



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
Facoltà di Medicina e Chirurgia

MASTER UNIVERSITARIO IN RIABILITAZIONE DEI DISORDINI
MUSCOLOSCELETRICI

**LO STUDIO DELLA CINEMATICA DEL CINGOLO
SCAPOLO-OMERALE NELLE PATOLOGIE DI SPALLA**

Referente
Manolo Migliorini

Tesi di
Marianna Bresci

Abstract

Questo studio è stato realizzato con lo scopo di verificare se un danno al complesso del cingolo scapolare potesse determinare una variazione della sua cinematica, facendo riferimento alle principali patologie dei spalla.

È stata utilizzata una ricerca su PubMed tramite cui sono stati selezionati alcuni articoli che soddisfacessero le nostre esigenze di ricerca. Tali studi riguardano le principali classi di patologia muscolotendinea (instabilità, impingement, lesione di cuffia, tendiniti croniche), ma anche patologie di carattere neurologico.

Dalla nostra analisi è emerso che l'uso dell'analisi cinematica in 3D tramite apparecchiature stereofotogrammetriche ha ampio utilizzo in campo scientifico, ma ancora oggi non esistono dei parametri standard a cui gli studiosi si riferiscono per la costruzione del loro disegno di lavoro.

Appare chiaro comunque come una alterazione al complesso scapoloomerale e scapolotoracico possa determinare delle variazioni dell'attività muscolare e delle componenti del pattern di movimento, andando ad interferire anche sul controllo sensorimotorio.

INTRODUZIONE

La spalla è un'articolazione mobile capace di una ampia gamma di movimenti che ne caratterizzano la funzionalità. Per portare a termine tali compiti, la spalla presenta degli stabilizzatori sia meccanici (capsula, legamenti, labbro glenoideo, geometria dei capi ossei, pressione intra-articolare) che dinamici (complesso muscolo-tendineo della cuffia dei rotatori, muscolatura periscapolare) .

Il sistema sensorimotorio attua invece una serie di processi coinvolti nel mantenere la stabilità articolare (*Rienmann e Lephart,2002): tramite il controllo neuromuscolare c'è una attivazione subconscia di quelli che sono gli stabilizzatori dinamici in modo da preparare l'articolazione al movimento e a mantenerne la stabilità (*Myers e Lephart, 2000). Questo movimento è prodotto e controllato dai sistemi neuromuscolare e capsulolegamentoso associati al cingolo scapolare. Un danno in uno di questi sistemi potrebbe determinare una alterazione della cinematica, che a sua volta potrebbe causare uno stress abnorme sui tessuti del complesso scapolo-omeroale (*Ebough e coll., 2006*). È stato inoltre visto che una lesione alle strutture che stabilizzano questa articolazione sono accompagnate da una riduzione della stimolazione dei meccanorecettori sia a a livello capsulolegamentoso che muscolotendineo, alterando così il contributo del sistema sensorimotorio alla stabilizzazione articolare (*Lephart e Henry, 1996*). In questa maniera vengono alterati i pattern cinematici che caratterizzano la funzionalità scapolo-omeroale, avviando così una specie di circolo vizioso in cui la lesione altera il controllo motorio, il cui deficit sembra predisporre ad una nuova lesione (**Lephart e Henry, 1996*; **Myers e coll., 2006*).

Il movimento coordinato di omero, clavicola e scapola è quindi essenziale per il normale funzionamento del cingolo scapolare e la sua cinematica è stata

studiata sia con tecniche bidimensionali (*Doody e coll. 1970; *Freedman e Munro 1966; *Poppen e Walker, 1976) che tridimensionali (*Karduna e coll., 2001; *Ludewig e Cook 1996, 2000; *Lukasiewicz e coll., 1999; *McClure e coll., 2001; *McQuade e coll., 1998).

Infatti negli ultimi anni l'analisi cinematica in 3D del movimento tramite apparecchiature stereofotogrammetriche associata allo studio dell'attività muscolare tramite l'elettromiografia (EMG) hanno consentito di studiare i pattern motori e di attivazione neuromuscolare, sia su persone sane che su pazienti affetti da particolari patologie.

Per questo motivo lo scopo di questo studio è ricercare in letteratura informazioni su come un danno al complesso cinematico della spalla possa interferire sul controllo motorio e sulla costruzione di un pattern neuromotorio, ed eventualmente individuare le peculiarità di tali pattern "patologici" in modo da ricollegarli ad una precisa classe di patologia.

MATERIALI E METODI

Per questo studio è stata effettuata inizialmente una ricerca sul database PubMed utilizzando le seguenti parole chiave:

- shoulder injury,
- shoulder pathology,
- shoulder instability,
- motor control,
- kinematics evaluation.

In seguito sono stati incrociati i risultati ottenuti.

Dai 121 articoli risultanti, in un primo tempo sono stati selezionati studi riguardanti in particolar modo il controllo motorio dell'arto superiore, le patologie di spalla (con maggior attenzione ai problemi di origine muscoloscheletrica), alcune patologie di interesse neurologico e l'analisi cinematica riguardante il complesso scapolo-omerale. In seguito, dopo la lettura dell'abstract, sono stati scartati gli articoli che facevano riferimento all'analisi cinematica nei pazienti con stroke, dove l'argomento dello studio riguardava più che altro metodiche riabilitative che non tanto l'analisi cinematica come argomento principale di discussione.

È stato inoltre deciso di non prendere in considerazione quegli articoli di cui non era reperibile il full - text. (Kibler WB, McMullen J, Uhl T "Shoulder rehabilitation strategies, guidelines and practice" 2001; Lukasiewicz AC, McClure P, Michener L, Pratt N, Sennet B "Comparison of three-dimensional scapular position and orientation between subjects with or without shoulder impingement" 1999).

I criteri di inclusione sono stati: studi pubblicati negli ultimi dieci anni, in lingua inglese, riguardanti soggetti umani; studi che riguardassero il complesso scapolo-omerale e scapolotoracico in relazione alle problematiche

della spalla, in particolar modo di carattere muscoloscheletrico, ma anche neurologico; studi riguardanti il controllo motorio; studi che valutassero il complesso della spalla tramite una analisi della cinematica con apparecchiature stereofotogrammetriche (analisi cinematica in 3D) ed EMG. I criteri di esclusione sono stati: studi pubblicati precedentemente al 1998 e in una lingua diversa dall'inglese; studi riguardanti lo stroke (non tanto per il tipo di patologia ma quanto per il contenuto di tali studi); studi riguardanti il colpo di frusta; studi riguardanti protocolli riabilitativi; studi di cui era reperibile solo l'abstract.

Per il reperimento degli articoli sono state usate le banche dati dell'Università di Genova, dell'Università di Firenze e la banca dati online Google Scholar. Alcuni degli articoli a cui si fa riferimento nell'introduzione e nella discussione (indicati tra parentesi nella seguente modalità: “ *Autore ”) e che sono reperibili in bibliografia (“ citazioni bibliografiche”) sono tratti dagli articoli della revisione oggetto di questo studio, ma non sono comunque oggetto della revisione stessa.

Alla fine della ricerca sono stati ottenuti 14 articoli, di cui 2 Review.

La tabella che segue riporta gli articoli selezionati.

Review

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
Magarey e Jones 2006	Review	--	Valutazione dinamica - stabilizzazione	Revisione della letteratura	Valutazione del controllo motorio; gestione delle problematiche della spalla con programmi specifici di stabilizzazione
Myers e coll 2003	Review	--	Stabilità articolare - effetto di un danno sulle strutture capsulolegamentose	Revisione della letteratura	Una lesione determina una instabilità meccanica con una conseguente riduzione della stimolazione dei meccanocettori e una alterazione del contributo del sistema sensorimotorio al controllo dinamico e alla stabilità articolare

Instabilità

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Alexander 2007</i>	Trial clinico	11 sogg 8 controlli	Instabilità non traumatica	Stimolazione elettrica nervo ulnare; EMG	Riduzione o assenza del riflesso da stiramento del trapezio inferiore nei soggetti con impingement modifica della soglia della risposta cortico-spinale e probabile inefficacia del meccanismo a feedback
<i>Barden e coll. 2004</i>	Studio caso controllo	12 soggetti 12 controlli	Instabilità multidirezionale	Analisi cinematica 3D (rot. Esterna con abduzione a gomito flesso; reaching overhead; pointing sul piano scapolare)	> errore di riposizionamento dell'a.sup. sintomatico, deficit nell'uso della propriocezione

Autore	Tipo di studio	Popolazioni	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Illyes e Kiss 2005</i>	Studio caso controllo	15 sogg 15 controlli	Instabilità multidirezionale	Analisi cinematica 3D; EMG (elevazione dell'a.s. sul piano scapolare)	> spostamento del centro di rotazione della testa omerale; > attivazione soprascapolare, sottoscapolare < attivazione deltoide, pettorale Incapacità degli stabilizzatori attivi a vicariare quelli attivi; Differenze nella cinematica
<i>Ogston e Ludewig 2007</i>	Studio controllato di laboratorio	62 soggetti 62 controlli	Instabilità multidirezionale	Analisi cinematica 3D (elevazione sul piano frontale e scapolare)	Durante l'elevazione sul piano scapolare: < upward rotation; > rotazione interna della scapola Non differenze significative nel grado di traslazione della testa omerale

Impingement

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Bandholm e coll. 2006</i>	Studio caso controllo	9 soggetti 9 controlli	Impingement	EMG; dinamometro (abduzione isocinetica e isometrica)	Deficit di forza presente ma non statisticamente significativo: l'uso dell'arto sintomatico sembra avere effetto preventivo (il sistema sensori motorio è coinvolto solo in parte)
<i>Finley e coll. 2005</i>	Studio caso controllo; studio comparativo	10 soggetti 13 controlli	Impingement (soggetti in carrozzina)	Analisi cinematica 3D; EMG (cinematica dell'arto superiore durante il trasferimento dalla carrozzina)	< flessione toracica; > rot interna scapolare; > rot interna dell'omero; alterazione della cinematica scapolare e dell'attivazione muscolare (possibile causa di patologia di spalla)

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>McClure e coll. 2007</i>	Studio caso controllo	45 soggetti 45 controlli	Impingement	Analisi cinematica 3D; goniometro; dinamometro; "break test method" (elevazione sul piano sagittale e sul piano scapolare; rotazione esterna a gomito flesso a 90°)	<p><u>Elevazione sul piano frontale</u> <u>A 90° e 120°:</u> > upward rotation e dell'elevaz. clavicolare; <u>Elevazione in scaptazione:</u> <u>a 90°:</u> > tilt post <u>a 120°:</u> > tilt post e retrazione clavicolare</p> <p>In tutte le direzioni di movimento: < ROM e della forza muscolare.</p> <p>Differeze modeste nei pattern di movimento</p>

Patologie muscolo-tendinee

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Cotè e coll. 2005</i>	Studio comparativo, caso controllo	15 soggetti 30 controlli	Patologie muscolotendinee work-related (impingement o tendinite cronica a livello della cuffia dei rotatori)	Analisi cinematica 3D; dinamometro (hammering pre e post - fatigue)	La fatica muscolare condiziona il movimento del gomito; la patologia di spalla influenza il movimento del gomito e del polso (possibili strategie nei soggetti con imp per mantenere costante il movimento e il pattern); la cinematica del pattern non varia

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Kelly e coll. 2005</i>	Studio comparativo caso controllo	12 soggetti (6 asintomatici, 6 sintomatici) 6 controlli	Rottura della cuffia	Analisi cinematica 3D; EMG; (10 compiti funzionali)	Incapacità ad utilizzare il sottoscapolare come stabilizzatore durante l'elevazione; > attivazione del sopraspinato, del sottospinato, del trapezio inferiore. Questo determinerebbe un rischio di reinjury e la necessità di attivare i muscoli periscapolari

Popolazione sana

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Ebough e coll. 2006</i>	Disegno sperimentale per misure ripetute	20 soggetti	Sani (effetto della fatica muscolare)	Analisi cinematica 3D; EMG; (elevazione dell'arto superiore)	La fatica influenza la cinematica scapolotoracica e gleno-omerale: < rot esterna omero e < tilt posteriore scapola all'inizio del movimento; > upward rot e della retrazione clavicolare a mid range.

Altre patologie di spalla

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Duff e coll. 2007</i>	Studio osservazionale	16 soggetti (gruppo1: elevazione possibile < 75°; gruppo2: elevazione possibile > 75°)	Paralisi neonatale del plesso brachiale	Analisi cinematica 3D; (elevazione attiva dell'arto superiore)	Alterazione della cinematica del pattern di movimento (differenza nel coinvolgimento tra la componente scapolotoracica e glenoomerale rispetto all'arto sano); metodica utile nella valutazione e come misura di outcome

Autore	Tipo di studio	Popolazione	Patologia di riferimento - oggetto dello studio	Tipo di analisi	Risultati
<i>Iosa e coll. 2007</i>	Studio caso controllo	12 soggetti 12 controlli	Distrofia fascio-scapolo-omeroale	Analisi cinematica 3D; ROM; Manual muscle test; step ascending; squatting; (flex - ext sul piano sagittale; abduzione sul piano frontale e orizzontale; rotazione esterna a gomito flesso a 90°)	Metodica utile nella valutazione del grado di severità della patologia e come misura di outcome.

RISULTATI

I risultati ottenuti dalla ricerca effettuata hanno fornito una serie di elementi relativi ad ogni patologia di spalla. Per questo motivo verranno esposti tenendo conto di tale diversificazione.

Instabilità di spalla.

Per quanto riguarda il problema della stabilità scapoloomerale, dal risultato della ricerca sono stati evidenziati 6 studi, di cui 2 Review (*Magarey e Jones, 2003; Myers e coll., 2006*) e 4 studi di tipo caso controllo (*Alexander, 2007; Ogston e Ludewig, 2007; Barden e coll., 2004; Illyes e Kiss, 2005*).

La spalla è una articolazione mobile che fa molto affidamento sul controllo muscolare, soprattutto per la sua stabilità a mid-range (*Magarey e Jones, 2006*). Per questo la valutazione di tale controllo e il trattamento diretto al suo miglioramento dovrebbero essere parte integrante nel management dei disordini di spalla.

Infatti un deficit di natura meccanica a livello delle strutture molli della spalla potrebbe determinare una riduzione della stimolazione sensoriale e un possibile deficit del sistema sensorimotorio (*Myers e coll., 2006*). In accordo con questo, *Barden e collaboratori* avevano osservato che pazienti con problemi di instabilità multidirezionale riportavano un maggior errore di riposizionamento dell'arto superiore durante compiti di reaching (senza l'utilizzo delle informazioni visive) rispetto a controlli sani, soprattutto nelle fasi iniziali del movimento: tale risultato faceva suggerire che i soggetti con problemi di instabilità avevano una ridotta capacità di generare o effettivamente usare il meccanismo a feedback propriocettivo nell'esecuzione di tali compiti.

Sempre riguardo al controllo sensorimotorio, è stato osservato (*Alexander,*

2007) che in questi soggetti era presente una modificazione della soglia di risposta corticospinale ad uno stimolo, confermata da una riduzione o addirittura dall'assenza di risposta all stiramento del trapezio inferiore: questi risultati indicavano che il meccanismo a feedback, che assiste il cingolo scapolare nella stabilizzazione, non era così efficiente come nei soggetti sani. Tale alterazione del sistema sensorimotorio sembrerebbe essere confermata da altri lavori in cui sono state rilevate differenze nella cinematica scapolare (Ogston e Ludewig, 2007), che nel pattern di attivazione muscolare (Illyes e Kiss, 2005). Durante un movimento di elevazione dell'arto superiore, soggetti con instabilità multirezionale mostravano una riduzione dell'upward rotation della scapola con un relativo aumento della sua rotazione interna (Ogston e Ludewig, 2007), mentre era presente un aumento dell'attivazione sia del sopraspinato che del sottospinato, a fronte di una diminuzione di quella del deltoide e del gran pettorale (Illyes e Kiss, 2005), a sottolineare come l'alterazione del pattern cinematico sia causata dal fatto che l'organismo si sforza di mantenere una centralizzazione dell'articolazione glenomerale che, nel caso dell'instabilità, richiede questa variazione nell'attivazione muscolare. Nonostante ciò, restava comunque una variazione del centro di rotazione della scapola rispetto all'omero, ed era statisticamente significativa se paragonata ai soggetti sani, quasi ad indicare che comunque il tentativo degli stabilizzatori attivi di vicariare quelli passivi era comunque insufficiente (Illyes e Kiss, 2005).

Impingement.

Per quanto riguarda questa classe di patologia, sono stati individuati 3 lavori (Bandholm e coll., 2006; Finley e coll., 2005; McClure e coll., 2006), tutti studi di tipo caso controllo.

L'impingement subacromiale è il risultato di una compressione meccanica

della cuffia dei rotatori, della borsa subacromiale e del tendine del bicipite contro l'acromion, il legamento coracoacromiale, specialmente durante l'elevazione dell'arto (**Neer, 1972*). In presenza di conflitto, *Bandholm e collaboratori* hanno ricercato l'eventuale effetto che questo poteva avere sul controllo sensorimotorio della spalla e sulla sua forza muscolare. Dai loro risultati è stato evidenziato che anche se il sistema neuromuscolare risultava compromesso dall'impingement, non c'era differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo di controllo. Quindi secondo questi risultati il sistema sensorimotorio veniva influenzato, ma solo in piccola parte. Gli autori spiegavano ciò attribuendo molta importanza al fatto che i soggetti del campione continuavano ad utilizzare l'arto colpito in maniera funzionale, e questo sembrava avere un effetto protettivo nei confronti del mantenimento del controllo neuromuscolare.

Per quanto riguarda la cinematica scapolare, *McClure e collaboratori* hanno rilevato durante l'elevazione dell'arto un aumento dell'upward rotation della scapola e dell'elevazione clavicolare; durante l'elevazione in scappatazione era presente un aumento del tilt scapolare posteriore e della retrazione clavicolare: entrambe le modificazioni sembrerebbero un compenso utile ad aumentare lo spazio subacromiale in modo da proteggere dal conflitto. Non era comunque presente una alterazione del pattern cinematico rispetto ai controlli sani.

Una alterazione del pattern cinematico è invece presente se si prendono in considerazione soggetti con impingement e controlli sani all'interno però di una popolazione di disabili su carrozzina (*Finley e coll.,2005*). Tale variazione riguarda non tanto la cinematica ristretta al complesso scapoloomerale, ma quella allargata anche al rachide: dai risultati di questo studio è stata rilevata una riduzione della flessione toracica con un aumento della rotazione interna della scapola e dell'omero, non durante l'elevazione de"arto superiore, ma

durante un compito di trasferimento. È stato inoltre osservato un aumento dell'attività del dentato anteriore e una riduzione di quella del trapezio inferiore con una downward rotation e un ridotto tipping scapolare nel trailing limb, cioè l'arto che resta indietro durante il trasferimento verso l'altra superficie (leading limb: arto che va verso l'altra superficie con un gesto di reaching). Questa alterata cinematica associata ad una alterata attivazione muscolare sembra poter predisporre allo sviluppo di una patologia di spalla per chi usa la carrozzina.

Patologie muscolo-tendinee

Nello studio di *Kelly e collaboratori*, soggetti con una rottura a livello della cuffia dei rotatori (sopraspinato e/o sottospinato) presentavano un aumento dell'attività elettromiografica durante i dieci compiti funzionali richiesti, mentre soltanto i soggetti sintomatici avevano una ridotta capacità di utilizzare il sottoscapolare (sano) come stabilizzatore e un aumento dell'attività muscolare del sopraspinato, del sottospinato e del trapezio; in questa maniera paradossalmente i pazienti sintomatici sembrano continuare a lacerare i tendini della cuffia e sono forzati ad utilizzare la muscolatura periscapolare (shoulder shrug) durante i compiti di elevazione, con una conseguente compromissione della funzione.

L'affaticamento di tali muscoli (*Cotè e coll., 2005*) sembra non determinare cambiamenti nella cinematica scapoloomerale ma bensì altera il movimento a livello del gomito e del polso: in questa maniera gli individui con una lesione alla spalla riescono a mantenere costante la durata e la cinematica del movimento.

Popolazione sana

Un solo studio che soddisfaceva i nostri criteri di inclusione riguardava la

popolazione sana (*Ebough e coll., 2006*). In questo lavoro veniva valutato l'effetto della fatica muscolare sulla cinematica glenoumerale e scapolotoracica. In conseguenza ad un protocollo di affaticamento della muscolatura periscapolare, veniva notato un aumento dell'upward rotation della scapola e della retrazione clavicolare a mid-range che sembrerebbe funzionare da compenso alla riduzione della rotazione esterna dell'omero e del tilt posteriore della scapola, in modo da proteggere le strutture molli da una eventuale riduzione dell' spazio subacromiale e da una possibile lesione. Relativamente all'upward rotation, dati simili erano stati riscontrati in precedenti studi (**Deutsch e coll., 1996; *Paletta e coll., 1997; *Yamaguchi e coll., 2000*) sempre con protocolli di affaticamento, in cui venivano però studiati soggetti con rottura della cuffia (come anche nello studio di Kelly e coll.).

Altre patologie di spalla

Durante la selezione degli articoli è stato deciso di includere questi 2 articoli (*Duff e coll., 2007; Iosa e coll., 2007*), che non riguardavano patologie di tipo muscolotendineo ma problematiche neurologiche.

Duff e collaboratori hanno presentato uno studio caso controllo riguardante la distrofia fascio-scapolo-omerale, analizzando non solo la cinematica dell'arto superiore ma anche quella riguardante la forza e compiti relativi agli arti inferiori. Dai risultati riportati si evinceva che tale analisi risultava utile per la valutazione del grado di severità della patologia e ovviamente come misura di outcome pre e post trattamento riabilitativo.

Risultati analoghi sono stati riportati nel lavoro di *Iosa e collaboratori* riguardante soggetti con paralisi neonatale del plesso brachiale.

Analogamente a quanto detto sopra, veniva evidenziato un pattern cinematico alterato riguardante gli arti coinvolti nella paralisi rispetto agli arti sani e ovviamente veniva indicata l'analisi cinematica in 3D come utile

strumento valutativo.

DISCUSSIONE

Non esiste un reale accordo in letteratura sul fatto che una patologia di spalla possa o no alterare la cinematica scapolomeroale o scapolotoracica. Se si considerano gli studi selezionati in questa ricerca sembra che una patologia di spalla possa modificare le singole componenti di un pattern di movimento, ma non la sua "conformazione" reale, per cui il pattern in senso lato sembrerebbe restare inalterato. Questo non vale invece per le patologie di interesse neurologico (*Duff e coll.; Iosa e coll.*). Comunque secondo *Illyes* il ritmo scapolotoracico e glenomeroale nei pazienti con instabilità è lineare mentre quello dei controlli sani risulta essere bilineare, ma è anche l'unico che utilizza un protocollo di individuazione dei due ritmi basato sul calcolo di angoli (omeroale, glenomeroale e scapolotoracico) in funzione dell'elevazione dell'arto. Tutti gli altri studi invece fanno riferimento alle varie componenti del pattern di movimento (upward e downward rotation della scapola, tilt posteriore e anteriore, rotazione esterna ed interna della scapola e dell'omero).

La variabilità dei risultati osservati riguarda tali componenti cinematiche viene attribuita (*McClure e coll.*) all'ampia varietà dei diversi disegni di studio, delle popolazioni selezionate e dei criteri di selezione stessi, ma soprattutto al fatto che ancora non è presente o non è stata ancora pienamente validata una definizione operativa di cinematica scapolare alterata.

Questa riflessione trova riscontro nei risultati di questa ricerca, in cui non è stato identificato un "modus operandi" standard per i diversi lavori e che definisse in maniera propria una "discinesia scapolare".

Detto questo, emerge che il controllo motorio sembra giocare un ruolo molto importante nel determinare queste modificazioni di movimento, soprattutto nell'instabilità di spalla. Infatti questa categoria di pazienti è caratterizzata da

una alterazione del sistema neuromuscolare che causerebbe una variazione sia della cosiddetta cinematica (*Ogston e coll.; Illyes e Kiss*), che della attivazione muscolare (*Alexander*). Si delinea quindi una riduzione della performance nei compiti di reaching (*Bandholm e coll.*) la cui spiegazione trova ragion d'essere in una alterata propiocezione: il danno meccanico unito a questa alterazione sensorimotoria determinerebbe una instabilità funzionale ed una eventuale "re-injury" (*Myers e coll.*).

Nel caso dell'impingement, la variazione della cinematica (*Bandholm e coll.; McClure e coll.; Finley e coll.*), nell'accezione di variazione delle componenti del pattern, servirebbe a minimizzare la riduzione dello spazio subacromiale, e tali variazioni sono ridotte al minimo nel caso in cui l'arto con impingement venga mantenuto attivo e funzionale dal soggetto nonostante il dolore (*Bandholm e coll.*): in tal caso il sistema sensorimotorio sarebbe coinvolto solo in parte e mantenere la funzionalità dell'arto servirebbe a prevenire un suo coinvolgimento maggiore.

L'attivazione muscolare alterata nel caso di sindrome da conflitto contrasta invece con le variazioni riportate su soggetti sani: in seguito ad un protocollo di affaticamento muscolare, mentre nei sani le modificazioni a livello scapolotoracico e glenomerale risultano protettive nei confronti di una possibile lesione (*Ebough e coll.*), nel caso di una lesione di cuffia (*Kelly e coll.*) i soggetti aumentano l'attivazione dei muscoli lesionati ma non utilizzano quelli sani (sottoscapolare) per un eventuale compenso durante l'esecuzione di alcuni dei compiti funzionali più comuni in cui si ha affaticamento, creando paradossalmente una possibile nuova lacerazione. Infatti studi precedenti (citazione da *Ebough e coll.;* **Deutsch e coll.;* **Paletta e coll.;* **Yamaguchi e coll.*) riguardanti protocolli di affaticamento in soggetti con lesione della cuffia indicavano lo stesso tipo di variazione dell'upward rotation, come se il movimento scapolotoracico fosse alterato in risposta ad

un danno alla cuffia dei rotatori. E se questa alterazione di movimento ha un effetto dannoso, questo giustifica l'inserimento nel piano riabilitativo dell'esercizio terapeutico per migliorare la forza e la resistenza di tali muscoli. Inoltre sarebbe opportuno evitare movimenti overhead se la muscolatura è affaticata, in modo da non incorrere in un'alterazione della cinematica proprio durante gli esercizi.

Se si considera l'arto superiore nella sua totalità (*Cotè e coll.*), la fatica non sembra alterare il pattern di movimento a livello globale che, nonostante il problema di spalla (impingement o tendinite cronica a livello della cuffia dei rotatori), resta costante grazie ad un aggiustamento a livello di gomito e polso.

La validità dell'analisi della cinematica in 3D risulta più chiara nel caso di patologie di interesse neurologico (*Duff e coll.; Iosa e coll.*) per le quali risulta essere utile come strumento valutativo e per rilevare gli outcome.

CONCLUSIONI

L'oggetto di questa ricerca riguardava la verifica dell'utilità dell'analisi della cinematica in 3D in particolari problematiche di spalla e l'eventuale individuazione di precisi indicatori cinematici di patologia.

La mancanza di accordo sul definire la “discinesia scapolare” e quindi anche cosa si intende per “cinematica scapolare alterata” rende necessari studi futuri volti a validare un protocollo di analisi della cinematica standard riguardante il complesso scapoloomerale e per evidenziare quali potrebbero essere le variabili cinematiche caratteristiche di ogni patologia. Per fare ciò, così come per il low back pain, andrebbero individuati dei sottogruppi riguardanti ogni singola patologia.

Infatti anche tra gli studi analizzati in questa ricerca non compare una linea comune nel definire una patologia e di conseguenza i criteri di inclusione nella popolazione di studio non sono gli stessi, determinando popolazioni diverse da studio a studio.

In maniera del tutto speculativa, si può affermare che, se venissero evidenziate queste “variabili cinematiche”, potrebbero essere loro stesse a definire e delineare i diversi sottogruppi all'interno di una classe di patologia.

RINGRAZIAMENTI

Innanzitutto vorrei ringraziare il mio Relatore Manolo Migliorini, che è stato di fondamentale importanza, soprattutto quando il tempo stringeva, e ha "strinto" parecchio..

Vorrei ringraziare tutti quelli dello staff del Master, senza fare differenze tra docenti, assistenti, professori, coordinatori, italiani o belgi che siano... ho imparato più in quest'anno e mezzo di quanto potessi mai lontanamente immaginare: a voi e al vostro infinito sapere devo, anzi dobbiamo, una parte del nostro essere fisioterapisti, anzi terapisti manuali ormai.

E poi grazie:

- alla classe 2007/2008 del master, a tutti quanti. Grazie perchè nonostante la stanchezza delle lezioni abbiamo saputo divertirvi tanto insieme, facendo un po' di sano casino...
- grazie a "quelli delle file infondo" (tra cui c'ero anche io, ovvio), un po' troppo spesso accusati (ingiustamente!) di fare casino o non seguire, ma che al momento decisivo hanno saputo tagliare benissimo il traguardo!
- grazie alla Signora Laura, che ci ha affittato l'appartamento più invidiato di tutto il master
- grazie ai Griffin, compagni di tante serate
- grazie alle mie care Marini e Panconi, per avermi fatto da cavia e per avermi sopportato in ogni tipo di manovra possibile, e anche per avermi sempre sopportata e basta...
- grazie ai miei quattro unici, inimitabili, compagni di casa (cami, gino, tommy, claudina..)

Ma più di tutti ringrazio il gruppo di studio OMT Toscana...e quindi ancora grazie alla Cami, che alla fine siamo sempre insieme io e te. Grazie ancora a Tommy per il tuo sapere infinito e per la grande persona che sei. Grazie di nuovo a Gino l'autista perfetto, il più preso di mira, ma uno che ha solo da insegnare (a tutti). Grazie a Marchino, un po' latitante ai ritrovi ma in fondo sempre presente (in un modo o nell'altro..).

Che anno eh? E quando ci dicevano che il traguardo era ancora lontano, che la meta era dura da raggiungere? Un c'è niente da fare: siamo stati proprio dei grandi!!!!

Mari

Bibliografia

Alexander CM.

Altered control of the trapezius muscle in subjects with non-traumatic shoulder instability.

Journal of Clinical Neurophysiology 2007 Dec;118(12):2664-71.

Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Jensen BR, Diederichsen L.

Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome.

Muscle Nerve. 2006 Nov;34(5):631-9.

Barden JM, Balyk R, Raso VJ, Moreau M, Bagnall K.

Dynamic upper limb proprioception in multidirectional shoulder instability.

Clinical Orthopaedics and Related Research 2004 Mar;(420):181-9.

Côté JN, Raymond D, Mathieu PA, Feldman AG, Levin MF.

Differences in multi-joint kinematic patterns of repetitive hammering in healthy, fatigued and shoulder-injured individuals.

Clinical Biomechanics 2005 Jul;20(6):581-90.

Duff SV, Dayanidhi S, Kozin SH.

Asymmetrical shoulder kinematics in children with brachial plexus birth palsy.

Clinical Biomechanics 2007 Jul;22(6):630-8.

Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR

Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol.

Journal of Orthopaedic Sports & Physical Therapy 2006 Aug;36(8):557-71.

Finley MA, McQuade KJ, Rodgers MM

Scapular kinematics during transfers in manual wheelchair users with and without shoulder impingement.

Clinical Biomechanics 2005 Jan;20(1):32-40.

Illyés A, Kiss RM.

Kinematic and muscle activity characteristics of multidirectional shoulder joint instability during elevation.

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2006 Jul;14(7):673-85

Iosa M, Mazzà C, Frusciante R, Zok M, Aprile I, Ricci E, Cappozzo A.
Mobility assessment of patients with facioscapulohumeral dystrophy.
Clinical Biomechanics 2007 Dec;22(10):1074-82

Kelly BT, Williams RJ, Cordasco FA, Backus SI, Otis JC, Weiland DE, Altchek DW, Craig EV, Wickiewicz TL, Warren RF.
Differential patterns of muscle activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears.
Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2005 Mar-Apr;14(2):165-71.

Magarey ME, Jones MA.
Dynamic evaluation and early management of altered motor control around the shoulder complex.
Manual Therapy 2003 Nov;8(4):195-206.

McClure PW, Michener LA, Karduna AR.
Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome.
Physical Therapy 2006 Aug;86(8):1075-90.

Myers JB, Wassinger CA, Lephart SM.
Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation.
Manual Therapy 2006 Aug;11(3):197-201

Ogston JB, Ludewig PM.
Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls.
American Journal of Sports Medicine 2007; 35(8): 1361-70

Citazioni bibliografiche

Karduna AR, McClure PW, Michener LA, Sennet B.

Dynamic measurement of three-dimensional scapular kinematics: a validation study.

Journal of Biomechanical Engineering 2001; 11:142-151

Lephart SM, Henry TJ.

The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity.

Journal of Sport Rehabilitation 1996; 5:71-87

Ludewig PM, Cook TM.

Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of impingement.

Physical Therapy 2000; 80: 276-291

Ludewig PM, Cook TM, Shields RK

Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation.

Journal of Orthopedics and Sports Physical Therapy 1996;24: 57-65

Lukasiewicz AC, McClure P, Michener L, Pratt N, Sennet B.

Comparison of three-dimensional scapular position and orientation between subjects with or without shoulder impingement.

Journal of Orthopedics and Sports Physical Therapy 1999; 29: 574-583

McClure PW, Michener LA, Sennet BJ, Karduna AR.

Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo.

J Shoulder Elbow Surgery 2001; 10: 269-277

McQuade KJ, Dawson J, Smidt GL.

Scapulotoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation.

Journal of Orthopedics and Sports Physical Therapy 1998; 28: 74-80

Myers JB, Lephart SM.

The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder.

Journal of Athletic Training 2000; 35(3):351-63

Neer CS.

Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder.

The Journal of Bone and Joint Surgery Am 1972; 54:41-50.

Rienmann BL, Lephart SM.

The sensorimotor system part 1: the physiological basis of functional joint stability.

Journal of Athletic Training 2002a;37(1):71-7

Rienmann BL, Lephart SM.

The sensorimotor system part 2: the role of proprioception in motor control and functional joint stability.

Journal of Athletic Training 2002b;37(1):80-4