

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Fisioterapia

Presidente: Prof. Angelo Caruso



**VALUTAZIONE DELLA SPALLA TRAMITE UTILIZZO
DI APPARECCHIATURA CON BRACCIO
ANTROPOMORFO (MULTI JOINT SYSTEM):
VALIDAZIONE E CONFRONTO CON MISURE
DI QUALITÀ DELLA VITA(SF-36)**

Tesi di laurea di

Vincenzo Congestri

Relatore

Dott. Gustavo Zanolì

Correlatore

Dott. Domenico Creta

Anno Accademico 2009/2010

Indice

CAPITOLO PRIMO

1.	Anatomia e biomeccanica della spalla	4
	- Osteologia	5
	- Artrologia	6
	- Miologia	8
2.	Patologia e chirurgia	10
	- Patologia della spalla	10
	- Trattamento chirurgico	13
3.	La riabilitazione	16
	- Principi generali della riabilitazione della spalla	16
	- Protocolli di trattamento	17
4.	Apparecchiatura “MJS” (Multi Joint System)	21
	- Evidenze scientifiche	21
	- Funzionamento dell’MJS	24
5.	Evoluzione della tesi	27
	- Questionario “SF-36”	29

CAPITOLO SECONDO

6.	Scopo della tesi	30
7.	Rilevanza	31
8.	Materiali e metodi	32
	- Caratteristiche del campione	32
	- Metodi dello studio	32

CAPITOLO TERZO

9.	Risultati	38
	- Affidabilità	39
	- Correlazioni	42
10.	Discussione	48
11.	Limiti	52
12.	Conclusioni	54
	BIBLIOGRAFIA	55

1. ANATOMIA E BIOMECCANICA DELLA SPALLA

Mentre l'essere umano si evolveva per assumere la stazione eretta, il "complesso articolare scapolo-omerale" subiva delle modificazioni per facilitare la funzione prensile e per adeguarsi alle necessità legate all'ortostatismo. Con il tempo, la congruenza articolare propria dei segmenti scheletrici degli arti superiori, fu sacrificata in funzione della stabilità dei tessuti molli al fine di raggiungere un maggior grado di escursione articolare dell'articolazione gleno-omerale. ⁽¹⁾

La spalla rappresenta un complesso articolare composto da omero, scapola, clavicola, sterno e in maniera indiretta coste e colonna vertebrale. Viene definita come un capolavoro di ingegneria articolare umana. È la più mobile tra tutte le articolazioni e di conseguenza anche la più instabile. Viene meglio definita come complesso scapolo-omerale, poichè per il movimento dell'omero è necessario il movimento di numerose articolazioni. La spalla di un individuo può muoversi in più di 16.000 posizioni ad un grado di differenza l'uno dall'altro. Ed è proprio per la sua complessità che molto spesso è sede di numerose patologie.

Obiettivo primario del complesso articolare della spalla è quello di posizionare la mano nello spazio per le attività della vita quotidiana. L'abilità nell'eseguire efficacemente questi schemi viene dalla mobilità e dalla stabilità proprie dell'articolazione gleno-omerale. ⁽²⁾

La spalla agisce lungo tre principali assi di movimento: l'asse trasversale che permette i movimenti di flessione-estensione; l'asse antero-posteriore (sagittale) dove avvengono i movimenti di abduzione e adduzione; l'asse verticale, determinato dall'intersezione del piano sagittale con il piano frontale e che consente i movimenti di flessione-estensione sul piano orizzontale a braccio abdotto di 90°. Possiamo considerare anche l'asse longitudinale dell'omero che può coincidere con uno qualsiasi dei tre assi esaminati in precedenza e che consente le rotazioni secondo due modalità ossia la rotazione volontaria (aggiunta) e quella automatica (congiunta).

È costituita da un insieme di cinque articolazioni suddivisibili in due gruppi. Il primo gruppo comprende le articolazioni definite "vere" dal punto di vista anatomico ossia le articolazioni scapolo-omerale (o glenomerale), acromion-claveare e sterno-claveare. Il secondo gruppo comprende invece le articolazioni "vere" in senso fisiologico, ossia funzionalmente paragonabili ad articolazioni, pur non avendone le caratteristiche anatomiche; queste sono le articolazioni sotto-deltoidea e scapolo-toracica.

Queste articolazioni sono “meccanicamente coordinate” tra di loro, agendo simultaneamente in proporzioni variabili. ⁽¹⁾

OSTEOLOGIA

Scapola

La scapola è un sito per l’inserzione di molti muscoli. È più spessa nei suoi angoli superiore e inferiore e sul margine laterale, dove si inseriscono alcuni dei muscoli più potenti. È anche più spessa dove si formano le sue apofisi, ossia: la coracoide, la spina, l’acromion e la glena.

Clavicola

Forma la parete anteriore del cingolo scapolare. Possiede un corpo e due estremità: una mediale (sternale) e una laterale (acromiale). La clavicola rappresenta uno strumento per trasmettere la forza di sostegno del trapezio alla scapola attraverso i legamenti coracoclavicolari; è anche una struttura ossea per l’inserzione dei muscoli ed un mezzo per aumentare la motilità dell’articolazione gleno-omerale. Consente infine alla spalla e all’omero di mantenersi lontano dal corpo, permettendo così all’arto superiore di muoversi liberamente rispetto allo scheletro assiale.

Omero

La superficie articolare prossimale dell’omero, ossia la testa omerale, ha forma sferoidale (un terzo di sfera), con un raggio di curvatura di circa 2,25 cm, e diametro verticale maggiore di quello antero-posteriore ⁽³⁾. Questa è rivestita da cartilagine ed è orientata in alto, medialmente e posteriormente formando con l’asse diafisario un angolo di inclinazione di 135° e con il piano frontale un angolo di declinazione di 30°.

L’omero presenta due tuberosità: la piccola tuberosità (trochine) rappresenta il sito di inserzione del tendine del sottoscapolare, mentre sulla grande tuberosità (trochite) s’inseriscono in direzione cranio-caudale i tendini del sovraspinoso, sottospinoso e piccolo rotondo.

ARTROLOGIA

L'ampio raggio di movimento è distribuito su tre articolazioni diartrodiali: la gleno-omeroale, l'acromion-claveare e la sterno-clavicolare. Queste ultime due articolazioni sono conosciute collettivamente come articolazione scapolotoracica.

PRIMO GRUPPO

Articolazione sterno-costo-clavicolare

Unica articolazione tra l'arto superiore e lo scheletro assiale, è un'articolazione con due gradi di libertà costituita dal terzo superiore dello sterno, dalla prima cartilagine costale e dall'estremità sternale della clavicola. ⁽⁴⁾

In questa articolazione c'è relativamente poca stabilità ossea, fornita principalmente dalla struttura legamentosa.

ANATOMIA OSSEA

Il versante sternale dell'articolazione sternoclavicolare è una superficie articolare conformata a sella. Il versante clavicolare è invece una superficie reciproca concavo-convessa, congruente con l'articolazione sternale. ⁽⁵⁾

La congruenza delle superfici articolari non è completa e questo richiede la presenza di un menisco (disco intra-articolare).

Articolazione acromion-clavicolare

È l'unica articolazione tra la clavicola e la scapola, formata dalla testa omerale e dalla superficie glenoidea della scapola; è inoltre un'artrodia a tre gradi di libertà. Insieme alla scapolo-toracica regola il movimento scapolare che dipende, nella sua parte scapolare, dal muscolo trapezio e dal dentato anteriore.

ANATOMIA OSSEA

Le due superfici articolari sono l'acromion della scapola e l'estremità laterale della clavicola. Anche qui è presente un menisco che permette un contatto ottimale e la trasmissione delle forze.

Articolazione scapolo-omerale (o glenomerale)

Principale articolazione della spalla, viene solitamente definita un'articolazione “non portante”; ciò è parzialmente vero non essendo essa sottoposta alla forza peso. Tuttavia le sollecitazioni meccaniche a cui essa è sottoposta sono notevoli. Un esempio: a braccio abdotto a 60°-90° nella zona di contatto tra omero e glenoide agisce una forza pari a 8 volte il peso del braccio.

Rappresenta l'articolazione con il maggior numero di gradi di libertà; trattasi questa infatti di un'artrosi con tre assi e tre gradi di libertà. È costituita dall'estremità sferoidale della testa omerale che ruota sulla concavità della glenoide scapolare, consentendo al braccio di compiere una rotazione vicina ai 360° nello spazio.

ANATOMIA OSSEA

La cavità glenoidea è meno estesa della superficie della testa omerale (rapporto 1:3); per tale motivo all'interno dell'articolazione s'interpone un cercine di tessuto fibroso che ricopre la cavità glenoidea lungo il suo margine, ossia il cercine glenoideo. Da solo però non è sufficiente per migliorare la stabilità, il che spiega l'alta frequenza di lussazione.

A livello di questa articolazione i muscoli svolgono una funzione non solo dinamica ma anche contenitiva; la loro paralisi infatti può determinare la perdita di contatto più o meno accentuata dei capi articolari.

SECONDO GRUPPO

Gli ortopedici individuano altre due articolazioni funzionali (cioè due superfici che scorrono una sull'altra), senza capsula articolare né membrana sinoviale.

Articolazione sotto-deltoidea

Detta “seconda articolazione della spalla”, è correlata biomeccanicamente all'articolazione scapolo-omerale. All'interno dell'articolazione è contenuta una borsa sierosa sottodeltoidea che facilita lo scorrimento fra i piani ossei e muscolari, la cui compressione è alla base di molte affezioni a carattere degenerativo (ad es. periartrite scapolo-omerale).

La volta coraco-acromiale forma uno spazio conosciuto come “outlet” o “defilè” del sovraspinoso, attraverso cui passa il tendine del sovraspinoso stesso. A causa della sua posizione

direttamente al di sopra della cuffia, la volta è spesso implicata nella patologia della cuffia dei rotatori.

Articolazione scapolo-toracica

Anche quest'articolazione non è “vera” in senso anatomico essendo formata da una superficie ossea rappresentata dalla porzione anteriore della scapola, che presenta un unico piano di movimento; funzionalmente può essere paragonata però ad un'artrodia, potendo realizzare movimenti traslatori ma non movimenti angolari.

Quest'articolazione ha due fondamentali compiti ossia la “sospensione” dell'arto superiore ed il “movimento”.

MIOLOGIA

La funzione del cingolo scapolare richiede il movimento integrato delle articolazioni viste in precedenza e questo movimento viene creato dalla fine interazione dei quasi 30 muscoli che controllano il totale complesso del sistema.

I movimenti della spalla sono possibili grazie ad un sinergismo tra i muscoli tonici che stabilizzano e mantengono centrata la testa omerale nella glenoide, ed i muscoli fasici che possono conseguentemente muovere la spalla sul fulcro così stabilito senza innalzare l'omero. Solo se i primi stabilizzano la testa omerale, può essere iniziato il complesso movimento della spalla nel suo insieme.

I muscoli che s'inseriscono sul cingolo scapolare e che quindi controllano i vari movimenti della spalla possono essere classificati in questo modo:

- muscoli scapolotoracici: trapezio, elevatore della scapola, dentato anteriore e piccolo pettorale;
- muscoli gleno-omerale: deltoide, grande rotondo e i muscoli della cuffia dei rotatori;
- muscoli poliarticolari: grande pettorale, gran dorsale e bicipite brachiale

Cuffia dei rotatori

La cuffia dei rotatori, sebbene costituita da quattro muscoli separati (sovraspinoso, sottospinoso, piccolo rotondo e sottoscapolare), è un apparato complesso. I muscoli possono apparire separati

superficialmente, ma nelle regioni più profonde sono strettamente connessi tra loro, con la capsula sottostante e con il tendine del capo lungo del bicipite. ⁽⁶⁾

I muscoli della cuffia dei rotatori hanno una duplice funzione:

- *stabilizzare la testa dell'omero nella glena*
- *eseguire in sinergia con altri muscoli i movimenti dell'omero*

2. PATOLOGIA E CHIRURGIA

PATOLOGIA DELLA SPALLA

Nella genesi delle patologie sono molti i fattori intrinseci che possono contribuire, come ad es. un alterato apporto vascolare, una modificazione delle caratteristiche tensili, invecchiamento con modificazione della matrice, traumi e microtraumi ripetuti, depositi di calcio, ma anche fattori estrinseci come le sindromi da attrito subacromiale (primitive e secondarie) e il sovraccarico meccanico.

Nella società vi è una grande prevalenza di patologie di spalla, con un'incidenza che va dal 7% al 36%. Queste possono sfociare in sintomatologie algiche considerevoli e disabilità; in queste situazioni la fisioterapia è spesso la prima scelta di trattamento.

La stabilità e la mobilità in quest'articolazione devono necessariamente trovare un compromesso. Molte delle patologie della spalla sono in effetti localizzate nelle strutture deputate alla stabilità e alla motilità, e possono anche essere provocate da processi degenerativi (es. artrosi) e traumatici (es. fratture).

Le patologie più frequenti sono:

- Capsulite adesiva
- Lesione della cuffia dei rotatori
- Instabilità
- Artrosi
- Fratture

Le lesioni possono derivare anche da alterazioni della catena cinetica. È proprio il sincronismo della catena cinetica a determinare la fluidità e la funzionalità del movimento di spalla.

Questa inoltre viene coordinata dall'apparato sensomotorio, vale a dire l'insieme delle componenti sensoriali e motorie e dei sistemi centrali di integrazione ed elaborazione preposti al mantenimento della stabilità articolare e della coordinazione. Comprende quindi il sistema visivo, il sistema vestibolare e il sistema somato-sensoriale, in modo particolare quello propriocettivo che contribuisce a mantenere la stabilità articolare, il controllo della postura e il controllo motorio.⁽⁷⁾

I pazienti che sono venuti alla nostra attenzione presentavano molteplici patologie a carico della spalla. Spiegheremo brevemente qui di seguito le patologie principali incontrate.

Sindrome da conflitto

Patologie dolorose alla spalla sono prevalenti nella popolazione, e seconde solo al dolore lombare. Studi suggeriscono che la sindrome da conflitto è la più comune causa di dolore di spalla. Tuttavia calcoli epidemiologici possono variare a seconda di come definiamo la sindrome da conflitto.

Se ne distinguono due tipi: primaria e secondaria. La causa della sindrome da conflitto di tipo primario è da ricercarsi nel restringimento del defilè del sovraspinoso dovuto alla forma, alle dimensioni o all'inclinazione dell'acromion, del legamento coraco-acromiale e dell'articolazione acromion-claveare in cui si trova il tendine del sovraspinoso.

Molteplici cause possono condurre la cuffia dei rotatori in una posizione di svantaggio meccanico nei confronti dell'arco coraco-acromiale, provocando in ultima analisi delle lesioni anatomico-patologiche e cliniche proprie dell'attrito subacromiale e determinando così una sindrome da conflitto di tipo secondario.⁽⁸⁾

Instabilità

Come già detto precedentemente l'articolazione gleno-omeroale è intrinsecamente "lassa", per la sua configurazione ossea e consente una mobilità superiore a quella di qualsiasi altra articolazione del corpo. La spalla sacrifica la stabilità per la mobilità: ne risulta che il maggior numero di lussazioni articolari è alla spalla, con oltre il 90% di lussazioni anteriori, di solito con il braccio in abduzione e rotazione esterna.

Le instabilità di spalla sono una patologia che interessa soprattutto la popolazione più giovane. L'epidemiologia di questa patologia mostra come l'età di esordio sia precedente ai 40 anni.⁽⁹⁾

Vengono divise in **costituzionali** o **traumatiche**. Le prime sono imputabili a una lassità legamentosa generalizzata per cui la testa omeroale ha la possibilità di slittare (in direzione antero-inferiore) rispetto alla glena.

Le traumatiche sono le più frequenti, sono molto dolorose, necessitano di una riduzione immediata e il classico meccanismo di lesione è l'associazione del movimento di abduzione ed extra-rotazione (es. gesto del lancio).

Instabilità anteriore di spalla

L'instabilità anteriore recidivante è il problema più frequente dopo una lussazione anteriore acuta. Il fattore più consistente e significativo che influenza la recidiva è l'**età alla prima lussazione**, ma in realtà questo potrebbe essere l'effetto della maggiore attività del giovane rispetto all'anziano.

La storia naturale dell'instabilità anteriore recidivante è modificata se viene eseguito un intervento di stabilizzazione precoce.

Lesione della cuffia dei rotatori

L'incidenza di lesioni alla cuffia dei rotatori aumenta con l'età. Infatti un paziente su cinque nella fascia d'età compresa fra i 70 ed i 90 anni presenta sindrome da conflitto, principale causa di lesione alla cuffia, che diventano uno su tre nei pazienti di oltre 90 anni.⁽¹⁰⁾

L'esecuzione di alcuni particolari movimenti della spalla, protratti per lunghi periodi di tempo e l'avanzare dell'età, sono la causa dei problemi più comuni che colpiscono questa struttura. Ogni qualvolta il braccio è tenuto in tensione, in una qualsiasi direzione, la cuffia dei rotatori e la borsa nell'articolazione della spalla subiscono una compressione. Con il passare degli anni la troppa frizione esercitata può portare al logoramento del tendine e della borsa.⁽¹¹⁾ Esiste comunque una predisposizione costituzionale e genetica di ogni soggetto verso i processi degenerativi dei tendini. La degenerazione dei tendini rotatori può indurre poi ad un'ulcerazione e alla fine ad una lesione. In quest'ultimo caso, talvolta, si può avvertire o udire un crepitio nella spalla.⁽¹²⁾

Lesione del capo lungo del bicipite

Neer ha rilevato una stretta associazione tra lesioni della cuffia e rottura del capo lungo del bicipite (CLB), e nella maggior parte dei pazienti la causa principale del dolore di spalla è l'impingement e la tendinite del CLB si sviluppa secondariamente.⁽¹³⁾

TRATTAMENTO CHIRURGICO

Il fattore più importante che determina il successo o il fallimento di un protocollo di riabilitazione della spalla è la definizione di una diagnosi corretta ⁽²⁾

I principali interventi a cui sono stati sottoposti i pazienti che abbiamo seguito nello studio sono: acromionplastica, sutura o ricostruzione della cuffia (in particolare del tendine del sovraspinoso e sottospinoso), tenodesi del capo lungo del bicipite, bursectomia, debridement subacromiale, sinoviectomia parziale.

Sindrome da conflitto

Il trattamento deve essere in un primo momento conservativo. Il trattamento chirurgico è raccomandato quando il trattamento conservativo, proseguito per almeno 6 mesi, non abbia eliminato la sintomatologia.

Posta l'indicazione chirurgica, è la **decompressione subacromiale** per via artroscopica il trattamento elettivo, con una più rapida ripresa della mobilità rispetto alla chirurgia aperta.

Viene eseguita una **bursectomia** per ottenere una migliore visuale del campo di lavoro, e si ricercano segni artroscopici di impingement, viene quindi eseguita la decompressione, con lisi del legamento coraco-acromiale. In alcuni casi si interviene anche con **acromionplastica** correttiva. ⁽¹⁴⁾

Instabilità

Gli obiettivi principali della moderna **chirurgia di stabilizzazione** di spalla sono quattro:

- correzione dell'instabilità
- conservazione dell'articolarià
- rispetto della normale anatomia
- basso rischio di complicanze

Indubbi sono i vantaggi che si possono avere con il trattamento artroscopico, ossia:

- 1) minimo insulto dei muscoli e della capsula
- 2) migliore visualizzazione della lesione e quindi migliore possibilità di ripararla
- 3) minimo danno estetico (tre fori da 3 mm)
- 4) recupero più rapido e semplice

L'indicazione chirurgica artroscopica è classica nelle lussazioni recidivanti. Si deve tenere in considerazione comunque il numero di episodi, l'età (i più giovani hanno più possibilità di recidive), l'attività sportiva e lavorativa, e la qualità del tessuto che deve essere riparato. ⁽¹⁵⁾

Lesione della cuffia dei rotatori

"The best time to operate would be immediately after the injury. I have found that in old cases on which I have operated, it is seldom easy, often difficult and sometimes impossible to repair the tendon" ⁽¹⁶⁾

Le lesioni della cuffia sono un intricato problema per la chirurgia di spalla infatti la clinica, le implicazioni con l'instabilità e la morfologia acromiale, le indicazioni al trattamento chirurgico, le difficoltà di riparazione, gli schemi di trattamento e le soluzioni tecniche proposte sono variegata. La restitutio ad integrum della funzione miotendinea avviene solo di rado, e indipendentemente da quale sia la tecnica chirurgica prescelta resta molto importante lo stretto rapporto di interdipendenza fra ortopedico e terapeuta della riabilitazione.

Le variabili principali che influenzeranno l'esito del trattamento sono tre:

- estensione della lesione
- grado di retrazione
- qualità del tessuto tendineo ed osseo

L'indicazione chirurgica per via artroscopica nella Sindrome da Impingement e nella ricostruzione della Cuffia dei Rotatori si pone quando il trattamento riabilitativo corretto ha dato scarsi risultati clinici soggettivi o nel caso di lesioni molto estese e dolenti.

L'intervento prevede un tempo assolutamente artroscopico che ha oltre il fine diagnostico anche quello di effettuare una **bursectomia sub-acromiale** e una **acromionplastica**, di verificare l'estensione dell'eventuale lesione della cuffia e la qualità del tessuto da riparare e la tensione con cui questo può essere reinserito sulla testa omerale.

Le suture tendinee e la reinserzione tendine-osso possono essere effettuate con tecnica solo artroscopica o con l'ausilio di una piccola incisione cutanea di 3-4 cm (mini-open); i risultati clinici, i tempi e le modalità di recupero sono sovrapponibili.

Nell'ambito del trattamento chirurgico vale il principio che meno danni si producono al deltoide ed alle strutture anatomiche "aggredite" migliori saranno il recupero funzionale ed i risultati complessivi. ⁽¹⁷⁾

Lesione del capo lungo del bicipite

Attualmente la **tenodesi del CLB** con o senza **riparazione della cuffia** è una comune procedura chirurgica largamente accettata sia in chirurgia artroscopica che aperta. ⁽¹⁸⁾

In conclusione, quando eseguire una riparazione chirurgica e quando procedere con l'intervento riabilitativo? Essenzialmente, le basi fondamentali sono una diagnosi corretta ed un'attenta selezione del paziente, con debita considerazione ed analisi di altri fattori quali l'ambiente di lavoro, l'età, il sesso, le aspettative, la qualità della riabilitazione e il profilo genetico: elementi tutti che possono influenzare la decisione

3. LA RIABILITAZIONE

Riscontri evidenti di una grave instabilità, di lacerazioni muscolari estese, di gravi perdite di mobilità vengono diagnosticati facilmente, ma non necessariamente trattati senza difficoltà. Perché la riabilitazione dia risultati, riconoscere e trattare la patologia è importante quanto comprenderne l'impatto sulla funzione normale della spalla. Lo scopo della riabilitazione, indipendentemente dalla patologia, è sempre il **recupero funzionale**.

Il fattore più importante che determina il successo o il fallimento di un protocollo di riabilitazione della spalla è la definizione di una diagnosi corretta.

In una revisione Cochrane comprendente 26 trial inclusi in una meta analisi viene fornita una certa evidenza, ossia che: *“some physiotherapy interventions are effective for some specific shoulder disorders”*.⁽¹⁹⁾

PRINCIPI GENERALI DELLA RIABILITAZIONE DELLA SPALLA

Il recupero in seguito alle patologie descritte precedentemente è inteso in generale come diminuzione del **dolore**, incremento graduale della mobilità e della forza, il recupero della sensibilità alterata e ripristino, ove possibile completo, dell'**autonomia** nelle attività di vita quotidiana con obiettivo finale l'eventuale ripresa dell'attività lavorativa, sportiva, degli hobby e della vita di relazione.

Sappiamo bene che il recupero funzionale della spalla, come principio generale, deve tener conto di diversi aspetti ossia del tipo di lesione, del tipo di intervento eseguito, dei tempi biologici e delle caratteristiche individuali “fisiche e psicologiche” del paziente.

Nella riabilitazione comunque il recupero della **mobilità** fisiologica rappresenta una priorità. Il terapeuta deve avere bene in mente che in qualsiasi spalla patologica può instaurarsi una rigidità che è sinonimo di dolore. Per questo motivo bisogna attuare anticipatamente tutti quegli accorgimenti che evitano la riduzione del fisiologico range di movimento.

Un altro aspetto importante, in seguito a un danno, è l'**ipotrofia** muscolare. Sia per motivi di ordine funzionale dovuti al fatto che la ridotta mobilità non permette il corretto movimento del braccio sia per ragioni di carattere motivazionale, l'utilizzo dell'arto superiore è compromesso.

Questa situazione crea una progressiva diminuzione del tono muscolare di tutto il cingolo scapolo-omerale, del braccio e dell'avambraccio.

Sappiamo anche che l'immobilità e l'intervento chirurgico causano un'importante **deafferentazione** che deve essere ristabilita precocemente.

Una volta recuperato l'aspetto funzionale-strutturale bisognerà poi passare alla rieducazione dell'esecuzione dei **compiti abituali**. Per riprodurre la precisione con la quale il complesso della spalla funziona, i muscoli debbono essere rieducati a compiere "schemi motori appresi". Questi schemi posizionano la spalla in maniera "preordinata" e attivano i muscoli con una precisa sincronizzazione.

Detto questo capiamo bene l'importanza che riveste la precocità dell'intervento e in generale quanto sia fondamentale il trattamento riabilitativo svolto da un fisioterapista competente per permettere all'individuo il ritorno all'esecuzione delle normali attività di vita quotidiana, ripristinando il livello di attività presente prima dell'insorgenza del problema.

In generale, la riabilitazione di una spalla dopo lesione o intervento chirurgico comincia con una mobilizzazione attiva precoce per recuperare la meccanica normale.

È stato dimostrato che un'immobilizzazione stretta è responsabile di un'instabilità "funzionale" della spalla secondaria a inibizione della cuffia dei rotatori, ad atrofia muscolare o a un cattivo controllo neuromuscolare. La mancanza di movimento attivo del complesso della spalla compromette poi le normali relazioni meccaniche tra la gleno-omerale e la scapolo-toracica e può portare ad anomalie della cuffia dei rotatori o a una sindrome da conflitto.

Protocolli di trattamento

Sindrome da conflitto

La chiave per un trattamento efficace del conflitto sottoacromiale si basa sulla definizione della causa dei sintomi di conflitto, se siano primari o secondari alle relazioni patologiche tra arco coracoacromiale e cuffia dei rotatori.

Il **trattamento conservativo è molto efficace** e comprende una combinazione di modalità terapeutiche che include farmaci antinfiammatori e un programma riabilitativo ben organizzato. In

generale, i protocolli completi di riabilitazione per il conflitto primario e secondario sono simili. Obiettivi iniziali del processo sono la scomparsa del dolore e il recupero del movimento.

Nel controllo del dolore possono essere efficaci anche modalità come la crioterapia e gli ultrasuoni. Ridurre il dolore consente inoltre di compiere progressi nella mobilità e nella forza muscolare.

Poiché la cuffia dei rotatori è intatta, gli esercizi per il ROM possono essere sia passivi sia attivi. All'inizio vengono effettuati al di sotto di 90° di abduzione per evitare il conflitto della cuffia. A mano a mano che i sintomi migliorano, si aumenta l'ampiezza del ROM.

Il programma ha inizio con esercizi in catena chiusa: gli esercizi in catena aperta vengono avviati quando gli esercizi in catena chiusa vengono eseguiti senza che si aggravino i dolori alla spalla.

Questi esercizi **servono a recuperare la capacità della cuffia dei rotatori di deprimere e stabilizzare la testa dell'omero**, il che determina un graduale aumento dello spazio sottoacromiale.

In generale, non si ricerca precocemente il rinforzo del deltoide nel programma di rieducazione per evitare un aumento sproporzionato delle forze dirette verso l'alto sull'omero.

Gli esercizi di stabilizzazione della scapola sono importanti per i pazienti con conflitto primario e secondario. Per un funzionamento corretto della cuffia e un posizionamento corretto dell'arco coracoacromiale viene richiesto un movimento reciproco tra gleno-omeroale e scapolo-toracica.

Il trattamento conservativo viene considerato fallito quando il paziente non mostra miglioramenti entro 3 mesi di un programma medico e riabilitativo coordinato. Inoltre dopo 6 mesi di trattamento conservativo appropriato la maggior parte dei pazienti ha raggiunto il massimo miglioramento possibile con il programma conservativo.

Un trattamento fallito o un plateau nel recupero a un livello insufficiente di funzionalità è un'indicazione all'intervento chirurgico.

Instabilità della spalla

Come sappiamo la stabilità della gleno-omeroale dipende dagli stabilizzatori statici e dinamici. Gli stabilizzatori statici possono essere influenzati da mezzi chirurgici, non dalla riabilitazione. Tuttavia, gli stabilizzatori dinamici possono essere profondamente influenzati da un appropriato programma di riabilitazione. Il rinforzo della muscolatura intorno alla spalla è la base di qualsiasi programma riabilitativo per l'instabilità della spalla.

Come già accennato la maggior frequenza è data dall'instabilità anteriore. Il trattamento conservativo dell'instabilità anteriore di spalla è stato associato a un **migliore esito nei pazienti di età maggiore di 30 anni**. I pazienti più giovani di solito richiedono tempi di immobilizzazione più lunghi nella speranza di ottenere un esito migliore. Tuttavia, bisogna riconoscere che la durata dell'immobilizzazione è correlata solo debolmente alla riduzione del tasso di recidive e occorrono ulteriori prove scientifiche per dimostrarne l'utilità.

La recidiva è la complicazione più frequente. I pazienti di età inferiore a 30 anni hanno un rischio medio del 70% circa di lussazione recidivante se trattati con un programma conservativo di riabilitazione. Complessivamente, la media di recidive con il trattamento conservativo è del 50% circa. Lo scopo della riabilitazione è quindi quello di ottimizzare la stabilità della spalla al fine di evitarne la comparsa. Per questo evitare tutte le manovre di provocazione ed eseguire un accurato rinforzo muscolare sono componenti importanti del programma riabilitativo.

Lacerazioni della cuffia dei rotatori

I risultati funzionali e le aspettative dopo chirurgia della cuffia sono in diretto rapporto con le dimensioni della lacerazione riparata. Wilk e Andrews basano infatti i tempi della riabilitazione sulle dimensioni e sull'estensione della lacerazione. ⁽²⁰⁾

Inoltre la qualità del tendine, del tessuto muscolare e dell'osso determina la velocità di progressione della riabilitazione. Un tessuto sottile, grasso o debole progredirà più lentamente di un tessuto eccellente.

A seconda dei **tessuti coinvolti** variano i tempi di riparazione e le modalità di trattamento. Ad esempio i tessuti che coinvolgono le strutture posteriori della cuffia richiedono una progressione più cauta nel rinforzo della rotazione esterna. La riabilitazione dopo riparazione del sottoscapolare (struttura anteriore) deve invece limitare la rotazione interna contro resistenza. Una limitazione dell'entità della rotazione interna passiva deve essere osservata fino a che non sia comparso un inizio di riparazione dei tessuti. La maggior parte delle lacerazioni compare ed è confinata al tendine del sopraspinoso, sede critica delle lacerazioni, che spesso corrisponde alla sede del conflitto sottoacromiale.

Le lacerazioni acute riparate **precocemente** hanno una tendenza leggermente maggiore a sviluppare rigidità e il nostro programma per il ROM è leggermente più aggressivo. Cofield ha notato che i pazienti che hanno subito una riparazione precoce migliorano più rapidamente con la riabilitazione di quelli sottoposti a una riparazione differita. ⁽²¹⁾

Molti autori hanno riferito **esiti meno buoni nell'anziano** che nel giovane. Questo può essere dovuto al fatto che l'anziano ha di solito lacerazioni più grandi e più complesse, il che probabilmente influenza l'esito.

Molti studi non hanno messo in evidenza **alcuna differenza in funzione della dominanza dell'arto**.

Infine, i ricercatori hanno notato una correlazione tra la funzione della spalla prima dell'intervento e il risultato dopo riparazione chirurgica. In genere, i pazienti che hanno uno **stile attivo di vita** prima dell'intervento ritornano allo stesso stile dopo l'intervento.

La riabilitazione dopo la chirurgia della cuffia dei rotatori pone enfasi su una mobilizzazione immediata, una precoce ricerca della stabilità della gleno-omero e un recupero graduale della forza muscolare. Per tutta la durata della riabilitazione deve essere evitato un eccesso di sollecitazioni sul tessuto in via di guarigione, alla ricerca di un equilibrio tra la spalla che recupera e la promozione della guarigione dei tessuti molli. ⁽²⁾

4. APPARECCHIATURA MJS (“Multi Joint System”)

Spesso nelle realtà attuali l'organizzazione dei tempi o il budget limitano i programmi riabilitativi intensivi nelle varie strutture di riabilitazione, costringendo i terapisti a mediare le esigenze delle strutture con quelle dei pazienti. Ovvero un approccio fisioterapico individuale “hand to hand” ed intensivo risulta spesso complicato e purtroppo non sempre praticabile. Una soluzione potrebbe essere proprio l'utilizzo di sistemi robotizzati di ausilio al terapeuta che si inseriscano all'interno del progetto riabilitativo, integrandolo. Molti sono i sistemi progettati soprattutto per articolazioni monoassiali come quella del ginocchio, che sono in uso da molti anni; pochi però per quanto riguarda la spalla a causa della difficoltà nel progettare un macchinario che lavori su una gamma di movimenti estremamente elevata, determinata dall'alto grado di mobilità di quest'articolazione.

Il “Multi Joint System” è un macchinario innovativo per la riabilitazione della spalla, unico nel suo genere, progettato dalla società “Tecnobody s.r.l.” che permette il movimento del complesso su tutti i piani articolari e in tutte le varie modalità ossia con movimento passivo attraverso l'innovativo sistema “Light-G” che illustreremo in seguito, attivo-assistito, attivo e contro una resistenza variabile, fornendo inoltre delle facilitazioni di tipo percettivo (uditivo e visivo). Permette quindi di lavorare su tutti quegli aspetti che, come detto in precedenza, sono fondamentali per il processo di recupero della funzionalità della spalla.

Prima di parlare nello specifico del funzionamento dell'MJS facciamo un'analisi della letteratura presente riguardo ad altre apparecchiature robotiche che sono state progettate per essere utilizzate come strumenti di valutazione e trattamento per la spalla.

Evidenze scientifiche

Nella ricerca effettuata sulle principali banche dati non sono stati trovati studi su apparecchiature robotiche utilizzate in soggetti con patologia ortopedica, ma tutti riguardanti pazienti post-stroke.

Tra le apparecchiature di questi studi abbiamo: **“InMotion2 Robot”** che controlla i movimenti del braccio dei pazienti solo nel piano orizzontale; il **“Rehaslide”** consiste invece di due manopole alle estremità di una tavoletta, che viene inclinata e ruotata dal paziente, ed i movimenti così impressi vengono ricreati sullo schermo del computer, questo contiene anche dei giochi da poter utilizzare con l'apparecchiatura (similmente all'MJS). In entrambi gli studi venivano valutati i miglioramenti utilizzando la Fugl-Meyer Assessment (FMA) e si evidenziavano punteggi aumentati dopo 18 ore di lavoro con la prima apparecchiatura e 6 settimane con 30 minuti di trattamento quotidiano per la seconda. ⁽²²⁾

Il **“MIT-MANUS robot”** è un'apparecchiatura per l'arto superiore che permette solo minimi movimenti della spalla in rotazione e antero-retroposizione; è un sistema esterno posto anteriormente al soggetto, il quale deve essere seduto, che aggancia lateralmente l'avambraccio. Offre feed-back visivo con PC. Lo scopo di questo studio era di valutare l'effetto potenziale di apprendimento nell'utilizzo dell'apparecchiatura e contemporaneamente di dimostrare la capacità di individuare sottili cambiamenti nei valori, questo in soggetti in condizioni normali e quindi sani con arto destro dominante. I soggetti furono sottoposti a sei valutazioni, due volte al giorno, ognuno a tre giorni di distanza. La valutazione comprendeva il ripercorrere il perimetro di un cerchio e il ricercare degli obbiettivi. I risultati dimostrarono che queste modalità di valutazione permettono di rilevare miglioramenti significativi nelle prestazioni motorie (anche quando le misure cliniche hanno rilevato solo piccole modifiche), senza effetto di apprendimento nella stessa sessione di prova e in tutte quelle successive. ⁽²³⁾

Il **“REHAROB Therapeutic System”** è un macchinario con supporti esterni mobili per spalla e gomito; consente di lavorare su tutto l'arto superiore, però è meno selettivo per quanto riguarda l'articolazione della spalla e non permette i movimenti completi su tutti i piani essendo un supporto esterno con fulcro non coincidente con il fulcro articolare. Inoltre questo macchinario permette solo una mobilizzazione passiva dell'arto. Lo studio è stato fatto allo scopo di valutare la riduzione della spasticità dopo 30 minuti di trattamento giornaliero, associati a 30 minuti di riabilitazione Bobath. ⁽²⁴⁾

Altro strumento è il **“NeReBot”**, un robot a tre cavi che convertono il moto rotatorio di tre motori in una traiettoria spaziale per l'arto del soggetto. È programmato per eseguire dei movimenti ripetitivi in flessione-estensione, abduzione-adduzione e pronosupinazione e movimenti circolari coinvolgendo spalla e gomito, misurando il movimento dei pazienti e sostenendoli se necessario. Offre feed-back visivo con PC. Lo scopo dello studio era testare se degli esercizi sensomotori per arti superiori paralizzati o paretici potessero migliorare il recupero motorio e funzionale in paziente con esiti di stroke. I pazienti furono valutati con Fulg-Meyer, FM-SEC (per coordinazione, spalla e

gomito), FM-WH (per mano e polso), Upper-Motricity index, motFIM, Medical Research Council (MRC). Nella prima valutazione pre-trattamento non furono trovate differenze clinicamente significative. Alla fine del trattamento fu evidenziato un miglioramento statistico, mentre al followup tre mesi dopo tutte le scale dimostrarono un risultato positivo ma nessuno significativo. ⁽²⁵⁾

Ultimo dispositivo trovato è il “*T-Wrex*”, un’ortesi per il braccio con 5 gradi di libertà che non contiene attuatori robotici; questo forse quello più simile all’MJS ha un esoscheletro con un sistema di elastici che supporta il peso del braccio permettendo di lavorare su di uno spazio 3D, è fornito inoltre di sensori di movimento che danno un input al computer permettendo di interagire con esso. Le differenze con l’MJS sono: innanzitutto il T-Wrex riesce a ricoprire solo il 66% della motricità possibile per l'arto superiore sul piano verticale e il 77% sul piano orizzontale mentre l’MJS ricopre il 100% dell'arco di movimento fisiologico; inoltre il primo permette il sostegno dell'arto ma non contiene attuatori robotici, mentre l’MJS grazie al sistema ad aria compressa permette di movimentare passivamente l'arto. Questo studio confrontava il trattamento con T-Wrex con il trattamento convenzionale in soggetti post-stroke, utilizzando come outcome primario la “Arm Motor of Fugl-Meyer” (AMFM) e altre scale validate per valutare ADL e qualità-quantità del movimento. Ne risultava che in tutte le valutazioni il T-Wrex aveva maggior efficacia ed era anche più apprezzato e motivante per i pazienti; si riscontravano inoltre punteggi più alti nella AMFM e nella forza di presa. ⁽²⁶⁾

In generale analizzando gli studi trovati possiamo affermare che ci sono forti evidenze per la terapia robot-assistita per aumentare la compliance al trattamento soprattutto introducendo incentivi per il paziente, come ad esempio i giochi. Inoltre, utilizzando dispositivi assistiti da computer per recuperare la funzione degli arti superiori, si possono facilmente applicare nuovi vincoli per ottimizzare il modello di movimento richiesto. Pertanto le complessità di un compito motorio possono essere controllate molto più precisamente con la robotica che in approcci terapeutici convenzionali.

Nonostante questo però la terapia robot-mediata non è attualmente così affermata come modalità di somministrazione della terapia e le misure mediate da robot sono di diffusione ancora più ridotta rispetto alle scale cliniche, che sono ancora il “gold standard” per la misurazione dei risultati.

FUNZIONAMENTO DELL’MJS

I componenti principali della MJS sono:

- *Basamento*, per garantire stabilità al sistema
- *Sedia ergonomica*, per posizionare correttamente il paziente. La posizione della sedia rispetto al braccio antropomorfo è regolabile, può essere alzata-abbassata e traslata lateralmente, per adattare la macchina alle caratteristiche antropometriche del paziente. Alla base della sedia sono presenti due maniglie di stabilizzazione che facilitano la prevenzione di compensi da parte del soggetto.
- *Pannello Comandi*, dove l’operatore modifica le forze sviluppate dal sistema e ne visualizza l’intensità. Le forze sono: (F1) Abduzione-adduzione orizzontale; (F2) Flesso-Estensione; (F3) Intra-Extrarotazione.
- *Alloggiamento Compressore*, dove un sistema ad aria compressa permette di agire con le sopracitate forze sul braccio antropomorfo
- *Braccio Antropomorfo*: è composto da un complesso di giunti che lo rende orientabile su 3 assi. Un sistema di rilevatori elettronici permette di verificarne istantaneamente la posizione nello spazio. Il braccio antropomorfo è sostenuto dal soggetto in esame grazie ad una manopola che si trova all’estremità distale. La lunghezza del braccio e dell’avambraccio sono regolabili.
- *Swich rossi*: tre pulsanti, due sulle maniglie di stabilizzazione e uno sulla manopola del braccio antropomorfo, attraverso cui il paziente può interagire con la macchina che segnalerà la posizione del braccio in esame nel momento in cui vengono premuti. Viene utilizzato per segnalare i punti in cui c’è presenza di dolore.
- *Bracciolo*, che può essere collegato al braccio antropomorfo sostenendo l’arto in esame. Utilizzato soprattutto per pazienti particolarmente timorosi o dolenti.
- *Pc e supporto Pc*, che elabora i dati della macchina restituendo un istantaneo feedback visivo sulla posizione dell’arto in esame nello spazio.

FUNZIONE “LIGHT-G” E RESISTENZA

Il motore a compressione della macchina permette di sviluppare una forza sui tre assi (verticale, trasversale e longitudinale) che agisce sul braccio antropomorfo; le forze possono essere contro resistenza o di supporto, quindi o dare una resistenza al movimento o accompagnarlo dando sostegno. In particolare è da sottolineare l’innovazione data dalla funzione “Light-G”, che consente di sgravare il peso del braccio. Infatti il sistema sviluppa una spinta dal basso verso l’alto

permettendo al paziente, anche in fase acuta, di esplorare determinati spazi articolari. Questa metodica riabilitativa è spesso utilizzata in acqua dove il paziente riceve una spinta idrostatica data dal corpo immerso. Con lo stesso principio il sistema MJS aiuta l'operatore nel regolare la spinta offerta dal sistema in relazione all'intervento muscolare richiesto al paziente. In questa modalità di compensazione dei carichi potrà essere annullato completamente il peso del braccio. In tal modo l'articolazione della spalla sarà completamente "alleggerita" permettendo al paziente una prima fase di esplorazione percettiva in assenza di carico.

SOFTWARE

MENU PRINCIPALE

Il programma di gestione del sistema MJS è composto da un insieme di sottoprogrammi, chiamati anche moduli, ciascuno avente una propria funzione. I moduli da noi utilizzati all'interno del programma sono i seguenti:

- 1) PLANARE E GRAFICI
- 2) TRACCIATI RIABILITATIVI
- 3) GESTIONE TRACCIATI RIABILITATIVI
- 4) VALUTAZIONE PROPRIOCETTIVA
- 5) ANAGRAFICA PAZIENTI

1) PLANARE E GRAFICI

Questo programma permette il controllo in tempo reale del braccio antropomorfo sia per interventi di valutazione che per sessioni di training propriocettivo.

All'interno di questo programma abbiamo varie sezioni:

- “Vista Planare”: permette di miscelare le due componenti angolari di abduzione-adduzione orizzontale e flesso-estensione in un unico movimento del puntatore all'interno dell'area circolare della schermata principale, che rappresenta i limiti dello spazio articolare. È possibile per il paziente segnare sul planare i punti di dolore cliccando uno degli switch rossi.
- “Grafici”: permette di visualizzare in modo analitico l'andamento delle inclinazioni mediante una rappresentazione cartesiana.
- “Anatomico”: fornisce una simulazione dei movimenti del braccio del paziente utilizzando un uomo virtuale che si muove in tempo reale.

L'operatore può anche disegnare sullo schermo del computer determinate traiettorie che si traducono in un movimento completamente libero e tridimensionale. In questo modo il paziente,

confrontando in tempo reale il proprio tracciato con quello di riferimento, dispone di un potente feedback in grado di aiutarlo nell'affinamento del proprio gesto motorio.

2) TRACCIATI RIABILITATIVI

Questa sezione utilizza la stessa interfaccia grafica di “vista planare”. All'interno dell'area di lavoro è possibile aggiungere dei tracciati composti da uno o più obiettivi da raggiungere.

3) GESTIONE TRACCIATI

In questa sezione è possibile creare dei tracciati riabilitativi da poter utilizzare nell'apposita sezione.

4) VALUTAZIONE PROPRIOCETTIVA

All'avvio del modulo viene visualizzato un percorso pre-valutativo, in preparazione ai percorsi valutativi veri e propri. In questi, il paziente dovrà cercare di percorrere i tracciati circolari proposti nel modo più fedele possibile, senza uscire dai confini. Al termine il programma mostrerà un indice significativo della prova detto **ATE**, che in sostanza rappresenta la percentuale di scostamento dal percorso esatto.

5) ANAGRAFICA PAZIENTI

È qui possibile riportare i dati anagrafici dei pazienti e i settaggi sulle misure della macchina per ciascun paziente. I soggetti salvati in questa sezione potranno essere selezionati in qualsiasi altra sessione prima dello svolgimento di una prova, così che la macchina sarà settata sui loro parametri qui salvati. È inoltre possibile, in questa sessione, riprendere le varie prove che sono state effettuate.

5. EVOLUZIONE DELLA TESI

I tesisti dell'anno accademico 2008/2009, Mohamed Ahsani e Giacomo Freddo, si sono occupati dell'MJS per valutare l'importanza del feedback visivo durante la mobilizzazione attiva e passiva della spalla, in soggetti in fase post acuta con esiti di intervento alla spalla; eliminando il feedback visivo infatti si osservava un miglioramento del ROM. Inoltre osservarono come chiedendo al soggetto di muovere il braccio attivamente, eseguendo una serie di estensioni contro resistenza creata dal braccio antropomorfo della macchina, il ROM nella flessione di spalla aumentava.

Questi studi confermarono l'utilità dell'MJS nella riabilitazione della spalla in pazienti affetti da alcune fra le più comuni patologie di spalla, avvalendosi della capacità del macchinario di offrire una resistenza modulabile in base alle caratteristiche del paziente nonché del tempo intercorso dall'intervento.

Ogni valutazione in ambito fisioterapico per ritenersi affidabile deve però avere due imprescindibili caratteristiche, ovverosia l'affidabilità intra e inter-operatore. E' stato così avviato da noi un confronto periodico nel tempo, in cui venivano compiute valutazioni sia dallo stesso operatore in diversi momenti che da due differenti operatori.

L'efficacia della riabilitazione fisioterapica però non consta solo di miglioramenti "fisici". Considerando la figura del paziente nella sua globalità e inserendolo in un contesto che tenga conto anche del vissuto della persona e delle sue aspettative, abbiamo ritenuto utile allargare le valutazioni compiute nella tesi dell'anno 2008/2009 andando oltre la considerazione di parametri fisici e compiendo un'indagine che riguardasse diversi outcome nell'ambito dell'attività e partecipazione, compreso il dolore e le limitazioni imposte da questo.

“The ICF puts the notions of ‘health’ and ‘disability’ in a new light. It acknowledges that every human being can experience a decrement in health and thereby experience some degree of disability. Disability is not something that only happens to a minority of humanity. The ICF thus ‘mainstreams’ the experience of disability and recognises it as a universal human experience. By shifting the focus from cause to impact it places all health conditions on an equal footing allowing them to be compared using a common metric – the ruler of health and disability. Furthermore ICF takes into account the social aspects of disability and does not see disability only as a ‘medical’ or

'biological' dysfunction. By including Contextual Factors, in which environmental factors are listed ICF allows to records the impact of the environment on the person's functioning.”⁽²⁷⁾

Sono stati individuati tre test funzionali a tale scopo, ognuno dei quali è stato comparato con i risultati offerti dalla macchina durante la riabilitazione a fornire così un quadro più completo dei progressi del paziente, rispettando le direttive dell'ICF.

Questi test sono:

- **DASH:** questionario autocompilabile che consta di 30 item atti a misurare la funzione fisica e i sintomi in persone con un qualsiasi disordine muscolo scheletrico dell'arto superiore. Questo strumento dà ai clinici e ai ricercatori il vantaggio di avere un singolo, affidabile strumento che può essere usato per valutare qualsiasi o tutte le articolazioni dell'arto superiore.
- **SF 36:** questionario sullo stato di salute del paziente che è caratterizzato dalla brevità (mediamente il soggetto impiega non più di 10 minuti per la sua compilazione) e dalla precisione (lo strumento è valido e riproducibile). E' stato sviluppato a partire dagli anni '80 negli Stati Uniti d'America come questionario generico, multi-dimensionale, articolato attraverso 36 domande che permettono di assemblare 8 differenti scale.
- **VAS:** rappresenta visivamente l'ampiezza del dolore che un paziente crede di avvertire. L'ampiezza è rappresentata da una linea in cui un'estremità indica l'assenza di dolore, mentre l'altra rappresenta il peggiore dolore immaginabile. La scala viene compilata dal paziente, al quale viene chiesto di tracciare sulla linea un segno che rappresenti il livello di dolore provato. La distanza misurata in millimetri, partendo dall'estremità che indica l'assenza di dolore, rappresenta la misura della sofferenza percepita.

QUESTIONARIO SF 36

Il “Short-Form Health Survey”, SF-36, è un questionario di 36 items ampiamente usato a livello mondiale per esaminare gli aspetti della qualità della vita correlati alla salute.⁽²⁸⁾

Le misure di qualità di vita e qualità di vita relativa alla salute vengono sempre più utilizzate sia nella pratica clinica sia in ambito di ricerca, il loro utilizzo è stato favorito da differenti fattori. Tra questi:

l'evolversi della tipologia delle malattie: da patologie a decorso acuto a forme a decorso cronico in cui il rapporto con la struttura sanitaria e il clinico è duraturo nel tempo ed in cui i fattori da misurare per valutare l'appropriatezza degli interventi non sono solo la semplice dicotomia positivo/negativo ma riguardano vari fattori come i sintomi, lo stato generale di salute o la soddisfazione della cura;

la constatazione che il soggetto è un'attendibile fonte di dati fornendo un punto di vista unico, non recuperabile con altre modalità di raccolta dati e complementare su molte aree a quello clinico; la disponibilità, resa possibile dalla recente ricerca ed applicazione pratica, di strumenti che sempre con maggior precisione ed accuratezza fossero in grado di raccogliere e trasformare l'opinione del paziente in informazioni sensate sia per il clinico sia per il ricercatore.

L'SF-36 è un questionario breve valido e riproducibile. La validità delle 8 scale dell'SF-36 è stata largamente studiata.⁽²⁸⁾

Le 8 scale psicometriche dell'SF-36 sono: Attività Fisica (Physical Functioning, PF, 10 domande), Ruolo e salute fisica (Role Physical, RP, 4 domande), Ruolo e stato emotivo (Role Emotional, RE, 3 domande), Vitalità (Vitality, VT, 4 domande), Salute Mentale (Mental Health, MH, 5 domande), Salute in generale (General Health, GH, 5 domande), Dolore Fisico (Bodily Pain, BP, 2 domande), Attività Sociali (Social Functioning, SF, 2 domande) e una singola domanda sul cambiamento nello stato di salute.⁽²⁹⁾

Tutte le domande dell'SF-36, tranne una, si riferiscono ad un periodo di quattro settimane precedenti la compilazione del questionario.

CAPITOLO SECONDO

6. SCOPO DELLA TESI

Gli scopi della tesi sono essenzialmente due.

Il primo è dimostrare l'affidabilità nell'utilizzo dell'MJS come strumento di valutazione della spalla, sia in soggetti in assenza di patologia alla spalla che in pazienti in trattamento fisioterapico sottoposti a interventi chirurgici o con necessità di trattamento conservativo alla spalla; questo valutando sia la ripetibilità dei dati tra operatori diversi che tra lo stesso operatore. Nella mia tesi sarà valutato solo il gruppo dei soggetti "sani".

Secondo scopo è dimostrare la corrispondenza tra le misurazioni acquisite con l'MJS nel gruppo dei pazienti e quelle ottenute dal questionario sf 36 da questi compilato.

7. RILEVANZA

Se risulterà affidabile, questo nuovo sistema potrà essere uno strumento di ausilio del fisioterapista nella definizione ed esecuzione del progetto riabilitativo del paziente con patologia alla spalla. Potrà essere utilizzato come strumento di valutazione per l'articolari  (passiva e attiva) e per la valutazione della propriocezione con le diverse modalit . Se c'  affidabilit  tra diversi operatori questo sicuramente sar  un fattore positivo considerando che nelle varie strutture riabilitative, molto spesso per esigenze organizzative,   necessaria la presa in carico del paziente da parte di diversi fisioterapisti.

Se risultassero positivi anche i risultati riguardo al secondo scopo della tesi allora si potrebbe pensare all'utilizzo dell'MJS per monitorare l'andamento del "dolore", osservandone le variazioni nel tempo.

8. MATERIALI E METODI

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

I partecipanti a questo studio sono soggetti volontari individuati tra i pazienti con patologia alla spalla in trattamento presso il Day Hospital riabilitativo della casa di cura “Santa Maria Maddalena”, sia in stato post-operatorio che in trattamento conservativo, che non presentassero controindicazioni all’utilizzo del dispositivo. Sono stati esclusi nello studio i soggetti in fase acuta precoce.

Il campione è formato da 22 pazienti di cui 11 femmine e 11 maschi, con età media 61 (range 21-78). 19 di questi pazienti hanno effettuato un intervento chirurgico (sutura della cuffia dei rotatori, debridement sottoacromiale, acromionplastica, bursectomia, tenotomia del CLB, sinoviectomia) in seguito a diverse diagnosi (lesione della cuffia, rottura del sovraspinoso, instabilità, frattura dell’omero, condroabrasione della testa omerale, rottura del sovraspinoso più conflitto e rottura del sovraspinoso più instabilità). Due pazienti invece hanno effettuato solo trattamento conservativo: uno per pregressa lesione della cuffia dovuta a trauma che non possedeva I presupposti per un intervento chirurgico, l’altro per lassità costituzionale con instabilità posteriore. Quest’ultimo paziente, presentando questa condizione per entrambe le spalle, è stato considerato nell’analisi dei dati come due soggetti distinti.

Per quanto riguarda invece il gruppo di soggetti “sani” coinvolti nello studio è questo composto da 15 soggetti, 4 femmine e 11 maschi, con età media 23 anni (range 20-27). Per partecipare dovevano presentare assenza di patologie o algie a varia eziologia a livello della spalla esaminata.

METODI DELLO STUDIO

Lo studio è stato condotto nel periodo fra febbraio e settembre 2010 presso il Day Hospital riabilitativo della casa di cura “Santa Maria Maddalena”. È stato realizzato per tutto il periodo con i tesisti Callegarin Maurizio, Tinello Chiara e Marcon Stefano. Successivamente ognuno di noi ha sviluppato una parte della tesi.

Il progetto ha preso avvio con la visita presso la sede della TecnoBody s.r.l. sita in Bergamo. In seguito all’apprendimento corretto dell’utilizzo dell’MJS abbiamo dato avvio alla prima fase dello studio basata sulla valutazione dell’affidabilità intra e inter-esaminatore per quanto riguarda la

misura di articolarietà e propriocezione, questo sia nei pazienti con patologia alla spalla che nel gruppo dei soggetti “sani”.

In un secondo tempo abbiamo attivato anche la seconda fase dello studio ossia la compilazione della scala VAS dei questionari SF 36 e DASH da parte dei pazienti alla fine di ogni seduta di valutazione.

Ricerca evidenze

Innanzitutto è stata realizzata una ricerca su PubMed e PEDro utilizzando le seguenti parole chiave sia come termini Mesh che come text word o title/abstract, combinate fra loro con gli operatori booleani “AND” e “OR”: shoulder, shoulder joint, upper limb, upper extremity; instrument, mechanical, robotic, robotic system, robotic arm, electronic system, mechanical arm, equipment and supplies, fixture, anthropomorphic, computer program, electronic system; software validation, validation studies as topic, validation studies, reproducibility of results, reliability.

In PEDro la sono stati utilizzati i termini instrument, mechanical, robotic, robotic system, robotic arm, electronic system, mechanical arm, equipment and supplies, fixture, anthropomorphic, computer program, electronic system in associazione alla selezione “upper arm, shoulder or shoulder girdle” nella sezione “body part”.

Un esempio di stringa di ricerca su PubMed, da cui sono stati reperiti 14 studi: (“anthropomorphic”[tiab] OR “computer program”[tiab] OR “electronic system”[tiab] OR “mechanical arm”[tiab] OR “robotic system”[tiab] OR “robotic arm”[tiab] OR “robotic”[tiab]) AND (“shoulder”[Majr] OR “shoulder joint”[Majr] OR “upper extremity”[Majr] OR “upper limb”[tiab]) AND (“Software Validation”[Majr] OR “Validation Studies as Topic”[Majr] OR “Validation Studies”[Publication Type] OR “Reproducibility of Results”[Majr] OR “Reliability”[tiab])

Tra tutte queste ricerche gli studi presi da noi in considerazione sono stati 6 (vedi “Evidenze scientifiche”).

Strategia di valutazione

La valutazione veniva effettuata utilizzando il dispositivo MJS. La durata della valutazione variava dai 15 ai 30 minuti a seduta ed era inserita all'interno del trattamento tradizionale in palestra della durata di due ore complessive, che il paziente seguiva per 3 volte la settimana.

La seduta di valutazione con l'MJS inizia facendo accomodare il soggetto sulla macchina e illustrandogli le principali nozioni sul funzionamento.

In particolare viene richiesto di rispettare tre regole fondamentali per un utilizzo corretto del macchinario:

- 1) il gomito dell'arto in esame va mantenuto sempre esteso;
- 2) il soggetto deve mantenere il tronco eretto e le spalle allineate, evitando compensazioni; per facilitare ciò viene chiesto di mantenere sempre in appoggio lo schienale tra le scapole e l'arto superiore sano afferra la manopola presente dal lato contro-laterale alla spalla in esame;
- 3) gli arti inferiori devono essere posizionati alla stessa larghezza del bacino e i piedi appoggiati a terra

Ad ogni valutazione il setting della macchina viene regolato sulle caratteristiche del soggetto:

- 1) lunghezza avambraccio, che viene valutata facendo afferrare la maniglia del braccio mobile della macchina e adattandone la lunghezza in modo che il perno del braccio mobile coincida con il condilo laterale dell'omero;
- 2) lunghezza braccio, che coincide con la lunghezza dell'avambraccio;
- 3) offset slitta, che viene misurato chiedendo al soggetto di stringere la maniglia del braccio meccanico mentre l'operatore sostiene il braccio a 90° di flessione; fatto ciò bisogna fare in modo che mano e acromion siano allineati e che il loro asse cada all'interno del fulcro della macchina;
- 4) l'altezza viene calcolata tramite la stessa procedura dell'offset slitta.

Tutti questi dati vengono poi inseriti nell'apposita sezione anagrafica dove viene creata una cartella specifica per ogni paziente in cui si inseriscono, oltre ai dati sopracitati, nome, cognome, data di nascita, arto in esame, anamnesi patologica e riabilitativa, peso e altezza.

Ultimata la compilazione anagrafica si procede con una prima presa di contatto con la macchina. L'operatore seleziona dal menù principale la finestra "*planare e grafici*", dove nella sessione "*anatomica*" il paziente può vedere la rappresentazione grafica in 3D del movimento del

braccio nello spazio. Fatto ciò si passa alla sessione “*vista planare*” dove al paziente viene chiesto di muoversi liberamente nello spazio prendendo confidenza con la proiezione grafica del suo braccio.

Dopo aver completato tutta la fase iniziale di “*settaggio*” e raccolta dati si passa alla valutazione vera e propria, partendo dalla misura dell’articolari . Nel gruppo dei “sani” abbiamo valutato solo il ROM attivo ad occhi aperti in tutti i piani di movimento, valutando quindi flesso-estensione, intra-extra rotazione con il braccio flesso a 90° e adduzione-abduzione sul piano orizzontale, arrivando fino al limite possibile in assenza di compensi. Per il gruppo dei pazienti   stato valutato il ROM passivo e il ROM attivo, ove possibile dal paziente, ad occhi aperti e chiusi concentrandoci soprattutto sul piano scapolare per evitare di andare ad utilizzare movimenti gravosi per il paziente e fermandosi alla minima comparsa di dolore.

Entrando nella sessione “*valutazione propriocettiva*” si procedeva con la valutazione attraverso l’utilizzo di due tracciati di forma ellittica: nel primo il soggetto deve svolgere il percorso nel minor tempo possibile cercando di restare sopra la linea che disegna l’ellisse nello schermo, nel secondo deve restare all’interno di due linee di confine. terminate le due sessioni viene riportato il dato percentuale elaborato dal computer. Questa funzione   stata utilizzata solo per i soggetti “sani”.

La fase finale della valutazione era rappresentata dalla valutazione propriocettiva mediante tracciati riabilitativi creati sul piano scapolare con una doppia componente, flessoria e abduzione-adduzione. Questa   la parte pi  corposa della valutazione, si divide in due gruppi di valutazione (con e senza l’utilizzo del bracciolo) suddivisi a loro volta in altri due sottogruppi (occhi aperti e occhi chiusi); questo per i “sani”, mentre per i pazienti sono state aggiunte la modalit  Light-G e la modalit  contro-resistenza, associando una resistenza variabile per pazienti in avanzata fase di guarigione.

Il percorso era composto da 6-8 obiettivi. Il primo obiettivo   di colore diverso dagli altri e una volta che il cursore (rappresentante il braccio del soggetto) si posiziona su un obiettivo questo cambia colore e viene emesso un segnale acustico, facilitante soprattutto ad occhi chiusi.

Il tracciato era standard per tutti i soggetti “sani”, in quanto essendo sani si presupponeva che ricadessero tutti in un range fisiologico, permettendo cos  di standardizzare al massimo le varie valutazioni; per i pazienti invece ogni tracciato   stato creato su misura in modo che tutti gli obiettivi raggiungibili stessero all’interno del ROM attivo misurato in precedenza. Il tracciato creato per il singolo paziente veniva poi riutilizzato per ogni rivalutazione successiva. Si   preferito

non arrivare agli estremi del ROM per evitare l'utilizzo di compensi involontari, facendo perdere oggettività alla valutazione propriocettiva.

Dopo aver fatto delle prove per comprendere al meglio il compito, il tracciato veniva fatto ripetere per tre volte inizialmente ad occhi aperti per facilitare la memorizzazione del movimento. Al termine di ogni singola prova venivano da noi riportati i dati rilasciati dal computer che riguardano:

- 1) tempo impiegato dal soggetto per colpire tutti gli obiettivi;
- 2) perimetro, che è un dato che valuta lo spazio percorso dall'arto e quindi la precisione nel colpire gli obiettivi;
- 3) numero di obiettivi colpiti.

Le tre prove venivano ripetute successivamente con gli occhi chiusi. Il soggetto in questa modalità portava il cursore sul primo obiettivo con gli occhi aperti, per poi chiuderli e cercare di riprodurre il percorso.

Lo stesso iter veniva ripetuto con il bracciolo per i "sani" e con la modalità Light-G per i pazienti. La forza F2 in flessione veniva aumentata progressivamente creando un effetto di sostegno, mentre il paziente doveva controllare solo il movimento in latero-laterale per raggiungere gli obiettivi.

Infine il tracciato veniva effettuato contro-resistenza con una forza in estensione uguale ma inversa a quella utilizzata nel Light-g.

Per quanto riguarda la seconda fase dello studio la VAS veniva somministrata al paziente all'inizio della prima valutazione ponendo come domanda: "Quanto dolore ha provato alla spalla nell'ultima settimana?".

Nelle successive sedute veniva sempre somministrata la VAS all'inizio della valutazione però modificandone la domanda, ossia: "Quanto dolore ha provato alla spalla dopo l'ultima valutazione con l'MJS?".

Questa modalità è stata utilizzata per dare un riferimento temporale più preciso al paziente essendo già difficile di per sé valutare l'entità del dolore che si prova in un arco di tempo, essendo questo dipendente da diversi fattori.

Analisi statistica

L'analisi è stata condotta con il programma "SPSS 17.0 for Windows".

È stato utilizzato il "coefficiente di correlazione intraclassa" (ICC) per l'analisi di affidabilità, confrontando le prime valutazioni con le terze, effettuate dallo stesso operatore, per l'affidabilità intra-rater; mentre per l'affidabilità inter-rater sono state confrontate le prime con le seconde valutazioni, svolte da due operatori differenti.

È stata poi utilizzata la "correlazione bivariata di Spearman" allo scopo di valutare primariamente la correlazione interna tra i singoli valori di articularità per confermare la presenza di significatività.

Successivamente è stata eseguita la correlazione tra i dati ottenuti con l'MJS e quelli derivanti dalla compilazione del SF-36. Infine il confronto è stato eseguito anche tra SF-36 e il questionario autosomministrato DASH e la scala VAS.

I dati dapprima elaborati con il programma "Microsoft Excel 2003" sono stati poi ordinati secondo criteri di leggibilità ed inoltre per ciascuna variabile è stato identificato un codice univoco di massimo 8 cifre, che potesse essere riconosciuto da "SPSS". Ai pazienti è stato attribuito un codice numerico a tutela della privacy.

CAPITOLO TERZO

9. RISULTATI

Tutti i soggetti hanno partecipato alla prima fase della tesi. Quasi tutti sono stati sottoposti a tre valutazioni da parte di due valutatori differenti, escluso un paziente che presenta un'unica valutazione per cessazione del trattamento.

Per i pazienti la prima valutazione è stata effettuata a distanza variabile dall'intervento: in media 47 gg (range 23-105 gg); la seconda invece, da parte di un altro operatore, è avvenuta nello stesso giorno o comunque ad un massimo di distanza di 12 gg ove non fosse possibile una seconda valutazione per affaticabilità del paziente. La terza valutazione, ossia la rivalutazione del primo operatore, è stata svolta a distanza di tempo variabile dalla prima valutazione: in media 12 gg (range 2-31 gg).

Le differenze che caratterizzano il gruppo dei sani rispetto a quello dei pazienti, sono costituite sostanzialmente da valutazioni diverse e quindi nell'analisi statistica emergono come variabili diverse, infatti solo alcune di queste sono comuni a entrambi i gruppi e proprio queste ultime saranno oggetto della mia analisi.

Nello specifico le variabili non comuni sono la valutazione propriocettiva che è stata eseguita solo dal gruppo sani in quanto era necessaria una completa articolarietà, e per un ragionamento del tutto analogo la valutazione della flessione dopo una serie di depressioni ripetute contro resistenza è stata proposta solo ai pazienti e non ai sani in quanto solo nei pazienti si poteva riscontrare un aumento di range dato che in questi era limitato.

AFFIDABILITA'

Per quanto riguarda le analisi di affidabilità la parte di cui mi occupo io è quella inerente al gruppo “globale” costituito dai soggetti sani insieme ai pazienti.

I coefficienti di correlazione intraclassa ICC tra prima e seconda valutazione riguardano le valutazioni effettuate nello stesso giorno da due operatori diversi, rappresenta quindi l' affidabilità inter operatore, I ICC tra prima e terza valutazione riguardano le valutazioni effettuate a distanza di tempo dallo stesso operatore, rappresenta quindi l' affidabilità intra operatore.

Le variabili esaminate (inserite nella prima colonna) sono quelle comuni a entrambi i gruppi.

Tabella 1 : Affidabilità inter rater e intra rater in gruppo “globale”

VARIABILI		GLOBALE									
		INTER OPERATORE					INTRA OPERATORE				
		N	ICC	CI 95%		P	N	ICC	CI 95%		P
				inf	sup				inf	sup	
SETTING	BRACCIO	36	0,979	0,967	0,999	0,00	36	0,985	0,974	0,992	0,00
	ALTEZZA	36	0,908	0,985	0,953	0,00	36	0,936	0,923	0,967	0,00
	SEDUTA	36	0,981	0,968	0,990	0,00	36	0,988	0,98	0,994	0,00
ARTICOLARITA' ATTIVA	FLESSIONE	28	0,996	0,988	0,998	0,00	28	0,986	0,979	0,994	0,00
	OCCHI APERTI	28	item con varianza=0				28	item covarianza=0			
TRACCIATO OCCHI APERTI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	25	0,951	0,944	0,978	0,00	25	0,835	0,785	0,927	0,00
	PERIMETRI	25	0,825	0,813	0,923	0,00	25	0,47	0,202	0,767	0,06
	OBIETTIVI	25	0,928	0,892	0,968	0,00	15	0,488	0,524	0,828	0,11
TRACCIATO OCCHI CHIUSI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	25	0,974	0,964	0,988	0,00	15	0,725	0,687	0,908	0,01
	PERIMETRI	25	0,826	0,793	0,923	0,00	15	0,816	0,794	0,825	0,19
	OBIETTIVI	25	0,501	0,132	0,780	0,05	25	0,711	0,665	0,726	0,25

Per approfondire l'analisi ho ritenuto necessario considerare i gruppi "sani" e "pazienti" singolarmente e confrontarli con il gruppo globale.

Tabella 2 : Confronto tra affidabilità inter rater di gruppi "globale" e "pazienti"

VARIABILI		INTER OPERATORE									
		GLOBALE					PAZIENTI				
		N	ICC	CI 95%		P	N	ICC	CI 95%		P
				inf	sup				inf	sup	
SETTING	BRACCIO	36	0,979	0,967	0,999	0,00	21	0,98	0,96	0,99	0,00
	ALTEZZA										
	SEDUTA	36	0,908	0,985	0,953	0,00	21	0,9	0,75	0,96	0,00
	OFFSET										
	SEDUTA	36	0,981	0,968	0,990	0,00	21	0,98	0,94	0,99	0,00
ARTICOLARITA' ATTIVA	FLESSIONE	28	0,996	0,988	0,998	0,00	13	0,99	0,98	1	0,00
	OCCHI APERTI	28	item con varianza=0				13	item con varianza = 0			
TRACCIATO OCCHI APERTI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	25	0,951	0,944	0,978	0,00	10	0,93	0,73	0,98	0,00
	PERIMETRI	25	0,825	0,813	0,923	0,00	10	0,77	0,66	0,94	0,00
	OBIETTIVI	25	0,928	0,892	0,968	0,00	10	0,98	0,9	0,99	0,00
TRACCIATO OCCHI CHIUSI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	25	0,974	0,964	0,988	0,00	10	0,99	0,94	1	0,00
	PERIMETRI	25	0,826	0,793	0,923	0,00	10	0,95	0,8	0,99	0,00
	OBIETTIVI	25	0,501	0,132	0,780	0,05	10	0,72	-0,14	0,93	0,37

Tabella 3: Confronto tra affidabilità intra rater di gruppi "globale" e "pazienti"

VARIABILI		INTRA OPERATORE									
		GLOBALE					PAZIENTI				
		N	ICC	CI 95%		P	N	ICC	CI 95%		P
				inf	sup				inf	sup	
SETTING	BRACCIO	36	0,985	0,974	0,992	0,00	21	0,99	0,978	0,996	0,00
	ALTEZZA										
	SEDUTA	36	0,936	0,923	0,967	0,00	21	0,93	0,834	0,973	0,00
	OFFSET										
	SEDUTA	36	0,988	0,98	0,994	0,00	21	0,99	0,972	0,995	0,00
ARTICOLARITA' ATTIVA	FLESSIONE	28	0,986	0,979	0,994	0,00	13	0,99	0,955	0,996	0,00
	OCCHI APERTI	28	item covarianza=0				13	item con varianza = 0			
TRACCIATO OCCHI APERTI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	25	0,835	0,785	0,927	0,00	10	0,26	-1,981	0,816	0,33
	PERIMETRI	25	0,47	0,202	0,767	0,06	10	0,00	-3,026	0,752	0,50
	OBIETTIVI	15	0,488	0,524	0,828	0,11	10	0,70	-0,208	0,925	0,04
TRACCIATO OCCHI CHIUSI SENZA BRACCIOLO	TEMPI	15	0,725	0,687	0,908	0,01	10	0,70	-0,208	0,925	0,04
	PERIMETRI	15	0,816	0,794	0,825	0,19	10	-0,02	-3,110	0,746	0,51
	OBIETTIVI	25	0,711	0,665	0,726	0,25	10		-3,449	0,726	0,56

Tabella 4: Confronto tra affidabilità inter rater di gruppi “globale” e “sani”

VARIABILI		INTER OPERATORE									
		GLOBALE					SANI				
		N	ICC	CI 95%		P	N	ICC	CI 95%		P
				inf	sup				inf	sup	
SETTING	BRACCIO	36	0,979	0,967	0,999	0,00	15	0,96	0,89	0,99	0,00
	ALTEZZA							0,89	0,669	0,96	0,00
	SEDUTA	36	0,908	0,985	0,953	0,00	15				
	OFFSET SEDUTA	36	0,981	0,968	0,990	0,00	15	0,99	0,96	1	0,00
ARTICOLARITA' ATTIVA	FLESSIONE	28	0,996	0,988	0,998	0,00	15	item con varianza = 0			
OCCHI APERTI	ESTENSIONE	28	item con varianza=0				15	item con varianza = 1			
TRACCIATO OCCHI APERTI	TEMPI	25	0,951	0,944	0,978	0,00	15	0,83	0,488	0,94	0,00
SENZA BRACCIOLO	PERIMETRI	25	0,825	0,813	0,923	0,00	15	0,8	0,394	0,93	0,00
	OBIETTIVI	25	0,928	0,892	0,968	0,00	15	0,5	-0,48	0,83	0,10
TRACCIATO OCCHI CHIUSI	TEMPI	25	0,974	0,964	0,988	0,00	15	0,9	0,71	0,97	0,00
SENZA BRACCIOLO	PERIMETRI	25	0,826	0,793	0,923	0,00	15	0,7	0,493	0,9	0,02
	OBIETTIVI	25	0,501	0,132	0,780	0,05	15	0,84	-0,76	0,9	0,45

Tabella 5: Confronto tra affidabilità intra rater di gruppi “globale” e “sani”

VARIABILI		INTRA OPERATORE									
		GLOBALE					SANI				
		N	ICC	CI 95%		P	N	ICC	CI 95%		P
				inf	sup				inf	sup	
SETTING	BRACCIO	36	0,985	0,974	0,992	0,00	15	0,97	0,898	0,99	0,00
	ALTEZZA							0,92	0,77	0,97	0,00
	SEDUTA	36	0,936	0,923	0,967	0,00	15				
	OFFSET SEDUTA	36	0,988	0,98	0,994	0,00	15	0,99	0,967	1	0,00
ARTICOLARITA' ATTIVA	FLESSIONE	28	0,986	0,979	0,994	0,00	15	item con varianza = 0			
OCCHI APERTI	ESTENSIONE	28	item covarianza=0				15	item con varianza = 1			
TRACCIATO OCCHI APERTI	TEMPI	25	0,835	0,785	0,927	0,00	15	0,52	-0,43	0,84	0,09
SENZA BRACCIOLO	PERIMETRI	25	0,47	0,202	0,767	0,06	15	0,34	-0,95	0,78	0,22
	OBIETTIVI	15	0,488	0,524	0,828	0,11	15	0,24	-1,25	0,75	0,30
TRACCIATO OCCHI CHIUSI	TEMPI	15	0,725	0,687	0,908	0,01	15	0,84	0,509	0,95	0,00
SENZA BRACCIOLO	PERIMETRI	15	0,816	0,794	0,825	0,19	15	0,77	0,314	0,92	0,01
	OBIETTIVI	25	0,711	0,665	0,726	0,25	15	0,04	-1,86	0,68	0,47

CORRELAZIONI

CORREALZIONI “INTERNE”

Le prossime 2 tabelle riguardano la correlazione interna, ossia il confronto tra modalità opposte.

Saranno confrontati i valori delle valutazioni effettuate in modalità attiva con quelli relativi alla modalità passiva e le valutazioni eseguite ad occhi aperti con quelle effettuate ad occhi chiusi.

I valori di estensione essendo tutti uguali a 0 in tutti i soggetti e nelle varie modalità di valutazione articolare non sono state considerate nella correlazione, i dati di seguito riportati si riferiscono quindi ai valori di flessione del gruppo “globale” nelle tre valutazioni.

_ PASSIVO - ATTIVO

Tabella 6

		Coefficiente di correlazione	P	N
1A VALUTAZIONE				
FLESSIONE PASSIVA OA	ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 1	,872**	0,00	13
FLESSIONE PASSIVA OC	ARTICOLARITA' ATTIVA OC FLESSIONE 1	,685*	0,01	12
2A VALUTAZIONE				
FLESSIONE PASSIVA OA	ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 2	,949**	0,00	13
FLESSIONE PASSIVA OC	ARTICOLARITA' ATTIVA OC FLESSIONE 2	,947**	0,00	12
3A VALUTAZIONE				
FLESSIONE PASSIVA OA	ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 3	,721**	0,01	13
FLESSIONE PASSIVA OC	ARTICOLARITA' ATTIVA OC FLESSIONE 3	,607*	0,04	12

_OCCHI APERTI - OCCHI CHIUSI

Tabella 7

			Coefficiente di correlazione	P	N
1A VALUTAZIONE					
ARTICOLARITA' PASSIVA OA FLESSIONE 1	ARTICOLARITA' PASSIVA FLESSIONE 1	OC	,973**	0,00	20
ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 1	ARTICOLARITA' ATTIVA FLESSIONE 1	OC	,992**	0,00	12
2A VALUTAZIONE					
ARTICOLARITA' PASSIVA OA FLESSIONE 2	ARTICOLARITA' PASSIVA FLESSIONE 2	OC	,934**	0,00	12
ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 2	ARTICOLARITA' ATTIVA FLESSIONE 2	OC	1,000**	0,00.	12
3A VALUTAZIONE					
ARTICOLARITA' PASSIVA OA FLESSIONE 3	ARTICOLARITA' PASSIVA FLESSIONE 3	OC	,995**	0,00	20
ARTICOLARITA' ATTIVA OA FLESSIONE 3	ARTICOLARITA' ATTIVA FLESSIONE 3	OC	0,997	0,00	12

CORRELAZIONI SF 36

I questionari compilati dai pazienti al termine della prima valutazione come precedentemente detto sono stati SF 36, DASH, e la scala VAS.

Il questionario di cui esporrò diverse correlazioni è quello relativo allo stato di salute ; SF 36

SF 36 - DASH

Correlazione con il secondo questionario compilato dai pazienti

Tabella 8

SF 36 & DASH									
	Dash 1-30			Dash 31-34 sport			Dash 35-38 lavoro		
	N	Coefficiente di correlazione	Sig. (2-code)	N	Coefficiente di correlazione	Sig. (2-code)	N	Coefficiente di correlazione	Sig. (2-code)
AF attività fisica	14	-,727**	0,00	7	-0,223	0,63	10	-,897**	0,00
RP limitazioni di ruolo dovute alla salute fisica	14	-,599*	0,02	7	-0,369	0,42	10	-,786**	0,01
BP dolore fisico	14	-,555*	0,04	7	-0,307	0,50	10	-,730*	0,02
GH percezione dello stato di salute generale	14	0,090	0,76	7	,875**	0,01	10	0,459	0,18
VT vitalità	14	-,542*	0,05	7	-0,723	0,07	10	-,723*	0,02
SF attività sociali	14	-0,056	0,85	7	-0,615	0,14	10	-0,396	0,26
RE limitazioni di ruolo dovute allo stato emotivo	14	-0,126	0,67	7	0,491	0,26	10	-0,1481	0,68
MH salute mentale	14	-,801**	0,00	7	0,030	0,95	10	-0,620	0,06

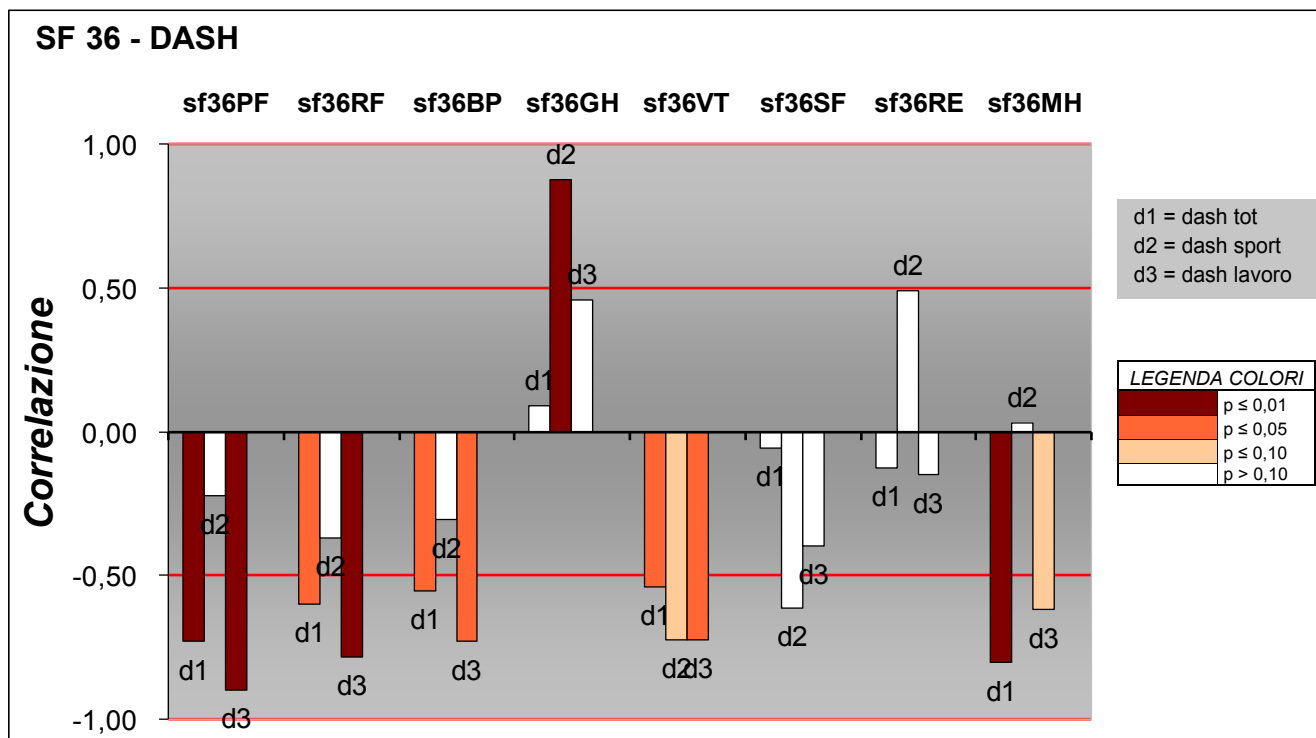
La presenza dei due asterischi (N**) a lato del valore indica una significatività statistica $p \leq 0,01$;

la presenza di un asterisco (N*) indica una $p \leq 0,05$.

Un valore di correlazione che abbiamo reputato essere sufficientemente buono è maggiore di 0,5 o minore di -0,5, in quest' ultimo caso siamo in presenza di una correlazione inversa, cioè l'aumentare di una variabile è correlata al diminuire dell'altra. Tanto più il valore è prossimo a 1 in valore assoluto tanto più alta è la correlazione.

Per una lettura più immediata dei dati presenti nella tabella 8 propongo di seguito un grafico

Grafico 1



Sull'asse delle ascisse sono presenti gli sia 8 domini del SF -36 sia i 3 campi del DASH , sull'asse delle ordinate è presente la variabile correlazione (limite inferiore -1 e limite superiore 1)

Inoltre ho abbinato un colore a ogni valore limite di significatività statistica p (come si può osservare nella “legenda colori” a destra del grafico) ; oltre ai valori con p inferiore o uguale a 0,01 e p inferiore o uguale a 0,05 ho deciso di evidenziare quei valori che avevano una p compresa tra 0,05 e 0,1 in quanto correlazioni potenzialmente buone con un campione di soggetti di poco più ampio.

Le due linee rosse orizzontali parallele nel grafico rappresentano i valori di correlazione 0,5 (quella superiore) e -0,5 (quella inferiore) , i valori che sono maggiori della prima o minori della seconda (le colonne dell' istogramma che rispettivamente terminano al di sopra o al di sotto di tali linee) si possono considerare come indici di buona correlazione. Tanto più il valore è prossimo a 1 o a -1 tanto più la correlazione è solida (il parametro deve essere considerato insieme alla sua significatività)

SF 36 - VAS 1

Correlazione con la scala del dolore VAS proposta al termine della prima valutazione (stesso giorno della compilazione del SF 36)

Tabella 9

	VAS 1		
	Coefficiente di correlazione	Sig. (2-code)	N
sf36PF	-0,315	0,27	14
sf36RF	-0,105	0,72	14
sf36BP	-,555*	0,04	14
sf36GH	-0,408	0,15	14
sf36VT	0,041	0,89	14
sf36SF	0,449	0,11	14
sf36RE	-0,122	0,68	14
sf36MH	-0,327	0,25	14

SF 36 - ARTICOLARITA'

_Non emergono correlazioni significative tra sf 36 e le ARTICOLARITA' misurate nelle diverse modalità

SF 36 - TUTTE MEDIE OBIETTIVI

_Non emergono correlazioni significative tra sf 36 e le MEDIE DEGLI OBIETTIVI nelle varie modalità

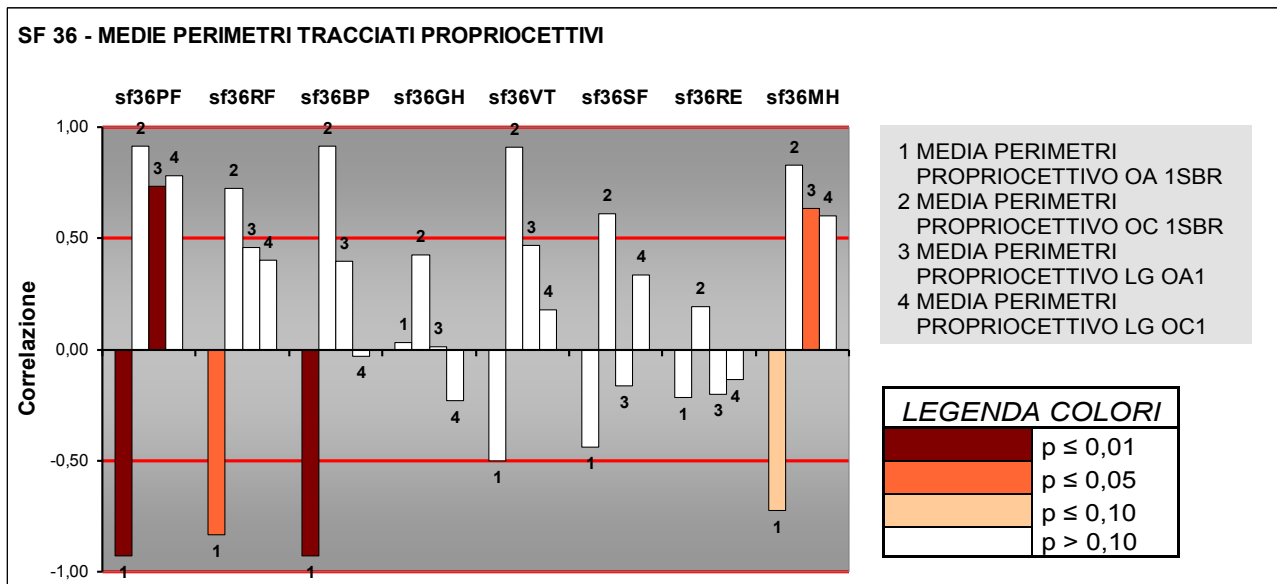
SF 36 - TUTTE MEDIE TEMPI

_Non emergono correlazioni significative tra sf 36 e le MEDIE TEMPI dei tracciati nelle varie modalità

SF 36 - MEDIE dei PERIMETRI

Correlazione con le medie dei perimetri risulti dai tracciati propriocettivi

Grafico 2



La descrizione tecnica del Grafico 2 è analoga a quella del Grafico 1

10. DISCUSSIONE

Affidabilità

Nelle tabelle in cui sono riportati i risultati delle analisi statistiche che riguardano l'affidabilità nelle valutazioni articolari, le diverse modalità di estensione avendo queste varianza uguale a zero non sono state considerate nelle correlazioni.

La varianza uguale a zero si spiega in quanto il valore 0 nella variabile estensione si riferisce alla posizione della spalla in posizione di riposo con il braccio aderente al corpo e questa si è dimostrata raggiungibile da tutti i soggetti. Nel gruppo dei sani anche la variabile flessione assume varianza uguale a zero in quanto tutti i componenti raggiungevano il range massimo (180 °)

Tabella 1

I valori di affidabilità più elevati sono emersi dall' analisi del setting ; si può quindi affermare che non essendosi riscontrate differenze significative tra i settaggi che ognuno di noi testisti impostava di volta in volta, la calibrazione del MJS una volta appresi i punti di riferimento da considerare è facilmente riproducibile. Valore medio ICC = 0,95 (range 0,91-0,98) $p < 0,01$ nella correlazione inter-rater e valore medio ICC = 0,97 (range 0,94-0,99) $p < 0,01$.

La riproducibilità per quanto riguarda l' articolarietà attiva a occhi aperti risulta essere ottima, sia per quanto riguarda l'affidabilità inter rater che intra rater, in particolare i rispettivi valori di ICC sono : 0,996 e 0, 986. Per quanto riguarda i tracciati invece si denota una spiccata differenza, tra l'affidabilità inter operatore e intraoperatore, la prima infatti ha ICC medio = 0,90 per la modalità a occhi aperti e 0,77 per quella a occhi chiusi e la seconda (considerando il valore del p value) ICC medio = 0,60 in modalità occhi aperti e 0,45 in modalità occhi chiusi.

Per poter approfondire tale analisi esaminiamo ora le affidabilità considerando i gruppi sani e pazienti singolarmente;

Tabelle 2 e 3

Nel confronto tra il gruppo globale e quello dei pazienti si denota una marcata differenza tra le affidabilità inter e intra operatore; in particolare nella prima i valori possono considerarsi sovrapponibili, nella seconda affidabilità invece la significatività statistica è inferiore a 0,05 solo per tre valori,(p value medio = 0,33) di conseguenza ritengo inutile una qualsiasi interpretazione.

Tabelle 4 e 5

Anche nel confronto tra il gruppo globale e quello dei sani si denota una marcata differenza tra le affidabilità inter e intra operatore; anche in questo caso mentre per quanto riguarda la prima c'è una certa sovrapposibilità tra i valori, nella seconda notiamo oltre a una media tra i valori di significatività statistica pari a 0,2, un decremento notevole del ICC medio da 0,76 a 0,46.

I ICC rappresentativi l'affidabilità inter operatore confrontati con quelli riguardanti l'affidabilità intra operatore risultano essere più elevati sia nel caso delle valutazioni articolari (seppure di poco) e sia nel caso dei tracciati propriocettivi; in questi ultimi le differenze sono più marcate in tutti i confronti effettuati.

La spiegazione di questa differenza risiede in parte nel miglioramento del paziente riscontrata nel tempo intercorso tra le due valutazioni (valutazioni 1 e 3) e in parte nel "fattore apprendimento" cioè la maggiore sicurezza derivante dalla conoscenza del funzionamento del mjs con cui il soggetto in esame effettua i tracciati riabilitativi.

Correlazione interna

Modalità occhi aperti-chiusi, attiva-passiva Tabella 6 e 7

Confrontando tra di loro tutti i singoli valori di articolarietà, e quindi confrontando i valori ad occhi aperti con quelli ad occhi chiusi e la modalità attiva con quella passiva si denota una correlazione molto alta dei valori, con p-value < 0,05 e ICC medio 0,880. Più in specifico ICC 0,800 (range 0,61-0,95) e p < 0,05 tra le modalità attiva e passiva; mentre ICC 0,980 (range 0,930-1,000) e p < 0,01 tra modalità occhi aperti e occhi chiusi

Correlazioni SF-36

Sf 36- Dash, tabella 8 e grafico 1

Dall'analisi di correlazione tra gli otto domini del questionario sf36 con i tre domini del questionario dash emerge che vi è una correlazione negativa statisticamente significativa (sig < 0,05) tra domini 1-2-3-8 del sf 36 (PF attività fisica, RF limitazioni di ruolo dovute alla salute fisica, BP dolore fisico e GH salute mentale) con il dominio 1 (totale); media correlazione = - 0,67 (range -0,80_-0,56) e dominio 3 del dash ("lavoro"); media correlazione = 0,76 (range -0,90_-0,62).

Si nota anche una buona correlazione negativa tra il dominio 5 del sf 36 (VT vitalità) con il dominio 3 dash ("lavoro") ; correlazione = -0,72.

Una ulteriore correlazione statisticamente significativa (sig 0,01) si rileva tra dominio 4 sf 36 (GH percezione dello stato di salute generale) e dominio 2 dash (“sport”) correlazione = 0,88.

Possiamo quindi, sulla base di questi risultati, ipotizzare che

la limitazione dell'attività fisica e del proprio ruolo, la presenza di dolore e il basso livello di salute mentale sono tutti fattori correlati e coesistenti con una limitazione delle varie attività quotidiane e dell' attività lavorativa;

un basso livello di vitalità è correlato alla presenza di difficoltà riscontrate nel lavoro;

il paziente si dedica all' attività sportiva se ha una percezione positiva del proprio stato di salute.

Sf 36-VAS, Tabella 9

Dall' analisi che correla gli otto domini del sf 36 con la scala VAS compilata durante la prima valutazione emerge che la VAS ha una buona correlazione negativa statisticamente significativa. con il dominio 3 del sf 36 (BP dolore fisico) ; Correlazione = - 0,56. (sig 0,04)

Effettivamente entrambe le variabili riguardano il dolore, tale correlazione ci indica indirettamente che la compilazione di SF 36 e VAS 1 da parte dei pazienti è stata realistica (almeno per quanto riguarda i campi dei rispettivi questionari risultati correlati)

Sf 36-Medie dei perimetri, grafico 2

Dalla correlazione sf 36 con le medie dei perimetri ottenuti nelle varie modalità di esecuzione dei tracciati propriocettivi emergono tre correlazioni alte statisticamente significative; precisamente tra i domini 1 2 e 3 del sf 36 e la media dei perimetri propriocettivi svolto a occhi aperti senza l' ausilio del bracciolo; valore medio di correlazione = - 0,90 (range -0,93_-0,83) p medio 0,02

I domini del sf 36 che risultano correlati (AF-attività fisica RP-limitazioni di ruolo dovute alla salute fisica BP-dolore fisico) appartengono alla sfera "fisica" del questionario e la modalità del

tracciato a cui appartengono i perimetri in oggetto è quella a occhi aperti attiva senza bracciolo, ossia tra tutte la modalità più realistica e simile a una reale situazione di vita quotidiana.

Tali correlazioni suggeriscono quindi che alcuni parametri della MJS (in questo caso i perimetri) trovano riscontro con quanto risultato dalla compilazione del questionario sullo stato di salute in considerazione

11. LIMITI

Criticità dell'MJS

Durante le diverse valutazioni sono emerse alcune caratteristiche che riteniamo essere dei limiti all' utilizzo dell'apparecchiatura sia a scopo valutativo che di trattamento; riteniamo giusto esporli qui di seguito :

- La seduta ergonomica, costituita da poggia ginocchia e poggia ischi, si è rivelata un problema per quei soggetti che soffrivano di gonalgia, questi infatti sopportavano con difficoltà la seduta e in alcuni casi il dolore non permetteva loro di trovare e mantenere una posizione stabile, di conseguenza la valutazione poteva risultare inficiata.

- Il braccio antropomorfo nella sua parte più distale presenta la predisposizione per l'attacco di un "bracciolo" ossia un supporto per l'avambraccio che mantiene l'asse longitudinale dell'ulna del soggetto in esame parallelo al braccio del MJS. Abbiamo riscontrato che quando utilizzato, il dispositivo costringeva il soggetto a flettere il gomito e a spostare il tronco lateralmente (verso il lato della spalla in esame), il dispositivo quindi è stato utilizzato solo per una parte di valutazione dei sani, ma non è stato affatto proposto ai pazienti.

- Il pannello dei comandi dei tre motori a compressione pneumatica è situato nella parte posteriore dell'MJS, dietro al soggetto, mentre la tastiera e il mouse necessari per la gestione del software sono posti così come il monitor di fronte al paziente. Secondo la nostra opinione sarebbe più comodo per l'operatore poter gestire entrambi i comandi rimanendo nella stessa posizione di fronte al soggetto, inoltre la possibilità di gestire sia i software che i motori da un'unica posizione permette la presenza di un solo operatore.

Limiti dello studio

I pazienti venivano valutati prima, durante o dopo il trattamento in palestra senza una standardizzazione, questo per motivi organizzativi interni alla struttura e per rispettare le esigenze del paziente. Questo però è un limite dello studio in quanto non sappiamo se e quanto questo possa aver inciso sulla performance del soggetto. Inoltre il tempo trascorso tra prima e terza valutazione (sempre per motivi organizzativi) non era lo stesso per tutti i soggetti.

I soggetti sani venivano rivalutati la terza volta a distanza di molto tempo tra di loro, questo per motivi organizzativi e di disponibilità dei soggetti. È questo un limite in quanto in quattro mesi

potrebbero esserci state delle modifiche, nonostante fossero soggetti senza patologia alla spalla e ad ogni rivalutazione ci accertassimo dell'assenza di traumi o sovraccarichi subiti dalla spalla nei mesi di tempo passati.

Altro limite dello studio, come precedentemente accennato, è che nelle rivalutazioni successive alla prima sicuramente nella performance influisce, per quanto minimamente, l'“effetto allenamento”.

12. CONCLUSIONI

In conclusione possiamo affermare che i dati ottenuti con l'MJS sono affidabili e che contrariamente a quanto ci saremmo aspettati si rileva maggiore affidabilità nelle valutazioni inter-esaminatore rispetto a quelle intra-esaminatore. Questo probabilmente è in parte dovuto al tempo trascorso tra le valutazioni effettuate dallo stesso esaminatore, dopo 12 giorni (media di tempo trascorso tra valutazione 1 e 3 nel gruppo pazienti) il soggetto presentava infatti un miglioramento significativo della sintomatologia algica e dell'escursione articolare. Inoltre il soggetto che si presentava dopo avere già effettuato in precedenza una seduta di valutazione con l'MJS era già preparato riguardo alle caratteristiche di valutazione e alle modalità di utilizzo dell'apparecchiatura. In parte il motivo quindi è da ricercarsi anche nel "fattore apprendimento" cioè nella maggiore sicurezza derivante dalla conoscenza del MJS.

Per quanto riguarda il confronto tra il questionario SF 36 e i valori forniti dal MJS è stato interessante notare la correlazione presente tra la componente "fisica" del primo con la modalità di tracciato propriocettivo più realistico e simile a un movimento funzionale, indicando come i risultati ottenuti dal macchinario in esame abbiano una ricaduta sulla qualità della vita.

Bibliografia

- (1) Rockwood Charles A. , Frederick A. Matsen III, Michael A. Wirth, Douglas T. Harryman II: La spalla. Vol I e II, 2nd ed. Verduci Editore Roma, 1999
- (2) Brotzman S.Brent, La Riabilitazione in Ortopedia, MD, Kevin E, Wilk, P.T. 2 edizione, Excerpta Medica 171-178 , 2003.
- (3) Lucas DB: Biomechanics of the shoulder joint. Arch Surg 107:425-432, 1973.
- (4) Perry J: Biomechanics of the shoulder. In Rowe C (ed): The Shoulder New York: Churchill Livingstone, 1988
- (5) Kapandji I: The physiology of joints, Vol 1. Baltimore: Williams & Wilkins, 1970.
- (6) Clark JM, Harryman DT: Tendons, ligaments and capsule of the rotator curff. J Bone Joint Surg 74A: 713-725, 1992.
- (7) Porcellini G., Castagna A., Campi F., Paladini P.: "La spalla" Patologia , Tecnica Chirurgica Riabilitazione – Verducci Editore 2003
- (8) Walch, Liotard: Postero Superior Glenoid Impingement: Another shoulder impingement. Rev Chir Orthop App Mot 77:571-574 1991
- (9) Sitografia ; <http://www.fpnotebook.com/ortho/shoulder/GlnhmrlInstblty.htm>
- (10) Nové-Josserand L., Walch G., Adeleine P., Courpron P.: Effect of age on the natural history of the shoulder: a clinical and radiological study in the elderly. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2005
- (11) Burkhead Habermeyer: The rotator cuff: a historical review of our understanding in Burkhead: The Rotator Cuff Disorder. William e Wilkins, 1996, pp 8-13
- (12) Celli: Le rotture massive della cuffia dei rotatori: scelta del trattamento, aspetti anatomici patologici e funzionali. Atti del 3° convegno SICSeG, Modena 1996

- (13) Wright Yamaguchi Sethi: Disorders of the Long head of the biceps tendon, J Shoulder Elbow Surg 8:644-54, 1999
- (14) Cohen, Williams, Impingement syndrome and rotator cuff disease as repetitive motion disorders: Clin Orthop 351:95-101, 1998
- (15) Altchek Dines: The surgical treatment of anterior instability – Selective capsule repair. Open Techn Sport Med 1:285, 1993
- (16) Codman EA: The Shoulder: Rupture of the Supra-spinatus Tendon and Other Lesions in or about the Subacromial Bursa. Boston, Thomas Todd, 1934.
- (17) Castagna: Conflitto senza lesioni, rotture parziali, rotture massive: soluzioni artroscopiche. Atti I, Seminario Internazionale "Patologia della cuffia dei rotatori", Bergamo 1997
- (18) Berlemann Bayley: Tenodesis of the long head of the biceps brachii in the painful shoulder: improving results in the long term. J Shoulder Elbow Surg 4:429-35, 1995
- (19) Green S, Buchbinder R, Hetrick SE: Physiotherapy interventions for shoulder pain. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2003
- (20) Wilk KE, Meister K, Andrews JR: Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. Am J Sports Med 30(1):136.151, Review 2002
- (21) Cofield RH, Boardman ND, Bengtson KA, et al: Rehabilitation after total shoulder arthroplasty. J Arthroplasty 16(4):483.486, 2001
- (22) Bosecker Caitlyn , MS, Laura Dipietro, PhD, Bruce Volpe, MD, and Hermano Igo Krebs, PhD: Kinematic Robot-Based Evaluation Scales and Clinical Counterparts to Measure Upper Limb Motor Performance in Patients With Chronic Stroke. Neurorehabilitation and Neural Repair 2010 24(1) 62–69
- (23) Finley Margaret A., Laura Dipietro, Jill Ohlhoff, Jill Whitall, Hermano I. Krebs and Christopher T. Bever: The Effect of Repeated Measurements Using an Upper Extremity Robot on Healthy Adults. Journal of Applied Biomechanics, 2009, 25, 103-110
- (24) Fazekas Gabor, Monika Horvath, Tibor Troznai and Andras Toth: Robot-mediated upper limb physiotherapy for patients with spastic hemiparesis: a preliminary study. J Rehabil Med 2007 ; 39: 580–582

- (25) Masiero Stefano, Andrea Celia, Mario Armani and Giulio Rosati: A novel robot device in rehabilitation of post-stroke hemiplegic upper limbs. *Aging Clin Exp Res*, 2006, Vol. 18, No.6
- (26) Wilk KE, Meister K, Andrews JR: Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* 30(1):136.151, Review 2002
- (27) Sitografia ; <http://www.who.int/classifications/icf/en/>
- (28) Apolone G., P.Mosconi, J.E.Ware Jr, Questionario sullo stato di salute SF-36, Guerini e Associati, 1998.
- (29) Ware J.E. Jr , The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36). I. Conceptual Framework and Item Selection, *Medical Care* 1992, 30, 6.

RINGRAZIAMENTI

*Ringrazio il dott. Zanolì e il dott. Creta
i miei compagni di tesi Chiara Maurizio e Stefano
le coordinatrici del corso di laurea in fisioterapia di Ferrara
e la mia famiglia per il costante supporto.*