimenti accessori dell'ASC (mobilizzazioni passive, praticate dal Fisioterapista, in cui si induce un movimento di scivolamento all'articolazione,

mantenendo invariato l'asse di rotazione dei movimenti fisiologici). Tali movimenti eseguiti anche a scopo terapeutico si sono dimostrati efficaci nel ripristino della mobilità articolare e vengono eseguiti in direzione cefalica, caudale, in rotazione, in compressione e distrazione (51). Inoltre lo stesso Autore osserva che questa articolazione non è strutturata per compiere grandi quantità di lavoro ed ha la tendenza a divenire ipermobile od instabile, specialmente se sottoposta a sovraccarico funzionale, e quindi a diventare sintomatica. In questo caso può essere utile un programma di rinforzo della muscolatura stabilizzatrice dell'articolazione, mentre nel caso di restrizione del ROM risultano efficaci le tecniche di mobilizzazione passiva, già descritte come test, (movimenti accessori) e di modulazione del dolore (tecniche vibratorie, in accordo con la teoria del "gate control" di Melzack e Wall) (52). Schneider e Dvorak ci descrivono una manovra di mobilizzazione senza impulso in direzione dorsale (o caudale), indicata come test di mobilità (riduzione dei movimenti di traslazione dorsale o caudale, con arresto "duro") e come test muscolare (possibile accorciamento dei muscoli scaleni e/o

dello sternocleidomastoideo): il concetto terapeutico è il ripristino della mobilità tramite la stessa manovra (50).

CONCLUSIONI

La revisione della letteratura ha mostrato una carenza di informazioni riguardanti il grado di coinvolgimento dell'articolazione sterno-clavicolare e sulle metodiche di ripristino della normale funzione dell'intero cingolo scapolare dopo una lesione. Il risultato della ricerca sulla rilevanza del trattamento riabilitativo fisioterapico in Terapia Manuale ha inoltre fatto emergere la carenza di studi clinici pubblicati riguardanti tale approccio. Si auspica quindi un maggior interesse da parte della comunità scientifica, al fine di migliorare le conoscenze su queste problematiche.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento al Prof. Erik Barbaix, della Libera Università di Bruxelles, per la sua pazienza, disponibilità ed i preziosi suggerimenti.

RIASSUNTO

L'articolazione sterno-clavicolare (ASC) riveste una notevole importanza nel complesso del cingolo scapolare. Questa "review" indaga sull'anatomia, sulla biomeccanica, sulle principali affezioni e sul coinvolgimento di questa articolazione nei processi patologici del cingolo scapolare nel suo complesso; inoltre, focalizza l'attenzione sulle opportunità offerte dal trattamento conservativo, utilizzando in particolare la terapia manuale. Movimenti attivi, passivi e contro resistenza isometrica sono discussi. In particolare, la mobilizzazione passiva, inducendo un movimento di scivolamento all'articolazione e mantenendo invariato l'asse di rotazione dei movimenti fisiologici, si dimostra efficace nel ripristino della mobilità articolare. Si rileva che questa articolazione non è strutturata per compiere grandi quantità di lavoro ed ha la tendenza a divenire ipermobile od instabile, se sottoposta a sovraccarico funzionale e, quindi, a diventare sintomatica. In questo caso può essere utile un programma di rinforzo della muscolatura stabilizzatrice dell'articolazione, mentre nel caso di restrizione del ROM risultano efficaci le tecniche di mobilizzazione passiva (movimenti accessori) e di modulazione del dolore (tecniche vibratorie, in accordo alla teoria del "gate control" di Melzack e Wall).

Parole chiave - Articolazione sterno-clavicolare, cingolo scapolare, biomeccanica, terapia manuale.

Key words - *Sterno-clavicular joint, shoulder girdle, biomechanics, manual therapy.*

BIBLIOGRAFIA

1. Balboni GC et al. Apparato locomotore. Anatomia umana. 2ª ed, Milano: Edi-Ermes, 1977.
2. Kapandji IA. La spalla. In: Kapandji IA Fisiologia articolare. Vol 1, 1a ed italiana, Marrapese 1980; 13-83.
3. Brossmann J, Stabler A, Preidler KW, Trudell D, Resnick D. Sternoclavicular joint: MR Imaging - Anatomic correlations. Radiology 1996; 198: 193-8.
4. Rockwood CJ, Wirth M. Disorders of the sternoclavicular joint. In: Rockwood CJ, Matsen F. editors. The Shoulder, Ed 2, Philadelphia, WB Saunders 1998; 555-610.
5. Magee DJ. Shoulder. In: Magee DJ. Orthopedic physical assessment. 2nd ed Philadelphia: WB Saunders 1992; 90-142.
6. Franceschini MP. L'architettura collagene delle fibrocartilagini articolari. Biol Lat 1966; 19: 20-4.
7. Peat, M. Functional Anatomy of the shoulder complex. Phys Ther 1986; 66: 1855-65.
8. Perry J. Biomechanics of the shoulder. In Rowe C. editor: The Shoulder. New York, Churchill Livingstone, 1988.

9. Jobe CM. Gross anatomy of the shoulder. In Rockwood CJ, Matsen F. editors. *The Shoulder*, 2th ed, Philadelphia: WB Saunders, 1998: 34-97.
10. Barbaix E, Lapierre M, Van Roy P, Clarijs JP. The sternoclavicular joint: variants of the discus articularis. *Clin Biomech* 2000; 15 (1 Suppl): S3-S7.
11. Rockwood CA, Green DP. Fractures in adults. Vol 1, part II. Subluxations and dislocations about the shoulder, Philadelphia: JB Lippincott, 1984; 722-947.
12. Yeh GL, Williams GR Jr. Conservative management of sternoclavicular injuries. *Orthop Clin North Am* 2000; 31, 2: 189-203.
13. Sick H., Ring P. Vascularization de l'articulation sterno-costo-claviculaire. *Arch Anatom Histol Embryol* 1976; 59: 71-8.
14. Bearn JG. Direct observations on the function of the capsule of the sternoclavicular joint in clavicular support. *J Anat* 1967; 101: 159-70.
15. Williams PC, Warwick R. *Anatomy of the human body*. 37th ed. New York, NY Churchill Livingstone 1989.
16. Acus RW, Bell RH, Fisher DL. Proximal clavicle excision: An analysis of results. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4: 182-7.
17. Hollinshead WH. *Anatomy for surgeons*, vol. 3. 3th ed. Philadelphia. Harper & Row 1982.
18. Testut L. Le articolazioni degli arti. In: *Anatomia umana*. Terza ed. Italiana. Torino. Unione Tipografica Editrice 1923; 83-271.
19. Fick R. *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke*. Verlag 1911: 205-20.
20. Poirier P. La clavicle et ses articulations. *Journ Anat*. 1926; 6: 76.
21. Inman VT, Saunders JB, Abbott JC. Observation on the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg* 1944; 26: 1-30.
22. Ruddy S, Harris ED, Sledge CB. *Kelley's Textbook of Rheumatology*, 6th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001.
23. Mazza E, Lazzeri S, Innocenti P, Fagnoli R, Cammelli D, Andreotti L. Iperostosi sternocostoclaveare. *Radiol Med* 1991; 82: 854-8.
24. Hassett G, Barnsley L. Pain referral from the sternoclavicular joint: a study in normal volunteers. *Rheumatology* 2001; 40: 859-62.
25. Yood RA, Goldenberg DL. Sternoclavicular joint arthritis. *Arthritis Reum* 1980; 23: 232-9.
26. Kellgren JH. On the distribution of pain arising from deep somatic structures with charts of segmental pain. *Clin Sci* 1938; 3: 175-90.
27. Wolff BB et al. Quantitative measures of deep somatic pain: further studies with hypertonic saline. *Clin Sci* 1965; 28: 43-56.
28. Fam AG, Smythe HA. Musculoskeletal chest wall pain. *CMAJ* 1985; 133: 379-89.
29. Bogduk N, Marsland A. The cervical zigapophyseal joints as a source of neck pain. *Spine* 1988; 13: 609-17.
30. Gerber C, Galanty RV, Hersche O. The pattern of pain produced by irritation of the acromioclavicular joint and the subacromial space. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7: 352-5.
31. Drewes AM, Arendt-Nielsen L, Jensen Jh, Hansen JB, Krarup HB, Tage-Jensen U. Experimental pain in the stomach: a model based on electrical stimulation guided by gastroscopy. *Gut* 1997; 41: 753-7.
32. Nettles, JL, Linscheid RL. Sternoclavicular dislocations. *J Trauma* 1968; 8: 158-63.
33. Cope R. Dislocations of the sternoclavicular joint. *Skeletal Radiol* 1993; 22: 233-8.
34. Rockwood CA Jr, Odor JM. Spontaneous atraumatic anterior subluxation of the sternoclavicular joint. *J Bone Joint Surgery* 1989; 71: 1280-8.
35. Ferrera PC, Wheeling HM. Sternoclavicular joint injuries. *Am J Emerg Med* 2000; 18: 58-61.
36. Gangahar DM, Flogaites T. Retrosternal dislocation of the clavicle producing thoracic outlet syndrome. *J Trauma* 1978; 18: 369-72.
37. Buckerfield CT, Castle ME. Acute traumatic retrosternal dislocation of the clavicle. *J Bone Joint Surg* 1984; 66: 379-85.
38. Selesnick FH et al. Retrosternal dislocation of the clavicle: Report of four cases. *J Bone Joint Surgery* 1984; 66 : 287-91.
39. Levinsohn EM, Bunnel WP, Yuan HA. Computed tomography in the diagnosis of dislocations of the sternoclavicular joint. *Clin Orthop Rel Res* 1979; 140: 12-6.
40. Neviaser J. Injuries of the clavicle and its articulations. *Orthop Clin North Am* 1980; 11: 233-7.
41. Leighton RK, Buhr AJ, Sinclair AM. Posterior sternoclavicular dislocations. *Can J Surg* 1986; 29: 104-6.
42. Worman LW, Leagus C. Intrathoracic injury following retrosternal dislocation of the clavicle. *J Trauma* 1967; 7: 416-22.
43. De Jong K, Sakui D. Anterior Sternoclavicular dislocation: A long term follow up study. *J Orthop Trauma* 1990; 4: 420-3.
44. Gale D, Dunn I, McPherson S et al. Retrosternal dislocation of the clavicle: The "stealth" dislocation. *Injury* 1992; 23: 563-4.
45. Noda M, Shiraishi H, Mizuno K. Chronic posterior sternoclavicular dislocation causing compression of a subclavian artery. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6: 564-9.
46. Wasylenko MJ, Busse EF. Posterior dislocation of the clavicle causing fatal tracheoesophageal fistula. *Can J Surg* 1981; 24: 626-7.
47. Tanlin J. Ipsilateral sternoclavicular joint dislocation and clavicle fracture. *J Orthop Trauma* 1996; 10: 506-7.
48. Velutini JA, Tarazona PF. Fracture of the manubrium with posterior displacement of the clavicle and first rib. *Int. Orthop* 1998; 22: 269-71.
49. Ono K, Inagawa H, Kiyota K, Terada T, Suzuki S, Maekawa K. Posterior dislocation of sternoclavicular joint with obstruction of the innominate vein. Case report. *J Trauma* 1998; 44: 381-3.
50. Schneider W, Dvorak J, Dvorak V, Tritschler T. *Terapia Manuale*. In: *Medicina Manuale - Terapia*. Verducci 1990; 22-137.
51. Maitland GD. Shoulder girdle and upper limb. In: Maitland GD: *Peripheral Manipulations*. Terza ed. Butterworth-Heinemann 1991; 129-220.
52. Melzack R, Wall PD. Pain mechanism: a new theory. *Science* 1965; 150: 971.