

ABSTRACT

Background

Le lesioni ai tendini flessori sono state oggetto di gran parte della letteratura in chirurgia della mano per diversi anni. Le tecniche di chirurgia e terapia sono in continua evoluzione. Attualmente si tende verso tecniche di sutura a passaggi multipli (multiple strand core suture) seguite da una mobilizzazione attiva precoce. La riabilitazione dopo riparazione del tendine flessore è fondamentale nel recupero. È stato dimostrato che la mobilizzazione precoce è basilare nel miglioramento del tendine riparato.

Tipo di studio

Revisione narrativa della letteratura.

Obiettivo

Valutare attraverso le evidenze scientifiche presenti in letteratura qual è il protocollo più efficace per la riabilitazione delle lesioni dei tendini flessori in zona 2.

Metodi

I dati sono stati ottenuti attraverso la ricerca all'interno di banche dati come PUBMED, COCHRANE e PEDRO. Sono stati selezionati i più recenti studi primari, revisioni sistematiche e revisioni della letteratura usando key words.

Conclusioni

Gli studi selezionati sono concordi nel dire che una sutura tendinea forte e un protocollo di mobilizzazione attiva precoce permettono migliori risultati. La tecnica multistrand, in particolare una sutura a quattro passaggi, garantisce una forte riparazione del tendine e impedisce quasi completamente la rottura. La gestione post-chirurgica deve essere precoce e garantire il rispetto dei tempi di guarigione. Il paziente deve essere a conoscenza che la fase più importante e delicata per il recupero è rappresentata dalle prime tre settimane. La

comunicazione tra chirurgo e terapeuta per lo scambio di informazioni e la scelta della metodica riabilitativa è essenziale. L'approccio riabilitativo deve essere basato sulla risposta tissutale del soggetto. La letteratura continua a muoversi verso protocolli di mobilizzazione attiva precoce e minore immobilizzazione del polso. Nonostante ciò, è importante riconoscere che non esistono ancora studi di intervento ben disegnati che definiscono il protocollo ottimale.

Key words: flexor tendon injury, flexor tendon rehabilitation protocols, flexor tendon rehabilitation, flexor tendon active protocol, flexor tendon active protocol zone 2.

INDICE

INTRODUZIONE	5
CAPITOLO I: TENDINI FLESSORI	6
1.1 Anatomia e funzione dei tendini flessori	6
1.2 Zone di lesione	11
1.3 Guarigione tendinea.....	14
CAPITOLO II: LA CHIRURGIA	18
2.1 Procedure chirurgiche.....	18
2.2 Tecniche di sutura	21
2.3 Gestione della puleggia.....	25
2.4 Wide Awake Hand Surgery.....	25
CAPITOLO III: RIABILITAZIONE.....	26
3.1 Considerazioni generali.....	26
3.2 Movimento precoce controllato	29
3.2.1 Mobilizzazione passiva precoce (EPM)	29
3.2.2 Mobilizzazione attiva precoce (EAM).....	30
3.2.3 Modifiche e variazione della mobilizzazione precoce.....	31
3.3 Linee guida Early Active Motion (EAM).....	38
3.3.1 Protocollo FAP	41
3.3.2 Protocollo Manchester.....	42
3.3.3 Protocollo Saint John	44
3.4 Scale di valutazione degli outcomes	46
3.4.1 Strumenti di valutazione del movimento.....	48
3.4.2 Strumenti di valutazione della funzione	50
3.5 Complicanze	58
3.6 Teleriabilitazione	59
CAPITOLO IV: LO STUDIO	60
4.1 Ricerca articoli.....	60
4.2 Criteri di inclusione, esclusione e valutazioni	62
4.3 Analisi degli articoli	64
CAPITOLO V: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	71
5.1 Discussione.....	71

5.2 Conclusioni	73
FONTI BIBLIOGRAFICHE.....	75

INTRODUZIONE

Dopo la chirurgia dei tendini flessori l'obiettivo da raggiungere è quello di riacquistare una soddisfacente funzione della mano. Le tecniche di chirurgia e terapia sono in continua evoluzione e oggetto di dibattito. L'evoluzione delle tecniche multistrand ha migliorato significativamente la qualità e la resistenza delle riparazioni. Necessario per un migliore risultato è comprendere l'istologia e la biomeccanica della zona di lesione e il meccanismo di guarigione del tendine. Data la vastità dell'argomento, questa tesi si sofferma sulla zona 2 essendo più difficile da trattare. La prima riparazione dei tendini flessori risale all'XI secolo. Tuttavia, in Europa, a causa della persistenza del dogma galenico, la riparazione dei tendini fu raramente intrapresa nei 600 anni successivi.⁶⁰ Galeno (circa 131-201 d.C.) sosteneva che i tendini fossero composti da legamenti e nervi e che ripararli avrebbe portato a dolore, contrazioni ed eventuali convulsioni. Il concetto di Galeno fu definitivamente messo da parte nel 1752, quando Albrecht von Hailer dimostrò l'insensibilità dei tendini.¹⁶ Mason e Allen HS,³⁸ studiando la guarigione tendinea e la resistenza alla trazione (1941), furono tra i primi a raccomandare una mobilizzazione precoce protetta piuttosto che una completa immobilizzazione. I loro lavori sono stati approvati anche da studi più recenti. I primi a studiare un protocollo di mobilizzazione attiva precoce furono Allen e Frykman² nel 1987. Ne seguirono tanti altri (Cooney, May, Strickland e Cannon, Evans e Thompson, Klein, Manchester F.Peck, ecc). A tal proposito si intende paragonare diversi studi con il fine di valutare qual è l'approccio più efficace per la riabilitazione delle lesioni dei tendini flessori in zona 2. Ad oggi non ci sono prove certe per definire il protocollo ottimale, ma una notevole quantità di letteratura di supporto per suggerire che i regimi di riabilitazione precoce attiva attentamente studiati sono fondamentali per ripristinare lo scorrimento del tendine.

CAPITOLO I: TENDINI FLESSORI

1.1 Anatomia e funzione dei tendini flessori

I tendini rappresentano prolungamenti funzionali dei muscoli, costituiti da fibrille connettivali a decorso parallelo. Essi trasformano la forza della contrazione muscolare in movimenti delle articolazioni. Sono costituiti prevalentemente da cordoni di collagene di tipo I con notevole resistenza alla trazione. L'intensità del legame covalente tra le fibre rappresenta un altro fattore determinante nella stabilità biomeccanica del tessuto. Oltre al collagene, nei tendini è presente in minor quantità anche l'elastina, una fibra proteica dotata di grandi proprietà elastiche. La matrice extracellulare è composta soprattutto da proteoglicani e glicoproteine che hanno il compito di consolidare la struttura fibrosa e di richiamare acqua per idratare il tessuto. Per svolgere la loro funzione, che consiste nel far muovere l'articolazione, debbono essere mobili ed avere un meccanismo che ne faciliti lo scorrimento.

I muscoli estrinseci della mano nascono nell'avambraccio e si inseriscono nella mano. Hanno ventri muscolari situati all'interno dell'avambraccio e lunghi tendini che attraversano il polso e continuano nelle dita. Poiché le lesioni sono comuni, è importante capire il loro decorso. I muscoli flessori delle dita sono il muscolo flessore superficiale delle dita (FDS), il muscolo flessore profondo delle dita (FDP) e il muscolo flessore lungo del pollice (FPL). Questi muscoli hanno origine prossimalmente dall'epicondilo mediale e dall'avambraccio. Il ventre muscolare del FDS si trova nella regione anteriore dell'avambraccio, in profondità rispetto ai muscoli flessori del polso e al pronatore rotondo. È un muscolo lungo e appiattito che costituisce da solo il secondo strato dei muscoli del compartimento anteriore dell'avambraccio. L'inserzione prossimale completa del FDS costituisce un'arcata tendinea. Uno dei punti di attacco della sua inserzione prossimale è a livello dell'epicondilo mediale dell'omero. Si inserisce anche nel margine mediale del processo coronoideo dell'ulna e nella faccia anteriore del corpo del radio.⁴⁴ Si divide in quattro tendini che attraversano il polso ed entrano nella regione palmare della mano. A livello della falange prossimale ogni tendine si divide in due (chiasma di Camper),

permettendo al tendine del FDP di passare tra loro e quindi diventare superficiale al FDS. Le due divisioni di ogni tendine del FDS si inseriscono su entrambi i lati della faccia palmare della falange media. La principale funzione del FDS è quella di flettere le articolazioni IFP. Questo muscolo è in grado di flettere tutte le articolazioni che incontra lungo il suo decorso. Con eccezione del mignolo, ogni tendine può essere controllato in modo relativamente indipendente rispetto agli altri. Questo è particolarmente evidente nel dito indice.⁴⁶

Il ventre del FDP si trova in profondità rispetto al muscolo FDS, nel piano muscolare più profondo dell'avambraccio. È un muscolo lungo e appiattito e si inserisce prossimalmente a livello delle facce anteriore e mediale dell'ulna, nella membrana interossea dell'avambraccio e nel radio.⁴⁴ A livello del dito, ogni tendine passa attraverso la divisione del tendine del muscolo FDS. Ogni tendine profondo si inserisce sul lato palmare della base della falange distale. Il FDP è l'unico che flette l'articolazione IFD. È in grado di flettere tutte le articolazioni che incontra. Il tendine del FDP del dito indice può essere controllato in modo relativamente indipendente rispetto agli altri tendini. I tre tendini restanti sono collegati reciprocamente tramite fascicoli muscolari che impediscono a una singola articolazione IFD la flessione di un solo dito.

Il FPL si trova nel piano più profondo dell'avambraccio, laterale rispetto al FDP. Si inserisce prossimalmente nella faccia anteriore del radio e nella membrana interossea.⁴⁴ Questo muscolo passa a ponte sul polso e si inserisce sul lato palmare della base della falange distale del pollice. Il FPL è l'unico muscolo flessore dell'articolazione IF del pollice. Se non vi è opposizione, il FPL è in grado anche di flettere e deviare il polso in direzione radiale.

Questi tre muscoli flessori estrinseci si contraggono contemporaneamente quando si deve effettuare una presa salda usando tutta la mano. I muscoli flettono le dita e contribuiscono all'opposizione delle articolazioni CMC del primo, del quarto e del quinto dito. Questa azione è evidente quando si apre e si chiude a pugno. Distale al tunnel carpale, la guaina sinoviale ulnare avvolge i tendini dei muscoli FDS e FDP. La guaina sinoviale radiale rimane in contatto

con il tendine del FPL. I tendini dei muscoli flessori estrinseci delle dita decorrono fino alla loro inserzione distale in canali osteofibrotici di protezione chiamati guaine fibrose delle dita. Le guaine iniziano prossimalmente come una continuazione della aponeurosi palmare. All'interno di ogni guaina del dito vi sono fasci distinti di tessuto denominati pulegge del muscolo flessore. In profondità rispetto alle pulegge si trova una guaina sinoviale delle dita. Questa guaina è fonte di nutrimento e di lubrificazione per i tendini. La guaina produce un fluido sinoviale che riduce la frizione tra i tendini del FDS e FDP. Dopo una lesione o lacerazione si possono verificare aderenze tra il tendine e la guaina o tra i due tendini FDS e FDP.

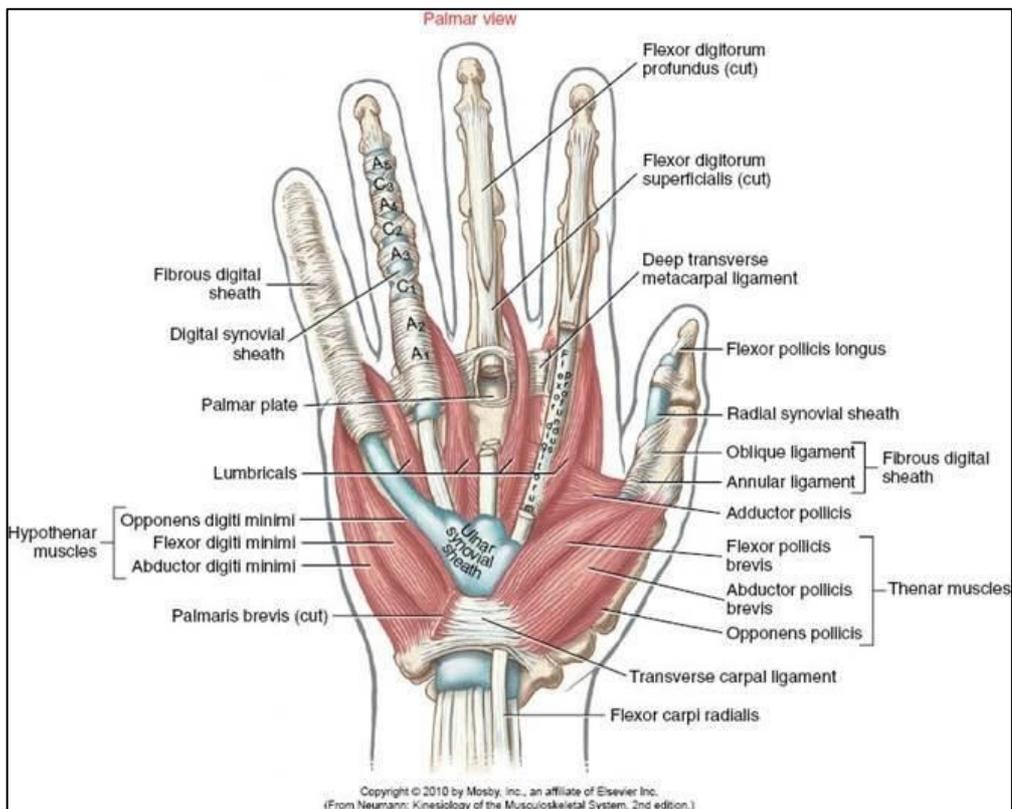


Figura 1.1. Veduta palmare che illustra numerose strutture della mano. Si noti che nel mignolo la guaina fibrosa delle dita e la guaina sinoviale ulnare avvolgono i tendini dei muscoli flessori. Nell'anulare la guaina fibrosa delle dita è stata rimossa, esponendo la guaina sinoviale delle dita (blu) e le pulegge anulari (da A1 a A5) e crociate (da C1 a C3). Il medio ha le pulegge rimosse per mettere in evidenza le inserzioni distali dei FDS e FDP. L'indice ha una porzione del tendine del FDS rimossa, che permette di esporre il tendine più profondo del FDP e i muscoli lombricali associati. Il pollice mette in luce le pulegge oblique e anulari, insieme alla guaina sinoviale radiale che avvolge il tendine del muscolo FPL. Sono indicati i muscoli tenar e ipotenar. [From Neumann: Kinesiology of the Musculoskeletal System, 2nd edition]

Sono state descritte cinque pulegge anulari per ogni dito, indicate da A1 a A5 (Figura 1.1). Le pulegge principali sono A2 e A4 e si inseriscono a livello delle falangi prossimale e media. Le inserzioni delle pulegge minori (A1, A3, A5) sono situate sulla faccia palmare a livello delle tre articolazioni presenti in un dito. Esistono anche tre pulegge crociate (da C1 a C3) che si incrociano sopra i tendini nelle regioni in cui la guaina delle dita si incurva durante la flessione. I legamenti anulare e obliquo del pollice agiscono come pulegge per il passaggio del tendine del FPL. Le pulegge, l'aponeurosi palmare e la cute contribuiscono nel mantenere i tendini sottostanti in una posizione relativamente vicina alle articolazioni. Senza la limitazione imposta da questi tessuti, la forza di una contrazione intensa dei muscoli flessori estrinseci delle dita determinerebbe un allontanamento del tendine dall'asse di rotazione dell'articolazione. Questo fenomeno viene chiamato bowstring (o corda d'arco) dei tendini.⁵⁴ Una lesione delle pulegge principali A2 o A4 modifica significativamente il braccio del momento del tendine del muscolo flessore, alterando la biomeccanica di flessione del dito. La preservazione delle pulegge principale è un obiettivo di rilievo per i chirurghi della mano.

Affinché i muscoli flessori possano esercitare la flessione di singole articolazioni, altri muscoli devono contrarsi in maniera sinergica. Si consideri il FDS che esegue la flessione dell'articolazione IFP. All'inizio della contrazione, il muscolo estensore delle dita deve agire come stabilizzatore prossimale per prevenire che il FDS fletta l'articolazione MCF e il polso. Maggiore è la forza generata dal muscolo FDS, maggiore saranno le richieste di forza per i muscoli stabilizzatori prossimali. I muscoli stabilizzatori prossimali sono il muscolo estensore delle dita e, se necessario, i muscoli estensori del polso.

I muscoli flessori estrinseci delle dita passano anteriormente rispetto al polso. La posizione del polso altera in modo significativo la lunghezza e la tensione passiva di questi muscoli. Un'implicazione di questa organizzazione può essere apprezzata estendendo attivamente il polso e osservando la flessione passiva delle dita e del pollice. L'allungamento di un muscolo poliarticolare a livello di un'articolazione, che genera movimenti passivi nelle altre

articolazioni, è definito come azione di tenodesi. Nella flessione completa di polso, le dita si estendono passivamente a causa di un'azione di tenodesi simile dei muscoli estensori estrinseci delle dita in allungamento. Tutti i muscoli poliarticolari del nostro corpo esercitano in qualche misura un'azione di tenodesi.

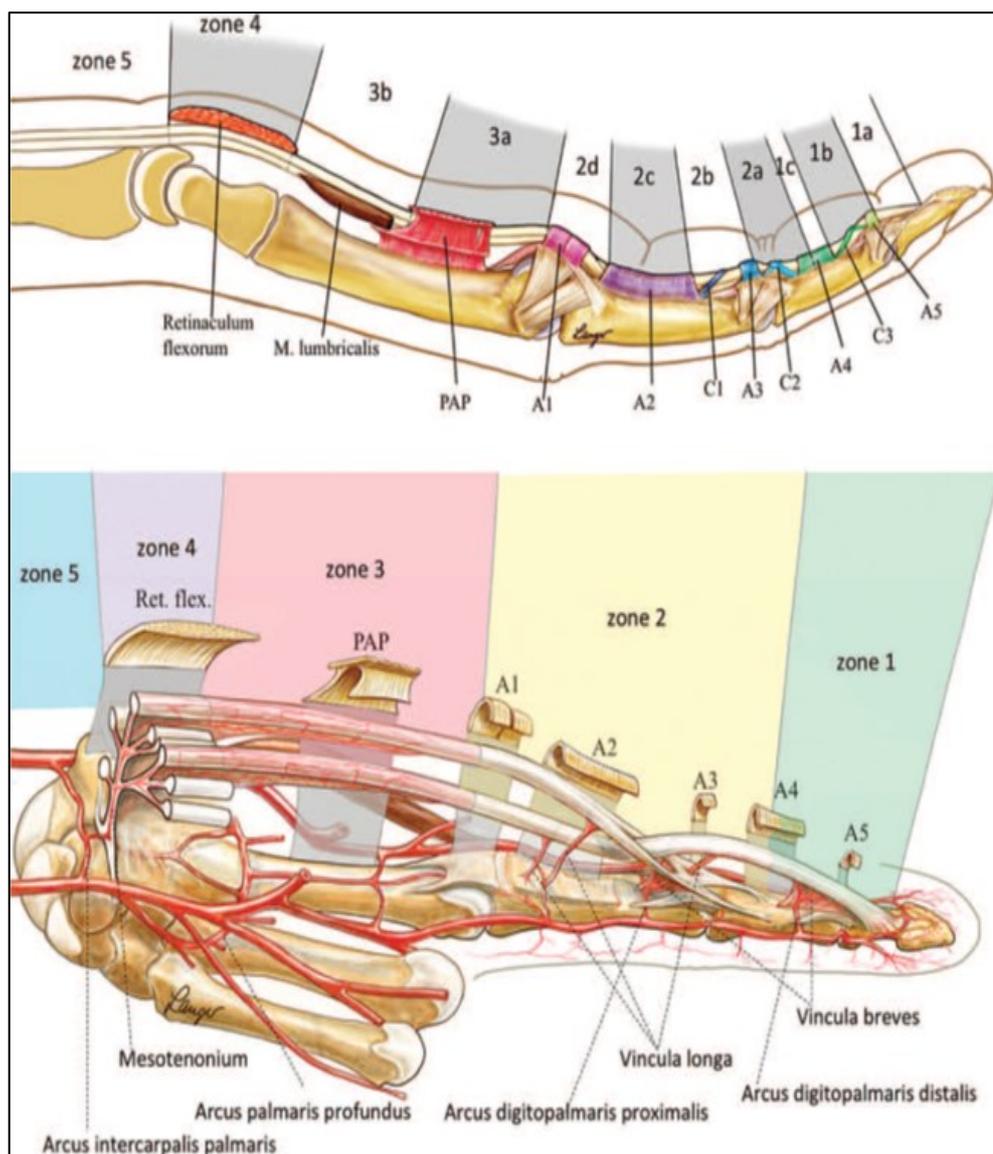


Figura 1.2. Diverse considerazioni sulla riparazione del tendine in ogni zona. (Sopra) Posizione delle zone, sottozone e pulegge nel dito. (Sotto) Localizzazione delle zone e delle pulegge in relazione all'anatomia vascolare. PAP: puleggia dell'aponeurosi palmare. [From Khor, Wee S et al. "Improving Outcomes in Tendon Repair: A Critical Look at the Evidence for Flexor Tendon Repair and Rehabilitation." Plastic and reconstructive surgery vol. 138,6 (2016): 1045e-1058e]

1.2 Zone di lesione

Le strutture muscolo-tendinee danneggiate dipendono dalla zona e dalla profondità della ferita. Il danno ad uno o più tendini può essere accompagnato da lesioni vascolari, nervose e scheletriche, che complicano la gestione e determinano una perdita aggiuntiva della funzione. Una rottura acuta di un tendine flessore può avvenire anche in seguito ad una lesione traumatica chiusa della mano. Le superfici volari del polso (Figura 1.3), del palmo e delle dita sono divise in cinque zone. Il pollice è diviso in tre zone (T1, T2 e T3).⁶¹

- Zona I: distale all'inserzione del FDS. In questa zona le lesioni possono causare lacerazioni o avulsioni dell'FDP.
- Zona II: dall'inserzione distale del tendine FDS fino a livello della linea palmare distale (appena prossimale al collo dei metacarpi). I tendini FDS e FDP, una guaina sinoviale a doppio strato e più pulegge (A1, A2, A3 e le pulegge crociate) del retinacolo dei flessori possono tutti essere danneggiati. Se entrambi i tendini sono staccati, si ha una incapacità di flettere le articolazioni IFP e IFD. Un potenziale lesione alla vincola, strutture vascolari che forniscono il sangue e completano la nutrizione derivata dalla diffusione sinoviale, può compromettere la guarigione tendinea.
- Zona III: dal collo dei metacarpi, prossimalmente lungo i metacarpi fino al bordo distale del tunnel carpale. Comprende la puleggia A1 della guaina dei flessori. Oltre ai nervi digitali comuni, i vasi sanguigni ed entrambi i tendini flessori, anche i muscoli lombricali si trovano in questa zona.
- Zona IV: comprende il tunnel carpale, area sotto il legamento trasverso del carpo. Tutti i flessori estrinseci delle dita (FDS, FDP, FPL), insieme al nervo mediano, sono vicini l'uno all'altro. Una lesione in questa zona può danneggiare tutti e tre i flessori estrinseci delle dita e impedire la flessione delle dita e del pollice. Anche la guaina sinoviale può soffrire del danno. Una lesione nervosa frequentemente accompagna una lacerazione in questa zona. Il danno può comportare aderenze dei tendini tra di loro all'interno del tunnel carpale e compromettere gli scorrimenti differenziali tra i tendini stessi.

- Zona V: prossimale al legamento trasverso del carpo fino alla giunzione muscolo-tendinea dei flessori estrinseci nell'avambraccio distale. Una lacerazione in questa zona può provocare un danno ai tendini dei flessori delle dita e del polso, determinando una perdita della flessione delle dita e del polso. Anche i nervi mediano e ulnare e le arterie radiale e ulnare decorrono superficialmente in questa zona.

Le zone del pollice sono le seguenti:

- T1: dall'inserzione distale del FPL sulla falange distale del pollice al collo della falange prossimale.

- T2: dalla falange prossimale, attraverso l'articolazione MCF, fino al collo del primo metacarpo. In queste due zone può realizzarsi un danno al sistema di pulegge del retinacolo del pollice, alla guaina sinoviale, a FPL, all'inserzione distale del FPB. La flessione IF e MCF è abolita.

- T3: dal primo metacarpo al margine prossimale del legamento del carpo. È possibile una lesione dei muscoli dell'eminanza tenar.

La riparazione e la riabilitazione delle ferite in zona II, definita la "terra di nessuno", comportano una sfida per i chirurghi e terapisti della mano. I tessuti in via di guarigione sono soggetti a aderenze che limitano l'escursione a causa dello spazio chiuso nel quale scorrono i flessori estrinseci delle dita e del rifornimento vascolare limitato dei tendini in questa zona. Durante il processo di guarigione si forma tessuto cicatriziale che può impedire lo scorrimento del tendine all'interno della guaina sinoviale, con conseguente limitazione del ROM delle dita coinvolte. Il termine che oggi descrive meglio questa zona è "la terra di qualche uomo" perché i chirurghi della mano più esperti possono ottenere risultati soddisfacenti. Ovviamente la chirurgia dovrà essere abbinata ad un adeguato protocollo riabilitativo.

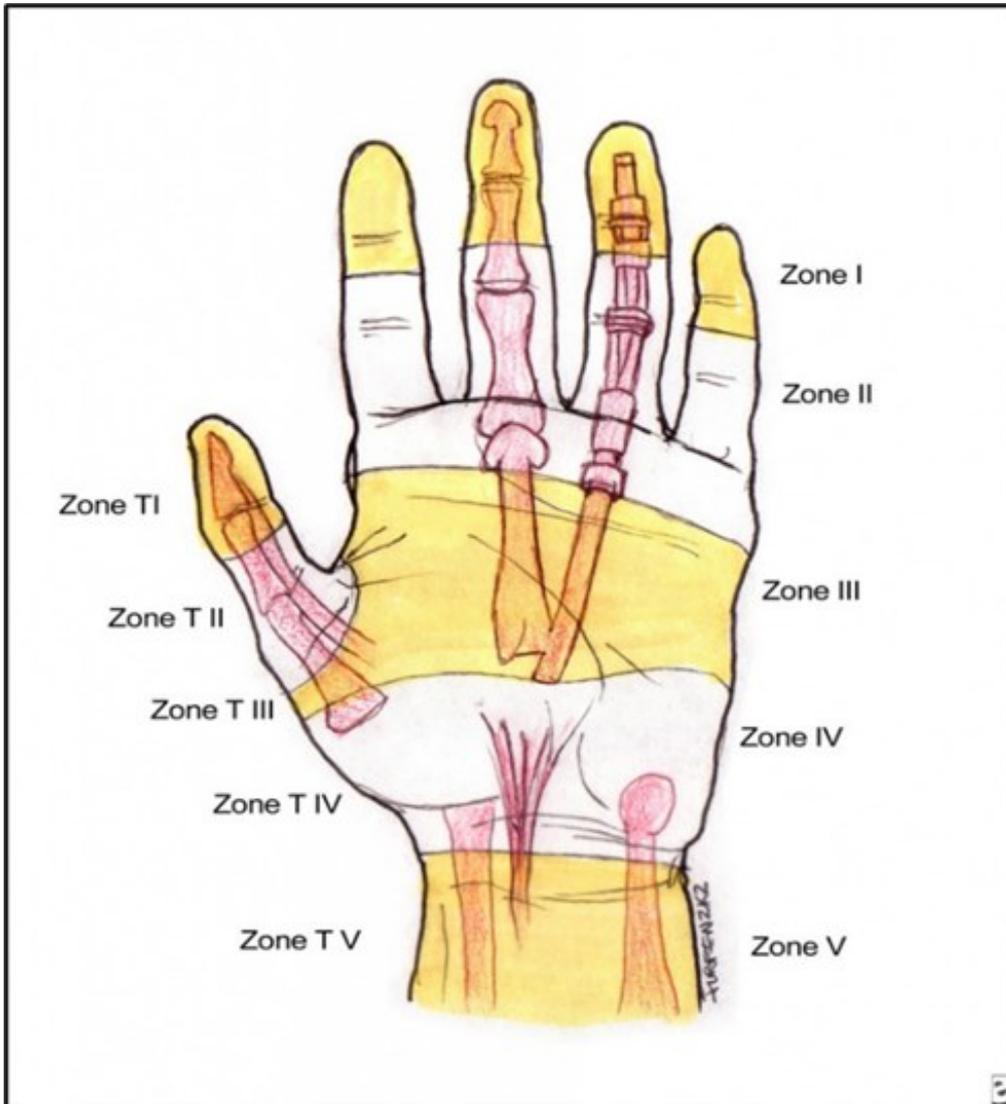


Figura 1.3 Classificazione a zone delle lesioni dei tendini flessori. [Image credit <http://emedicine.medscape.com/article/1245236-overview>]

1.3 Guarigione tendinea

Il meccanismo di riparazione tendineo viene suddiviso in tre fasi:

- infiammatoria (dura dalle 48 alle 72 ore);
- fibroblastica (da 4 a 21 giorni);
- rimodellamento (dopo 21 giorni).

La fase infiammatoria ha inizio subito dopo il trauma come risposta fisiologica nei confronti del danno strutturale. In seguito al danno subito dalle reti vascolari, sangue, plasma e fluidi tissutali si riversano all'interno dell'area lesionata. Le piastrine presenti nella zona della lesione si legano al collagene esposto dall'evento traumatico e rilasciano fosfolipidi che stimolano i meccanismi di coagulazione. Circa un'ora dopo il trauma nel sito lesionale sono presenti fibrina e fibronectina che formano dei cross link con le fibre di collagene lesionate. Questi primi eventi portano alla formazione di una struttura che agisce come un vero e proprio "tappo", ancora strutturalmente fragile, che argina l'emorragia locale e supporta meccanicamente le fibre tendinee danneggiate nel sopportare le forze tensili alle quali sono sottoposte durante questa prima fase immediatamente post-lesionale. A questo fa seguito una massiccia migrazione nell'area lesionata di leucociti polimorfonucleati e di monociti. Tale processo avviene entro 24 ore dal trauma e continua per i successivi 2-3 giorni. La fase infiammatoria rappresenta un periodo piuttosto breve, massimo una settimana. I leucociti polimorfonucleati, i monociti ed i macrofagi migrano all'interno dell'area lesionata richiamati da sostanze denominate agenti chemiotattici. I chemiotattici vengono prodotti all'interno del sito della lesione. Una di queste sostanze è l'istamina che viene rilasciata dai mastociti, dai leucociti granulari e dalle piastrine. L'istamina svolge un'azione vasodilatatoria aumentando la permeabilità vascolare. La fibronectina è un altro chemiotattico che attrae leucociti e macrofagi. La bradichinina, invece, incrementa la permeabilità vascolare e stimola il rilascio di prostaglandine. Anche le prostaglandine incrementano la permeabilità vascolare e attraggono i leucociti. Alla fine della fase infiammatoria le

prostaglandine possono iniziare la riparazione continuando la reazione infiammatoria. Questo è un esempio di come le fasi di guarigione siano tra loro sovrapposte e non esiste una netta separazione. Le cellule pro-infiammatorie rimuovono dall'area lesionata i tessuti necrotici ed i prodotti di rifiuto.²²

La fase proliferativa (o fibroblastica) ha inizio con un accumulo di fibroblasti, miofibroblasti e cellule endoteliali nell'area lesionata. La migrazione e la proliferazione di queste cellule avvengono grazie alla presenza di fattori di crescita prodotti da macrofagi e piastrine. Inizia la proliferazione di nuovi capillari che comunicano con la rete capillare già esistente. I fibroblasti ed i miofibroblasti mostrano una forte attività proliferativa e di sintesi delle componenti della matrice extracellulare (ECM). L'interazione tra capillari neoformati, fibroblasti, miofibroblasti ed ECM dà origine al tessuto di granulazione e il "tappo" di sostanza simil-collosa, formatosi durante la fase infiammatoria, viene sostituito con una struttura più stabile. Inizialmente, durante la fase di proliferazione, i fibroblasti producono i glicosaminoglicani della ECM (principalmente acido ialuronico) ed il collagene di tipo III. Un netto incremento della sintesi di collagene è osservabile solamente a partire dalla terza settimana post-lesionale. Le fibre di collagene non hanno ancora una consistente organizzazione strutturale e un netto orientamento. Nell'ultimo stadio della fase di proliferazione inizierà la produzione di collagene di tipo I che continuerà sino alla fine della fase di rimodellamento. Il collagene di tipo I, dal dodicesimo - quattordicesimo giorno, inizierà a sostituire il collagene di tipo III. I miofibroblasti sono cellule del tessuto connettivo con capacità contrattili simili alla muscolatura liscia. A queste cellule è riconosciuto un ruolo importante nel processo di guarigione delle ferite, nella fibrosi dei tessuti e nelle contratture patologiche della fascia.

La fase di rimodellamento è quella temporalmente più lunga. Durante questa fase il numero dei macrofagi, dei fibroblasti, dei miofibroblasti e dei capillari diminuisce progressivamente e l'attività di sintesi va scemando. In questa fase si assiste, in un primo tempo, ad una progressiva sostituzione del tessuto granulare di riparazione da parte del tessuto fibroso e, dalla decima settimana in poi, una sostituzione del tessuto fibroso da parte del tessuto tendineo.

Durante quest'ultima terza fase si assiste ad un rimodellamento delle fibre di collagene neoformate, sino a che queste ultima non vengano a formare una forte struttura permanente. Verso la fine della fase di rimodellamento i fibroblasti cessano la loro attività biosintetica e si trasformano in fibrociti. Nonostante il processo di rimodellamento i deficit biomeccanici e biochimici conseguenti all'insulto traumatico possono mantenersi. La forza tensile del tendine può ridursi di oltre il 30%, la struttura di quest'ultimo può presentare difetti nella distribuzione del collagene, dell'orientamento delle fibre e del contenuto in acqua, DNA e proteoglicani. Un processo comune delle tre fasi di guarigione è rappresentato dall'attività proteolitica. Questo meccanismo risulta una componente biologica essenziale della crescita tissutale, del suo mantenimento, dei processi di adattamento e riparazione. Dopo un evento lesivo la proteolisi diviene necessaria per la rimozione della matrice danneggiata e per il rimodellamento dell'area cicatriziale.

Lo scorrimento del tendine è l'aspetto più importante della sua guarigione. Il coefficiente di attrito di un normale tendine flessore umano nella sua guaina è simile a quello di una cartilagine articolare. I tendini guariscono sia con meccanismi di guarigione intrinseci che estrinseci, realizzati rispettivamente attraverso l'azione dei tenociti e fibroblasti. Nel contesto clinico, entrambe le modalità di guarigione si verificano simultaneamente. La mobilizzazione precoce riduce le aderenze e migliora la qualità della guarigione del tendine facilitando la guarigione intrinseca e sopprimendo la guarigione attraverso il meccanismo estrinseco.

Il meccanismo estrinseco di riparazione avviene tramite formazione di tessuto di granulazione che proviene dalle strutture peritendinee a livello delle quali era osservabile un'intensa attività proliferativa. Tuttavia, bisogna affermare che una delle principali cause di fallimento nel recupero della piena funzionalità tendinea è proprio rappresentata dalla formazione di aderenze cicatriziali tra il sito di sutura e le strutture peritendinee⁴⁰ (Matthews, 1979). La riparazione estrinseca del tendine si basa sulla formazione di aderenze che limitano fortemente il pieno ripristino dello scorrimento tendineo. Per questo

motivo spesso occorre rimuovere chirurgicamente le aderenze peritendinee formatesi.

Diversi studi^{1,36,37,39,40} confermarono le capacità di riparazione intrinseca del tessuto tendineo, sia in vivo che in vitro. Nei modelli studiati l'apporto nutritivo necessario ai processi di guarigione tendinea è fornito dal fluido sinoviale e la riparazione avviene senza la formazione di aderenze. Nella normale pratica clinica, al contrario la lisi delle aderenze tendinee si rende necessaria nel 20-30% dei casi⁵⁸ (Schneider, 1987). Il dibattito tra i sostenitori dei meccanismi di riparazione estrinseci e quelli intrinseci è stato risolto abbracciando l'ipotesi che il microcircolo intratendineo e la produzione di fluido sinoviale viene preservata grazie al tipo di tecnica chirurgica adottata e, se il tendine lesionato viene mobilizzato precocemente (compatibilmente ai suoi processi di riparazione), i tenociti sono in grado di esprimere geneticamente un programma di autoriparazione e quindi dar vita ad un processo di riparazione intrinseca. Se invece, la nutrizione del tendine, in seguito alla riparazione chirurgica, risulta compromessa i meccanismi di riparazione estrinseca possono prevalere su quelli di riparazione intrinseca, soprattutto se a questo quadro si aggiunge un eccessivo periodo di immobilizzazione del tendine stesso (Lundborg e Rank, 1987; Fenwick e coll., 2002)¹³. Occorre ricordare che i precisi effetti della stimolazione meccanica su di un tendine in via di riparazione su modello umano non sono del tutto chiariti (Aspenberg, 2007)³. Teoricamente, più guarigione intrinseca si verifica, meno aderenze peritendinee si formano. Questo concetto è alla base dei programmi di mobilizzazione precoce controllata dopo la riparazione del tendine.

CAPITOLO II: LA CHIRURGIA

2.1 Procedure chirurgiche

Diversi fattori influenzano la metodica di riparazione chirurgica per trattare il tendine flessore lesionato.⁶¹ Queste variabili comprendono il meccanismo, la zona e il tipo di lesione, la presenza di danni associati alla pelle, nervi, ossa, vasi, la contaminazione della ferita, il tempo passato dal momento della lesione, l'esigenza di ulteriori interventi chirurgici di sostegno e l'esperienza del chirurgo. I fattori legati al paziente sono lo stile di vita (ad esempio fumo e nutrizione), il suo stato di salute e l'età. Esistono diversi tipi di riparazione. Se la rottura è chiusa possono essere classificate in riparazioni dirette o trapianto tendineo. La riparazione diretta consiste nell'avvicinamento dei capi tendinei che vengono poi suturati insieme. In caso di transfer tendineo viene usato un altro tendine dello stesso paziente (ad esempio il palmare lungo). Viene suturato in modo da rimpiazzare il tendine danneggiato.

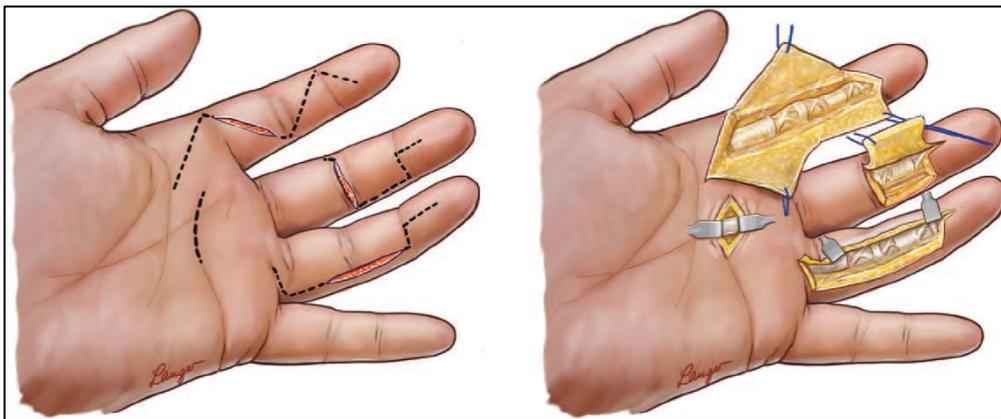


Figura 2.1 Approcci al tendine flessore. (A sinistra) Estensione della ferita. (Destra) Esposizione della ferita: incisione di Brunner (dito indice), incisione limitata (dito medio) e incisione medio-laterale (anulare). [From Khor, Wee S et al. "Improving Outcomes in Tendon Repair: A Critical Look at the Evidence for Flexor Tendon Repair and Rehabilitation." *Plastic and reconstructive surgery* vol. 138,6 (2016): 1045e-1058e]

In una riparazione primaria, dopo che i capi tendinei sono stati posizionati e ravvicinati esistono diverse tecniche di sutura. I capi tendinei vengono tenuti insieme da suture epitendinee e centrali. Le suture epitendinee usate insieme

alle suture centrali migliorano la tenuta iniziale della riparazione. Inoltre, la sutura deve permettere la vascolarizzazione del tendine riparato. Questo serve a non danneggiare la vincula situata sul lato dorsale del tendine e necessaria all'apporto di sangue.

Terminate le riparazioni la mano ed il polso vengono immobilizzati con una medicazione compressiva. Dovranno essere tenuti alti per contenere l'edema. Di norma, la medicazione voluminosa va tenuta 1-3 giorni. Dovrà poi essere sostituita da una medicazione più leggera e uno splint.

Nell'ultimo decennio, la chirurgia e fisioterapia del tendine flessore hanno avuto risultati significativamente incoraggianti, con bassi tassi di rottura o aderenze, che non hanno richiesto interventi ulteriori. Attualmente, le riparazioni double-strand e i protocolli di riabilitazione passiva come Kleinert (trazione elastica) o Duran sono stati ampiamente abbandonati. Risultati migliori sono stati ottenuti con suture multistrand (soprattutto quelle a quattro passaggi), il "venting" delle pulegge e il movimento attivo precoce. Frequentemente, l'intervento viene effettuato con una anestesia di plesso e ischemia al braccio tramite laccio emostatico. Tuttavia, recentemente, sempre più pazienti vengono sottoposti ad interventi in anestesia locale senza usare il manicotto pneumatico (Lalonde).^{19,32}

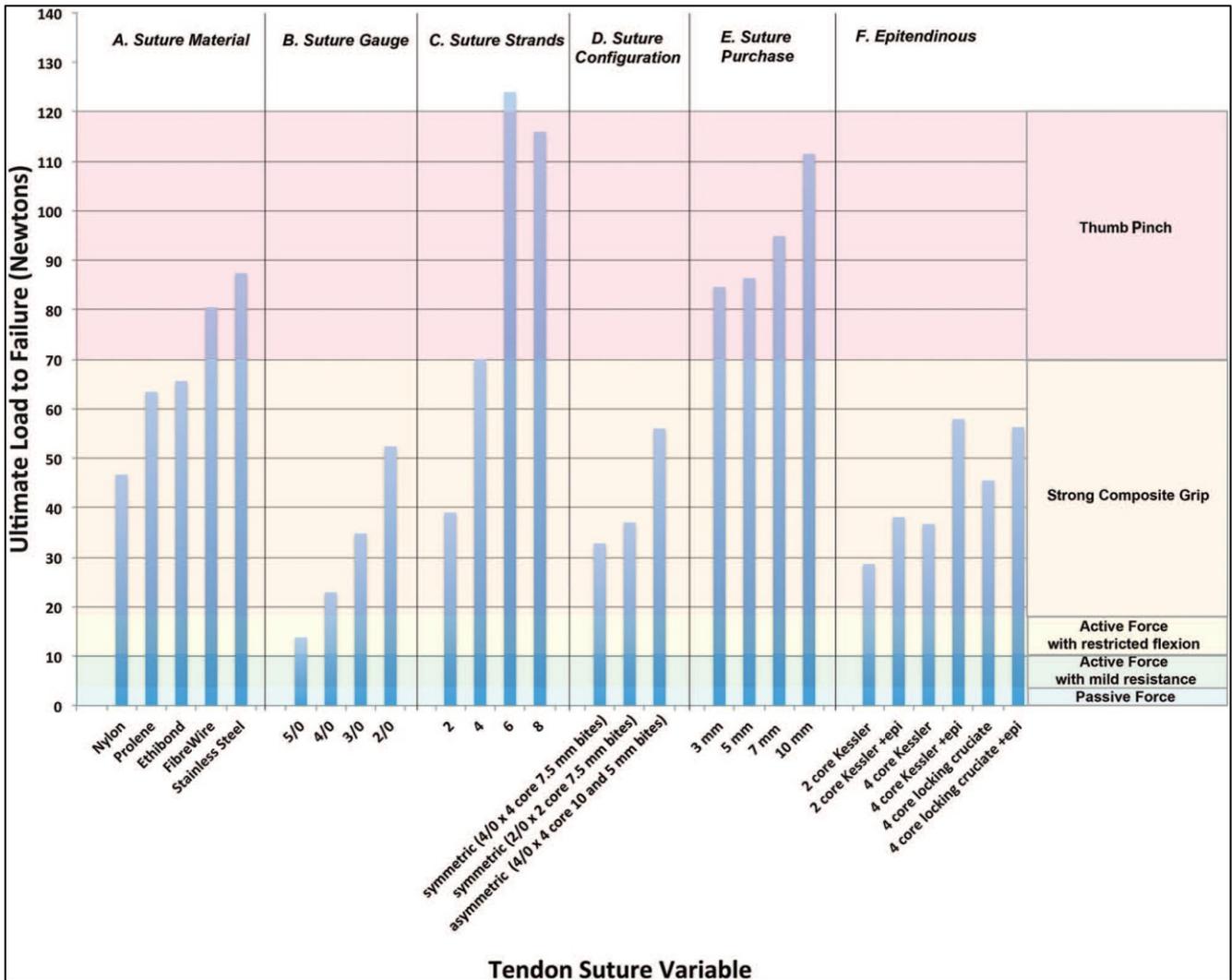


Figura 2.2 Fattori che influenzano la forza di riparazione della sutura del tendine. Le variabili, determinate da studi su cadaveri ex vivo, sono il (prima colonna) materiale di sutura; (seconda colonna) calibro del filo di sutura; (terza colonna) numero di passaggi; (quarta colonna) configurazione della sutura; (quinta colonna) lunghezza; (sesta colonna) aggiunta di sutura epitendinea. [From Wong, Jason K F, and Fiona Peck. "Improving results of flexor tendon repair and rehabilitation." Plastic and reconstructive surgery vol. 134,6 (2014): 913e-925e]

2.2 Tecniche di sutura

La mobilizzazione attiva precoce risulta essere la principale modalità efficace nel prevenire le aderenze. Per tale motivo, chirurgicamente, l'obiettivo è stato quello di rendere forti le riparazioni tendinee. Qualsiasi riparazione deve tenere conto delle forze che agiscono sul dito durante la riabilitazione. La forza può essere aumentata dal materiale di sutura, dal calibro della sutura, dal numero di passaggi, dalla configurazione della sutura e dall'aggiunta di una sutura epitendinea⁷⁴ (Figura 2.2). La sutura ideale deve essere forte, minimamente reattiva, facile da maneggiare e annodare e, secondo alcuni, biodegradabile. Trail et al hanno dimostrato che le riparazioni di solito si rompono in corrispondenza dei nodi di sutura.⁷⁰ Quindi, meno nodi di sutura si trovano nel sito di giunzione del tendine, meglio è. Quando possibile è opportuno localizzare i nodi al di fuori della riparazione, nonostante il potenziale aumento dell'attrito sul tendine. Hanno sottolineato l'importanza di avere una tensione uguale su tutti i passaggi della sutura per evitare differenze di carico e un conseguente indebolimento della riparazione. La maggior parte dei chirurghi sceglie il materiale di sutura più resistente a cui ha accesso. Studi comparativi hanno dimostrato che, con tutti i fattori controllati, utilizzando una riparazione crociata 4-strand standard, l'acciaio inossidabile è risultato il più resistente (87,4 N), seguito dal FiberWire (80,5 N), Ethibond (65,6 N), Prolene (63,4 N) ed infine Nylon (46,7 N).³³ La dimensione della sutura è proporzionale alla forza di riparazione. Nonostante ciò, dovrebbe essere scelta una dimensione ragionevole per evitare di danneggiare eccessivamente il tendine con la dimensione dell'ago. L'osservazione che il numero di passaggi di sutura influenza la forza della riparazione ha dato il via ad un allontanamento da suture centrali a due passaggi. Le riparazioni multistrand hanno guadagnato popolarità rispetto alle riparazioni double-strand, supportate da una serie di studi ex vivo e clinici.^{76,77} In media, la riparazione multistrand fornisce da 20 a 30N di forza in più rispetto alla riparazione double-strand. La riparazione a sei passaggi di Savage⁵⁷ riesce a dare l'81% di risultati eccellenti in mani esperte, ma non è riuscita ad ottenere un'accettazione universale a causa della sua complessità. Le riparazioni tendinee a 6 e 8 passaggi sono più difficili da

eseguire ed è più probabile che danneggino eccessivamente il tendine o ne compromettano la nutrizione e la capacità di guarigione. Strickland⁶⁵ afferma che una sutura crociata 4-strand descritta da McLarney et al⁴² sembra avvicinarsi maggiormente alla tecnica di sutura ideale perché è facile da posizionare, è più forte della maggior parte degli altri metodi a 4 passaggi ed elimina i nodi dal sito di giunzione. Lo sviluppo e l'evoluzione della riparazione a sei passaggi da parte di Wu e Tang^{76,77} ha mostrato risultati equivalenti con configurazioni M e U più semplici che beneficino di un minor numero di passaggi di sutura e di un carico bilanciato lungo la sezione trasversale del tendine. La geometria della riparazione è importante per disperdere il carico e offrire una riparazione equilibrata. L'effetto di dispersione del carico può essere prodotto anche posizionando le suture in modo asimmetrico. Per un dato calibro di suture, alterare la configurazione di una riparazione sfalsando asimmetricamente i passaggi di una riparazione Kessler 4-strand offre una maggiore resistenza rispetto a una riparazione simmetrica dello stesso tipo. Una riparazione a quattro passaggi risulta essere la sutura normalmente scelta perché è di più semplice esecuzione e riduce al minimo il trauma rispetto alle riparazioni con sei o otto passaggi. La riparazione Kessler a quattro passaggi modificata da Lin ha un design asimmetrico e continuo e questo consente una compressione del sito di riparazione³⁵ (Figura 2.4). Questa riparazione dinamica regolerà la sua configurazione in base alla tensione esercitata sul sito di riparazione; una caratteristica che altre suture non forniscono. Per stabilizzare ulteriormente la riparazione si esegue anche una sutura epitendinea. Questo tipo di sutura può fornire un aumento della forza dal 10% al 50% e una significativa riduzione del gapping tra le estremità tendinee. Vale la pena sottolineare che per progredire nella progettazione delle riparazioni tendinee, è necessario tenere conto del numero di passaggi e dell'architettura precisa basata sulla morfologia del tendine, sulla biologia e sulle caratteristiche uniche di ogni lesione tendinea.

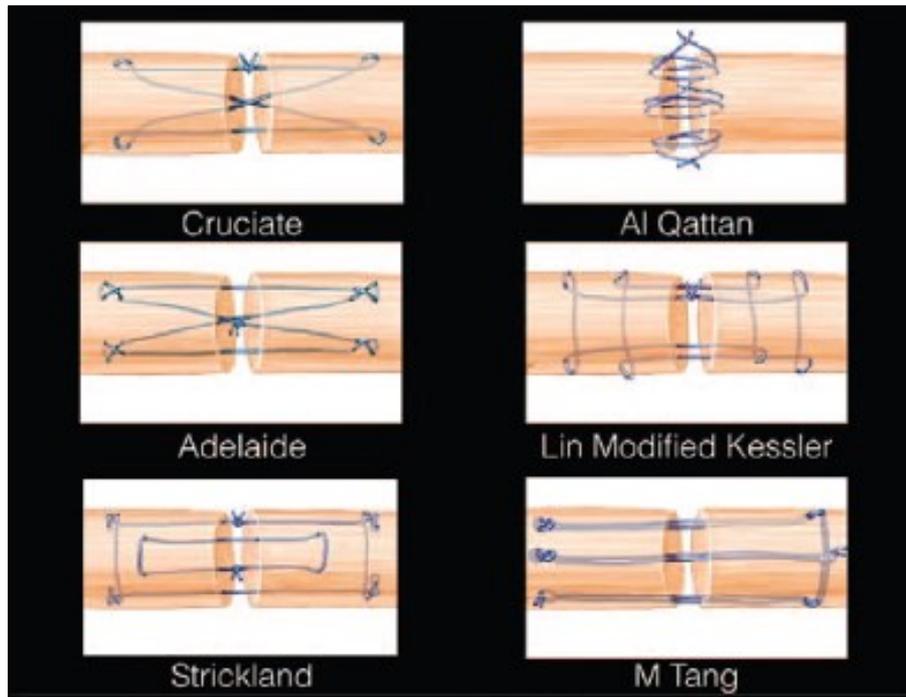


Figura 2.3 Sei popolari riparazioni tendinee. Tra le sei suture tendinee la più resistente risulta essere la “Lin Modified Kessler” seguita dalla “M Tang” e “Adelaide” [From <http://links.lww.com/PRS/B926>]

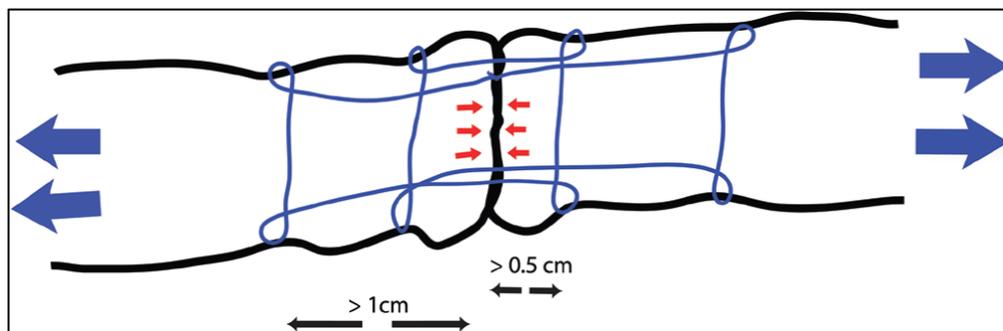


Figura 2.4 Riparazione Kessler four-strand modificata da Lin, una delle poche riparazioni dinamiche che offre compressione sulla distrazione attraverso il suo design continuo e asimmetrico. [From Lin GT. New suture techniques for flexor tendon repair. In: Saffar P, Amadio P, Foucher G, eds. Current Practice in Hand Surgery. London: Martin Dunitz Ltd; 1997:17–20]

CARATTERISTICHE DI UNA RIPARAZIONE PRIMARIA IDEALE SECONDO STRICKLAND

- Suture posizionate facilmente nel tendine
- Nodi di sutura sicuri
- Giunzione liscia all'estremità del tendine
- Gap minimo nel sito di riparazione
- Minima interferenza con la vascolarizzazione tendinea
- Sutura sufficientemente forte da permettere lo stress causato dal movimento precoce

Per resistere al gapping si realizza una leggera tensione alla sutura principale, con un accorciamento del segmento tendineo del 10% ovvero un aumento del 30% del diametro del tendine a livello del sito di riparazione^{76,77} (Wu and Tang, 2014). Questo rende la riparazione leggermente tesa e incoraggia la riabilitazione attiva precoce. Terminata la tenorrafia si effettuano movimenti attivi e passivi di flessione-estensione del dito per verificare la resistenza meccanica della sutura. La presenza di un gap indica che è necessario fare una sutura in ulteriore accorciamento. Per prevenire il dito a scatto e la formazione di aderenze la guaina sinoviale non viene riparata.

2.3 Gestione della puleggia

Le pulegge del canale digitale possono venire allargate (venting). Il “venting” della puleggia permette di fare scorrere liberamente il tendine suturato dentro il canale digitale. Franko et al.¹⁴ affermano che il venting della puleggia A4, nel contesto di una riparazione situata nelle vicinanze, permette un aumento dell’escursione del 5% e riduce la combinazione di tutte le resistenze allo scorrimento (work of force, WOF) rispetto alla puleggia A4 non allargata. L’analisi più dettagliata di Tang e Xie⁶⁶ ha dimostrato che il 75% della puleggia A2 e la divisione completa della puleggia A4 possono essere eseguite senza grandi danni all’arco di movimento digitale. Inoltre, studi clinici³¹ indicano che fino al 56% delle lesioni della zona II trarrebbero beneficio dal venting della puleggia A2 o A4 per consentire uno scorrimento sufficiente.

2.4 Wide Awake Hand Surgery

Lo scorrimento tendineo può essere testato durante l’operazione, specie se si usa la tecnica di anestesia locale con iniezione elettiva di lidocaina con epinefrina e con il paziente sveglio e cooperante (WALANT)^{19,32}. Questa tecnica “wide awake” è stata studiata da Lalonde et al e crea un campo relativamente privo di sangue, senza necessità di usare il laccio emostatico, usando solo un anestetico locale. Essi riferiscono che il rischio di infarto digitale è remoto. Viene chiesto al paziente di flettere ed estendere il dito attivamente per osservare se il tendine risulta libero da qualsiasi gapping. Se sono presenti gapping la riparazione viene rafforzata con ulteriori suture. A volte l’intervento si conclude con un venting totale delle pulegge C1, A3, C2, A4, C3 e la rivalutazione del movimento attivo del dito. La capacità di valutare la riparazione durante l’operazione in termine di gapping, triggering, bowstringing e scorrimento tendineo dà al chirurgo e al paziente la fiducia necessaria per procedere con un regime di mobilizzazione attiva precoce.

CAPITOLO III: RIABILITAZIONE

3.1 Considerazioni generali

Dopo l'intervento chirurgico è fondamentale ottenere un tendine forte, cicatrizzato bene, che scorra liberamente. Allo stesso tempo, la riparazione del tendine deve essere protetta da uno stress eccessivo, al fine di evitare la rottura o la lacerazione. Tutto questo è importante per garantire la mobilità funzionale e la forza della mano. Diversi fattori influenzano la progressione della riabilitazione postoperatoria. Le variabili legate all'intervento chirurgico sono il tipo e il momento della riparazione, la gravità del danno, la zona di lesione, le tecniche di sutura, la forza della riparazione del tendine e la necessità di altre procedure chirurgiche. I risultati sono influenzati anche dalla fisioterapia. Bisogna tenere conto del momento di inizio della terapia, l'uso della mobilizzazione precoce o tardiva, il tipo di splint usato, l'esperienza del terapeuta, la qualità e la costanza del paziente in riabilitazione. I terapeuti che gestiscono queste lesioni devono avere conoscenze specifiche nel campo e capacità di ragionamento clinico per selezionare un adeguato programma postoperatorio. È fondamentale personalizzare il regime di riabilitazione. In letteratura esistono diversi studi sul processo di guarigione del tendine, sulla forza tensiva della riparazione tendinea, sull'escursione del tendine, sui carichi imposti ad un tendine riparato durante il movimento delle dita, sulla formazione di aderenze. La differenza più importante tra i vari approcci riabilitativi è il modo in cui il tendine lesionato viene trattato durante le prime tre-sei settimane, nelle prime fasi di guarigione. Esistono due metodiche di base per il trattamento post-operatorio dei tendini flessori. Esse sono distinte in immobilizzazione e mobilizzazione precoce. Protocolli di immobilizzazione prolungata e movimento ritardato sono da preferire in pazienti incapaci di comprendere e seguire un programma di esercizi di movimento precoce controllato. Tra questi pazienti sono inclusi i bambini sotto i 7-10 anni di età, pazienti con problemi cognitivi, non motivati, con storie di precedenti riparazioni fallite. Una immobilizzazione prolungata può durare dalle 3 alle 4 settimane. Successivamente il paziente dovrà svolgere esercizi di

mobilizzazione attiva e passiva in flessione ed estensione. In termini generali, la mobilizzazione precoce si riferisce a qualsiasi tipo di mobilizzazione del tendine riparato entro una settimana dall'intervento. In letteratura si trovano numerosi protocolli che appartengono a questa categoria. Distinguiamo la mobilizzazione passiva precoce (EPM) dalla mobilizzazione attiva precoce (EAM). Molti protocolli recenti danno importanza al movimento precoce attivo controllato dopo l'operazione chirurgica e una forte riparazione tendinea consente l'uso del movimento precoce in sicurezza. I protocolli di mobilizzazione attiva precoce controllata vengono scelti perché aiutano a diminuire l'edema, la formazione di aderenze e mantengono lo scorrimento tendineo. Le aderenze limitano il ROM funzionale e lo scorrimento tendineo peggiora quando il tendine è immobilizzato. Un movimento precoce e controllato migliora la forza tensiva del tendine riparato e favorisce la diffusione di liquido sinoviale, fondamentale per la nutrizione dei tessuti. Quando si parla di immobilizzazione bisogna tenere in considerazione la durata, il tipo e la posizione. Esclusi i casi elencati precedentemente, per i quali è necessaria una immobilizzazione prolungata, di solito il tendine riparato viene immobilizzato per 3-5 giorni. Di estrema importanza è la voluminosa medicazione compressiva e l'elevazione per il controllo dell'edema. I metodi di immobilizzazione vengono scelti dal chirurgo e dal terapeuta della mano in base al protocollo riabilitativo. Esistono diversi tipi di splint usati dopo l'intervento chirurgico (Tabella 3.1): splint bloccante dorsale statico, splint bloccante dorsale con trazione dinamica (proposto in origine da Kleinert e collaboratori e successivamente modificato), splint dorsale da tenodesi con cerniera al polso. Il protocollo FAP prevede l'utilizzo di splint bloccante dorsale statico con polso in estensione di 10-30 gradi e MCF in flessione. Il protocollo Manchester di mobilizzazione attiva precoce usa splint corti che lasciano libero il polso.

TABELLA 3.1. SPLINT STATICI E DINAMICI DORSALI BLOCCANTI:
POSIZIONAMENTO E UTILIZZO

SPLINT BLOCCANTE DORSALE STATICO

- Lo splint ricopre la superficie dorsale dell'intera mano e della parte distale dell'avambraccio. Il pollice è libero.
- In genere posizionato con MCF in flessione e le IF estese per evitare la tensione eccessiva del tendine flessore riparato. Il grado di flessione delle MCF varia in base all'approccio usato dal chirurgo e dal terapeuta.
- In principio il polso veniva posizionato in flessione. Protocolli recenti (ad esempio il FAP) preferiscono posizionarlo in estensione di 10-30 gradi.
- Confezionato con bande elastiche poste attraverso la superficie volare della mano e dell'avambraccio. Questo permette di mantenere le dita e il polso nella posizione corretta.
- Viene indossato nelle fasi precoci della riabilitazione. Durante gli esercizi lo splint può essere allentato o rimosso.
- Può essere usato anche come splint protettivo durante la notte.

SPLINT BLOCCANTE DORSALE CON TRAZIONE DINAMICA

- Permette il movimento precoce dell'articolazione operata mentre la mano è nello splint.
- Confezionato con una banda elastica (o un filo di nylon con una fascia elastica) che viene attaccata all'unghia del dito o dita operate. Passa sotto ad una barra palmare che agisce come puleggia e si attacca prossimalmente al polso.
- A riposo, il dito operato mantiene la flessione grazie alla banda elastica che fornisce una trazione dinamica.
- Consente l'estensione attiva delle articolazioni IFP fino alla superficie dorsale del tutore.
- Quando gli estensori delle IFP e IFD sono rilassati, le bande elastiche esercitano una tensione sul dito causando una flessione passiva.
- Questi splint sono usati nei protocolli di mobilizzazione passiva precoce come quello sviluppato da Kleinert e colleghi. Tale protocollo è ormai superato.

SPLINT DORSALE DA TENODESI CON CERNIERA AL POLSO

- Esclusivamente usato per le sedute di esercizi.
- Questo splint non esercita nessuna trazione dinamica con bande elastiche.
- Permette la flessione piena e l'estensione limitata (circa 30 gradi) del polso, ma mantiene le articolazioni MCF in flessione di almeno 60 gradi e le IF in piena estensione quando le fasce sono fissate.
- L'allentamento delle bande elastiche permette l'estensione attiva del polso, durante la flessione IF passiva e durante gli esercizi di place and hold dove la flessione del dito viene mantenuta da una contrazione statica dei flessori.

SPLINT SENZA IMMOBILIZZAZIONE DEL POLSO (MANCHESTER)

- Nei recenti protocolli può andare a sostituire lo splint statico dorsale tradizionale.
- Si estende dalla piega prossimale del polso alla punta delle dita.
- Permette fino a 45 gradi di estensione del polso e la massima flessione con un blocco a 30 gradi di estensione delle articolazioni MCF.
- Permette una mobilizzazione attiva del polso che facilita i movimenti delle dita sfruttando il principio della tenodesi.

3.2 Movimento precoce controllato

Esistono due approcci di movimento precoce controllato: il movimento precoce passivo e il movimento precoce attivo. Sono stati sviluppati diversi protocolli che usano questi tipi di movimento.

3.2.1 Mobilizzazione passiva precoce (EPM)

Storicamente furono i protocolli di Duran-Houser e Kleinert ad utilizzare questo tipo di mobilizzazione. Entrambi i protocolli sono a favore della flessione passiva precoce delle IF dopo l'intervento, ma usano splint ed esercizi diversi. Il protocollo Duran-Houser usa uno splint statico dorsale bloccante. Sostiene la rimozione precoce dello splint o l'allentamento delle fasce di stabilizzazione per gli esercizi ROM passivi delle IF operate. Kleinert e colleghi hanno deciso di usare uno splint dorsale con trazione dinamica per gli esercizi precoci. Il paziente esegue l'estensione attivamente entro i confini dello splint. La fascia elastica riporta il dito in flessione dopo ogni ripetizione,

quando si rilassano gli estensori, provocando così l'escursione del tendine riparato senza una tensione attiva dei flessori. Per aumentare la flessione passiva possiamo aggiungere una spinta manuale. Se durante il giorno si usa uno splint con trazione dinamica, di notte si deve utilizzare uno splint statico che mantenga le articolazioni IF in posizione neutra, il polso e le MCF in flessione. Questo serve a prevenire le contratture in flessione delle IF. Questi due protocolli di movimento passivo precoce sono stati modificati nel corso degli anni. Oggi i chirurghi e i terapeuti della mano usano solo alcuni esercizi e/o splint di queste metodiche. Il movimento precoce attivo sta sostituendo i metodi di movimento passivo che sono risultati obsoleti.

3.2.2 Mobilizzazione attiva precoce (EAM)

La caratteristica principale che distingue un approccio precoce attivo da quello passivo è l'uso di contrazioni attive con tensione minima dell'unità muscolo-tendinea. Per mobilizzazione attiva precoce si intende flessione ed estensione attiva delle dita coinvolte. Molti terapeuti della mano hanno osservato migliori risultati, in seguito ad una mobilizzazione passiva precoce, in pazienti che involontariamente o coscientemente flettono le dita attivamente. Questo ha senso dal punto di vista logico. La flessione passiva cerca di spingere il tendine prossimalmente, ma il tendine è progettato per tirare, non per spingere. L'edema risulta essere un elemento normale della guarigione dopo la riparazione ed è presente anche se il tendine è stato tagliato in modo pulito, con lesioni minime ai tessuti adiacenti e viene riparato rapidamente e bene. Qualsiasi riparazione risulta essere più voluminosa rispetto al tendine non danneggiato. Qualsiasi lesione associata produrrà un ulteriore edema e può aggiungere delle complicazioni e alterazioni del normale rapporto tra il tendine e i tessuti molli circostanti. Tutti questi fattori producono resistenza all'escursione del tendine. Una flessione attiva accuratamente controllata dovrebbe produrre un maggiore scorrimento del tendine rispetto alla flessione passiva. A partire da Allen et al.² negli Stati Uniti, Cullen et al.¹⁰ e Small et al.⁶² nel Regno Unito, diversi autori hanno proposto protocolli di mobilizzazione attiva, molti dei quali supportati da studi che hanno mostrato

ottimi risultati in pazienti con suture di adeguata resistenza. Nei primi studi pubblicati, la posizione post-operatoria dello splint era praticamente identica a quella dei protocolli di mobilizzazione passiva che ora risultano obsoleti: polso e MCF in flessione e piena estensione delle IF. Nel corso degli anni la tendenza fu quella di ridurre la flessione del polso e delle MCF. Protocolli attuali tengono il polso in posizione neutra o estesa o usano splint corti che non lo immobilizzano. Grazie all'evoluzione della tecnica chirurgica, è possibile utilizzare i protocolli di mobilizzazione attiva. Come detto in precedenza, è stato stabilito che la forza della sutura centrale è legata al numero di passaggi che attraversano la riparazione, e che una sutura periferica forte migliora lo scorrimento e aumenta la resistenza. Molte ricerche hanno permesso di stabilire la capacità di tenuta delle suture e le caratteristiche di scorrimento e trazione. Vari autori hanno analizzato la forza esercitata dalla flessione attiva e passiva sulla riparazione. Strickland⁶⁵ ha preso questi dati, ha stimato gli effetti dell'edema, dell'ingombro della sutura e di altre resistenze esterne e ha affermato che una sutura centrale 4-strand insieme ad una forte sutura epitendinea può sopportare le sollecitazioni di un leggero movimento attivo iniziale. Nessuna singola tecnica EAM ha dimostrato di essere il "gold standard" della riabilitazione del tendine flessore. Ogni approccio è stato sviluppato in un contesto clinico diverso, con diverse tecniche chirurgiche e diversi gruppi di pazienti. Ovviamente, per la scelta di una tecnica appropriata devono essere prese in considerazione le circostanze di ogni paziente.

3.2.3 Modifiche e variazione della mobilizzazione precoce

Le contratture in flessione delle IFP sono complicanze comuni nelle riparazioni dei tendini flessori zona II a causa della vicinanza della lacerazione e della cicatrice postoperatoria all'articolazione delle IFP e alla tendenza dell'articolazione a riposare in flessione. Nei programmi, ormai obsoleti, che usavano gli elastici per la flessione passiva e l'estensione attiva, la resistenza di un elastico aumentava man mano che esso veniva allungato, rendendo più difficile l'estensione negli ultimi gradi. Le contratture in flessione delle IFP sono più probabili quando c'è difficoltà a raggiungere la piena estensione

durante l'esercizio. Per questo motivo, vari autori hanno proposto metodiche per regolare la resistenza utilizzando la mano non coinvolta per tirare la trazione elastica distalmente e diminuire la tensione durante l'estensione. Altri liberano il dito dalla trazione e legano le dita in estensione delle IF durante la notte o tra le sessioni di esercizio. Lo splint bloccante dorsale statico dovrebbe facilitare l'estensione delle IF e, inoltre, è consigliabile l'uso di uno splint notturno che mantenga l'estensione delle IF.

Posizione delle MCF

Studi hanno dimostrato che la flessione delle MCF rende più facile raggiungere la piena estensione delle IFP. Questo può essere attribuito sia al direzionamento delle forze estrinseche degli estensori dalle MCF alle IFP che alla contrazione dei muscoli lombricali e interossei. Tuttavia, questo non ci dice quale sia la posizione ottimale per le articolazioni MCF all'interno dello splint. Gli studi hanno dimostrato che, oltre a mantenere i flessori allentati, non c'è motivo di flettere le MCF in nessun grado particolare. Alcuni protocolli EAM raccomandano 90 gradi di flessione delle MCF. Questa posizione è difficile e spesso scomoda da raggiungere per molti pazienti. Se lasciamo le MCF in eccessiva flessione per diverse settimane, e il paziente sviluppa aderenze distali all'origine dei lombricali, stiamo predisponendo il paziente allo sviluppo di forme di estensione paradossa. I lombricali sono flessori delle MCF ed estensori dell'IF. Molti pazienti contraggono eccessivamente i lombricali e gli interossei nel tentativo di stringere il pugno. Quando il tendine del flessore è aderente, il risultato può essere la flessione delle MCF e l'estensione delle IF perché i muscoli intrinseci continuano a contrarsi dopo che il flessore raggiunge il limite della sua escursione possibile. Questo fenomeno è molto frustrante perché i pazienti non sono in grado di controllarlo. Per questi motivi c'è stata la tendenza a diminuire il grado di flessione delle MCF. Recenti studi hanno dimostrato che posizionando le MCF in eccessiva flessione, il movimento sarà spostato verso l'articolazione IFP e il paziente sarà costretto a tentare la flessione delle IFD alla fine del range, aumentando così il lavoro di flessione. Durante le attività è fondamentale che il movimento venga iniziato dalle articolazioni IFP per ottimizzare lo scivolamento

differenziale. Pertanto, una posizione di 30 gradi di flessione delle MCF risulta essere efficace e confortevole.⁵¹

Posizione del polso

Nel 1988, Savage ha dimostrato che è necessaria una minor forza di flessione per superare la tensione passiva dei tendini dei muscoli estensori se il polso è in estensione di 45 gradi.⁵⁶ Con il polso in posizione neutra c'è una maggiore resistenza alla flessione, ma non tanto quanto con il polso in flessione. Alcuni usano questi dati per sostenere che il posizionamento del polso in estensione o neutro è in grado di diminuire il rischio di riparazioni nei programmi di mobilizzazione attiva. Bisogna ricordare che quando il polso è esteso, i flessori delle dita sono tirati prossimalmente dalla tenodesi. La semplice logica ci dice che questo aiuterebbe l'escursione passiva del tendine. Quando il polso è flesso, le dita possono tranquillamente estendersi perché la flessione del polso diminuisce la tensione sulla riparazione. Gli studi della clinica Mayo^{9,21} hanno dimostrato che il movimento sinergico del polso aumenta l'escursione sia del FDS che del FDP. Per le lesioni tendinee della zona II sono stati sviluppati degli splint dorsali con cerniera al polso. Questi tutori consentono l'estensione del polso, ma possono rivelarsi difficili da costruire per il terapeuta e troppo complessi da gestire per il paziente. Per questi motivi è preferibile usare uno splint dorsale statico che posiziona il polso in estensione. Il protocollo Manchester usa un tutore corto, che termina a livello della piega prossimale del polso. Tale splint permette al polso di estendersi a 45 gradi durante la flessione attiva delle dita e di flettersi durante l'estensione attiva digitale. I risultati iniziali sono incoraggianti con miglioramento nell'arco di flessione e riduzione della perdita di estensione delle IF, senza aumentare il tasso di rottura.

Lavoro in flessione e resistenza allo scorrimento

Nel 1988, Savage⁵⁶ ha calcolato la quantità di forza di flessione richiesta per superare la resistenza viscoelastica degli estensori, con il polso e le dita in quattro posizioni diverse. Ha trovato che era necessaria una forza minima (tensione muscolare attiva minima) per flettere le articolazioni IP se il polso è

posizionato in estensione. La tensione passiva degli estensori è solo uno degli ostacoli allo scorrimento prossimale dei tendini flessori. La combinazione di tutte le resistenze allo scorrimento è chiamata WOF (work of force). Ciò comprende l'edema, i tessuti lesi adiacenti, le medicazioni voluminose, le caratteristiche della sutura stessa. Evans e Thompson¹² hanno sviluppato ulteriormente la teoria di Savage con il loro modello di tensione muscolo-tendinea minima attiva (MAMTT). Hanno calcolato matematicamente le forze interne necessarie per superare la tensione muscolo-tendinea antagonista in varie posizioni. Hanno aggiunto un margine di sicurezza per tenere conto di variabili come la resistenza imposta dal tessuto circostante. Il loro modello teorico ha dimostrato che con l'aumento dell'angolo di flessione, la quantità di forza aumenta drasticamente. Pertanto, oltre all'estensione del polso (circa 20 gradi), raccomandano solo una flessione parziale delle dita. Tang et al ^{67,69} affermano che la resistenza della riparazione diminuisce con l'aumentare degli angoli di flessione delle dita (Figura 3.1).

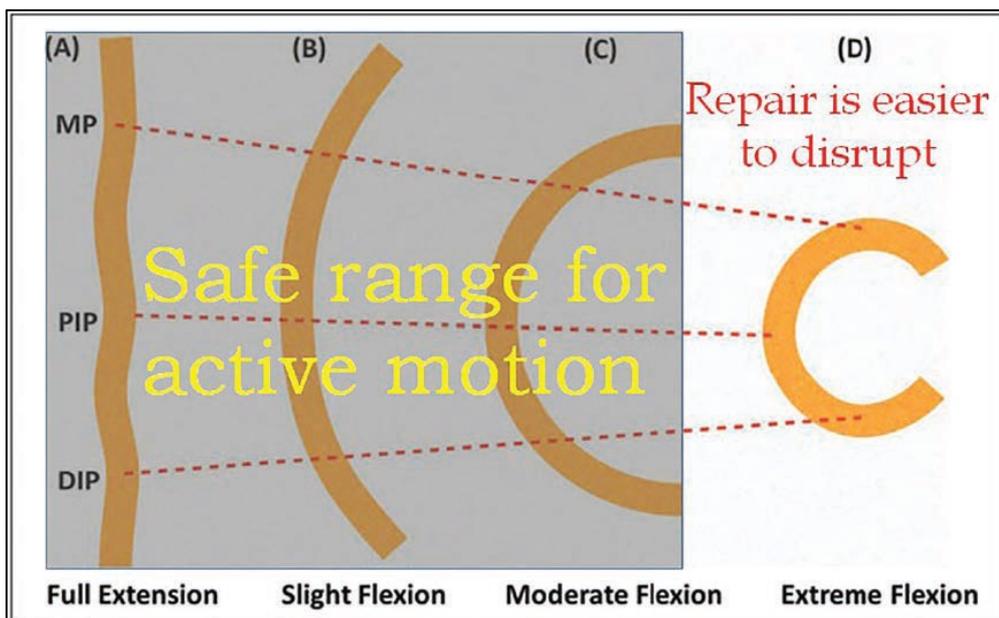


Figura 3.1 Cambiamenti nella resistenza durante il movimento attivo di flessione digitale dalla piena estensione. Il tendine si rompe più facilmente durante la massima flessione del dito (a destra). Il range di movimento sicuro è dalla piena estensione alla leggera o moderata flessione attiva (sinistra e centro). MP, metacarpofalangea; PIP, interfalangea prossimale; DIP, interfalangea distale. [From Tang JB. New Developments Are Improving Flexor Tendon Re-pair. *Plast Reconstr Surg.* 2018 Jun;141(6):1427-1437]

Controllo delle deformazioni di riparazione

Non solo dobbiamo ripristinare lo scorrimento del tendine senza causare la rottura della riparazione, ma dobbiamo anche prevenire la deformazione o il gapping della riparazione. Con il miglioramento delle tecniche di sutura, il gapping risulta essere meno probabile. Una mobilizzazione precoce sembra controllare la formazione di adesioni nei gap che si verificano. Nel 2006, Kursal et al hanno dimostrato che il movimento attivo in flessione o estensione sottopone il tendine a forze simili, contrariamente alla convinzione che la forza possa essere limitata utilizzando l'estensione attiva del dito e la flessione passiva durante le prime fasi di riabilitazione.³⁰ Molte tecniche di riparazione del tendine che richiedono una sutura centrale a quattro passaggi o a sei passaggi hanno una resistenza finale superiore a 40N. Alcune possono sopportare forze superiori a 60N. Poiché le forze massime generate dal tendine FDP durante la flessione ed estensione attiva con il polso a 0-30 gradi di flessione erano inferiori a 20 N per tutti i soggetti, questi movimenti possono

essere usati durante i primi protocolli di riabilitazione con un rischio limitato di rottura della riparazione. Il rischio di rottura può essere ridotto limitando l'angolo di flessione del polso o l'angolo di flessione delle dita quando il polso è flesso.

Regime di esercizio e tempistiche

Nelle riparazioni senza complicanze è preferibile un regime di movimento attivo per preservare lo scorrimento del tendine. Gli studi hanno dimostrato che la presenza di edema incrementa il lavoro di flessione e che questo aumenterà nei primi giorni dopo l'intervento, con un picco intorno al 3° o 4° giorno. Per questo motivo è consigliabile iniziare il regime di esercizio quando la resistenza allo scivolamento sarà inferiore, intorno al 4° o 5° giorno dopo l'intervento. Prima di iniziare un regime di movimento attivo, dovrebbe essere ripristinata la massima flessione digitale passiva. Questo aiuterà a ridurre il lavoro di flessione sul tendine riparato. La flessione passiva delle articolazioni IF sottopone i tendini riparati a forze al di sotto del carico di rottura ed è quindi sicura. Il lavoro in flessione impedirà anche l'irrigidimento delle strutture dorsali e delle articolazioni. Il solo movimento passivo, tuttavia, non sarà sufficiente a modificare le aderenze peritendinee e mantenere lo scorrimento del tendine. I benefici suggeriti dal movimento attivo sono stati ben documentati. La mobilizzazione attiva controllata è considerata sicura in pazienti complianti con una forte riparazione. Il movimento attivo dovrà essere eseguito quando il lavoro in flessione risulta essere sicuro per la riparazione e non eccessivamente stressante, cioè quando il movimento passivo è stato recuperato e l'edema postoperatorio iniziale diminuito. Il movimento dovrà iniziare dalle articolazioni IFD per massimizzare lo scivolamento differenziale. La resistenza alla flessione digitale aumenta di 5-10 volte nel terzo finale di flessione rispetto ai primi due terzi. Questo incremento sarà aggravato dai cambiamenti della curvatura di gliding, in caso di danno alla puleggia o alla guaina tendinea. Un pugno completo eseguito precocemente non è necessario e sicuro. Gli esercizi di estensione attiva delle articolazioni IF sono una parte fondamentale del regime e dovrebbero essere eseguiti regolarmente per prevenire la perdita di estensione e la formazione di

contratture in flessione delle IF, complicanze molto comuni dopo questo tipo di lesione.

Approccio place and hold

L'approccio place and hold usa contrazioni statiche. Gli esercizi proposti sono eseguiti con le MCF in flessione e le IF in flessione parziale. Il paziente deve mantenere la posizione per circa 5 secondi con una contrazione minima dei flessori. Se il paziente usa uno splint per tenodesi, si combina la flessione delle dita con l'estensione attiva del polso. Infine, il paziente deve rilassarsi e flettere passivamente il polso ed estendere passivamente le dita. Le ricerche hanno dimostrato che è preferibile eseguire gli esercizi di place and hold con il polso esteso e le MCF poste in flessione. Per effetto della tenodesi l'estensione del polso è la posizione nella quale le IF possono essere mosse con la minima forza di contrazione dei muscoli flessori superficiali e profondi delle dita con un carico basso sul tendine riparato. Nonostante ciò, bisogna fare attenzione ad usare l'approccio place and hold: il posizionamento è un'azione passiva, ma la tenuta richiede una forza attiva difficile da misurare. In un dito edematoso la posizione dei tendini all'interno del sistema di guaine non è prevedibile. Sono da preferire approcci dinamici che sfruttano esercizi dinamici, ad arco breve, con minima tensione muscolare, che inizialmente impongono sforzi di intensità lieve sul tendine riparato.

Frequenza degli esercizi

Nella letteratura non c'è un consenso generale per quanto riguarda la frequenza degli esercizi e il numero di ripetizioni. La sequenza di esercizi dovrà essere svolta dal carico minore al carico maggiore per il tendine. A livello più basso di carico le ripetizioni dovranno essere più numerose. A livello più alto di carico le ripetizioni dovranno essere meno numerose. Il passaggio al livello successivo avviene quando sono soddisfatti specifici criteri. Generalmente, gli esercizi di flessione passiva sono considerati di riscaldamento e dovrebbero precedere ogni seduta di esercizi di mobilizzazione attiva. Dovrebbero essere eseguiti con frequenza e ripetizioni sufficienti per ottenere una buona mobilità del dito.

3.3 Linee guida Early Active Motion (EAM)

In questa sezione vengono descritte le linee guida in merito all'applicazione del movimento attivo precoce dopo la riparazione dei tendini flessori in zona II. Esistono diversi protocolli di Early Active Motion.^{2,9,12,19,23,29,41,48,49} Il primo fu studiato da Allen nel 1987. Ne seguirono tanti altri (Cooney, May, Strickland e Cannon, Evans e Thompson, Klein, Manchester F.Peck, ecc). La maggior parte dei primi programmi di mobilizzazione attiva precoce sono stati sviluppati per lesioni della zona II. I protocolli più recenti di EAM sono il FAP e il Manchester descritti alla fine di questo capitolo. Qui sotto sono stati riportati gli elementi comuni ai diversi protocolli EAM. Possiamo distinguere tre fasi: fase di massima protezione, protezione moderata e protezione minima.

Fase di massima protezione

La prima fase, detta di massima protezione, ha inizio entro i primi giorni dopo l'operazione. Dura 3-4 settimane. Questo è il periodo nel quale la riparazione tendinea è più debole. Gli obiettivi da raggiungere in questa fase sono il controllo dell'edema e del dolore. Bisogna proteggere il tendine. Per mantenere un adeguato scivolamento e prevenire le aderenze vengono effettuati esercizi controllati che richiedono bassi sforzi. Gli interventi richiesti in questa fase sono l'innalzamento della mano, la cura della ferita e della cute, l'uso e la cura del tutore, gli esercizi passivi e attivi. Il regime di esercizi deve essere sicuro, prevenire la rottura o lacerazione del tendine minimizzando il lavoro in flessione, efficace nel promuovere lo scorrimento del tendine. Dovrebbe anche essere progettato per prevenire contratture delle articolazioni ed essere semplice da eseguire, in quanto ciò potrebbe avere un impatto positivo sulla compliance del paziente. Durante questa fase la maggior parte degli esercizi è eseguita in un tutore statico con blocco dorsale o in un tutore di polso per tenodesi progettato per svolgere gli esercizi. Per permettere la flessione del dito, in entrambi i tipi di tutore, vengono allentate le fasce di stabilizzazione. Gli esercizi devono essere eseguiti più volte al giorno per circa 4 settimane. Normalmente gli esercizi da svolgere sono i seguenti:

Esercizi di ROM passivo. Ogni ora vanno eseguiti esercizi di flessione passiva di ogni articolazione MCF, IFP e IFD. Eseguire una estensione attiva nei limiti consentiti dal tutore dorsale (Figura 3.2).



Figura 3.2 Esercizi di flessione passiva all'interno dello splint Manchester [From Peck F. The Rehabilitation of Flexor Tendon injuries in Zone 2. IFSSH ezine vol 4]



Figura 3.3 Tutore dorsale statico tradizionale [From Peck, FH, et al. "The Manchester Short Splint: A Change to Splinting Practise in the Rehabilitation of Zone II Flexor Tendon Repairs." Hand Therapy, vol.19, no. 2, June 2014]

Movimenti indipendenti delle articolazioni IFP e IFD per lo scivolamento differenziale dei tendini flessori profondi e superficiali delle dita. È importante mantenere le MCF in flessione durante il ROM passivo delle IF. Questo serve ad evitare lo stiramento eccessivo nella sede della riparazione che potrebbe causare, durante l'estensione delle IF, un distacco tra i capi tendinei contrapposti.

Movimento con tensione minima, arco breve (MAMTT). Alcuni programmi iniziano la flessione attiva e dinamica delle dita durante i primi giorni dopo l'intervento se le tecniche di sutura lo consentono.¹² Le contrazioni attive generano una minima pressione che possa bastare per superare la resistenza degli estensori e causare il movimento del tendine del flessore. Il movimento

si esegue con il polso in lieve estensione e con le articolazioni MCF flesse. Diversi studi hanno dimostrato che il mantenimento di un pugno parziale richiede meno forza che il mantenimento di un pugno completo. Lo stress sulla sutura sarà minore.

Fase di protezione moderata

Dopo circa 4 settimane inizia la fase di protezione moderata e continua fino all'ottava. In questo arco di tempo ci si focalizza sull'aumento degli sforzi sul tendine riparato. Gli esercizi vanno svolti in sicurezza. Il paziente dovrà usare la mano ottenendo la flessione e l'estensione attiva del polso e delle dita e lo scivolamento differenziale del tendine. Se precedentemente è stato portato uno splint per tenodesi durante gli esercizi attivi precoci, durante questa fase viene tolto. Per almeno 6-8 settimane l'uso di splint dorsale continua durante il giorno. Viene tolto durante gli esercizi. L'uso di uno splint notturno è utile per prevenire contratture in flessione. Possono essere svolti esercizi di *place and hold* aumentando gradualmente la tensione. Si continuano gli esercizi per aumentare il ROM attivo. Dopo circa 5 settimane si iniziano gli esercizi di scivolamento tendineo (Figura 3.4) e di blocco. Bisogna evitare l'estensione del dito associata all'estensione del polso per circa 6-8 settimane perché mette in tensione estrema il tendine riparato del flessore.

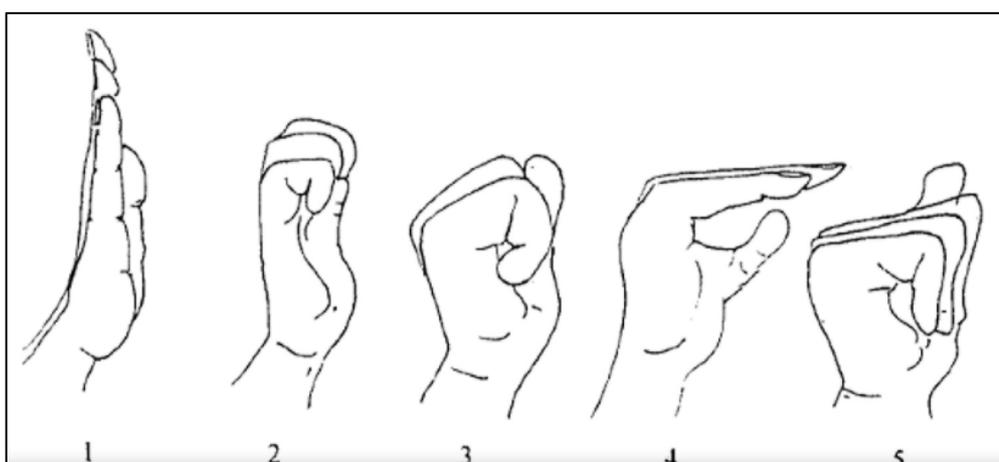


Figura 3.4 Le cinque posizioni delle dita usate per gli esercizi di scorrimento del tendine flessore: (1) mano aperta; (2) pugno ad uncino (o artiglio); (3) pugno chiuso; (4) piano di lavoro (intrinsic plus); (5) pugno esteso. [Adopted from Akalin E, El O, Peker O, et al. Treatment of carpal tunnel syndrome with nerve and tendon gliding exercises. *Am J Phys Med Rehabil* 2002;81(2):108-113]

Fase di protezione minima

Durante la fase di protezione minima l'obiettivo è quello di ritornare ad usare la mano. Inizia dopo circa 8 settimane ed è caratterizzata da una introduzione graduale ma progressiva di esercizi per migliorare la forza e la resistenza. Vengono svolti anche esercizi di destrezza e uso della mano in attività funzionali. Si può interrompere l'uso del tutore. Se il paziente ha un ritardo dell'estensione o contratture in flessione si deve continuare ad usarlo. Dopo le riparazioni primarie dei tendini flessori, la maggior parte dei pazienti ritorna ad utilizzare pienamente la mano entro 12 mesi dall'intervento.

3.3.1 Protocollo FAP

Il FAP è uno dei protocolli più recenti di mobilizzazione attiva precoce. La posizione dello splint, la scelta degli esercizi da svolgere e le tempistiche si basano su aspetti che sono stati indicati nei capitoli precedenti di questa tesi. Nella tabella 3.2 sono riportate le principali raccomandazioni.²³

TABELLA 3.2. REGIME DI RIABILITAZIONE DEL TENDINE FLESSORE (FAP)
<ul style="list-style-type: none">• Splint dorsale statico da usare per 6 settimane.• Ripristinare la flessione dorsale digitale passiva prima del movimento attivo.• Iniziare il movimento attivo 3-5 giorni dopo l'intervento.• Iniziare un movimento attivo precoce nei pazienti collaboranti se la riparazione è forte.• Promuovere esercizi di scivolamento differenziale per prevenire la formazione di aderenze e preservare lo scorrimento tendineo.• Incoraggiare esercizi attivi di estensione digitale per prevenire i deficit di estensione.• A 3 settimane incorporare il movimento attivo del polso.• A 6 settimane, se necessario, usare splint per mantenere l'estensione delle IF.• A 6 settimane iniziare una leggera attività funzionale.• Ritorno alle attività normali dopo 10-12 settimane.

PARTICOLARI CONSIDERAZIONI PER LA ZONA II

- Splint dorsale statico con polso a 10-30 gradi di estensione e MCF a 30 gradi di flessione. Le IF verranno posizionate in estensione (Figura 3.3).
- Eseguire esercizi di flessione digitale passiva fino al raggiungimento di un movimento libero, specialmente in dita edematose.
- Incoraggiare lo svolgimento degli esercizi. Ogni ora dovranno essere svolti esercizi di flessione attiva delle articolazioni IF (10 ripetizioni). Il range di flessione dovrà essere gradualmente incrementato nel corso delle settimane.
- Non iniziare esercizi di place and hold fino all'ottenimento del completo scorrimento attivo del tendine.
- In questa zona vi è un aumento del rischio di aderenze e contratture in flessione delle IF.

3.3.2 Protocollo Manchester

Il regime Manchester è differente dal FAP principalmente per il design dell'ortesi. Lo splint Manchester è corto e si estende dalla punta delle dita fino alla piega prossimale del polso con un blocco a 30 gradi di flessione delle MCF. Questa posizione facilita il movimento attivo iniziato dalle articolazioni IFD. Il polso in estensione di circa 45 gradi favorisce lo scorrimento differenziale e minimizza il lavoro di flessione (Figura 3.5). Questa stecca consente anche la massima flessione del polso, facilitando la massima estensione attiva delle IF, riducendo il rischio di deficit in estensione e contratture in flessione (Figura 3.6). Nella tabella 3.3 vengono descritti i vari step del protocollo.^{48,49}

TABELLA 3.3 PROTOCOLLO MANCHESTER

- Recarsi in ambulatorio dopo 4 o 5 giorni dall'intervento.
- Rimozione della medicazione chirurgica e controllo della ferita.
- Applicazione di un splint protettivo statico dorsale da portare per 6 settimane.
- Dare priorità al ripristino della piena flessione passiva digitale.
- Iniziare un movimento attivo precoce dall'articolazione IFD all'interno della "zona sicura".
- Scoraggiare il movimento attivo completo in flessione.
- Incoraggiare esercizi attivi di estensione digitale.
- In caso di deficit in estensione o contratture in flessione indossare di notte un tutore di estensione digitale.
- Eseguire un'attività sicura e funzionale.
- Rimuovere il tutore dopo 6 settimane e progredire svolgendo leggere attività funzionali.
- A 6 settimane iniziare lo stretching e usare splint per contenere deformità causate da cicatrice e contratture in flessione. Usare splint notturni per favorire l'estensione digitale
- Ritornare alle normali attività tra la 10° e la 12° settimana.



Figura 3.5. Il Manchester Short Splint permette un'estensione del polso di 45° e facilita la flessione digitale attiva. [From Peck, FH, et al. "The Manchester Short Splint: A Change to Splinting Practice in the Rehabilitation of Zone II Flexor Tendon Repairs." *Hand Therapy*, vol. 19, no. 2, June 2014]



Figura 3.6 Il Manchester Short Splint permette la massima flessione del polso e facilita l'estensione dell'articolazione interfalangea. [From Peck, FH, et al. "The Manchester Short Splint1: A Change to Splinting Practice in the Rehabilitation of Zone II Flexor Tendon Repairs." *Hand Therapy*, vol. 19, no. 2, June 2014]

3.3.3 Protocollo Saint John

In uno studio del 2016, Higgins e Lalonde elencano i vantaggi della tecnica chirurgica Wide Awake. Come detto in precedenza, tale metodica permette di identificare e riparare le lacune del tendine durante l'intervento chirurgico diminuendo il tasso di rottura. Nell'articolo viene descritto il protocollo Saint John, da abbinare alla tecnica chirurgica di Lalonde. Questo approccio è un esempio di protocollo FAP. Durante le prime due settimane viene usato lo splint statico dorsale che immobilizza il polso. Successivamente viene sostituito da uno splint Manchester. Il protocollo viene descritto nella tabella 3.4.¹⁹

TABELLA 3.4 PROTOCOLLO SAINT JOHN

3-5 giorni - 2 settimane post-intervento

- Rimozione della medicazione chirurgica e controllo dell'edema. "Puoi spostarla ma non usarla!"
- Controllo edema- elevazione del braccio e bendaggio di compressione.
- Immobilizzazione con tutore dorsale statico: polso in estensione di 45° (posizione comoda), MCF in flessione di 30° e piena estensione delle IF.
- Sollevare regolarmente il braccio per mantenere il movimento della spalla.
- Piegare ed estendere in gomito per mantenere il movimento.
- Svolgere esercizi di flessione passiva delle MCF, IFP e IFD.
- Svolgere l'estensione attiva completa delle IF con le MCF in flessione.
- Eseguire esercizi di flessione attiva fino a 1/3 o 1/2 pugno.
- Evitare tensioni, movimenti dolorosi o forti, di spingere le dita verso il tutore con l'altra mano (estensione passiva).
- Non usare la mano ferita e non rimuovere il tutore, a meno che il terapeuta non lo chieda.

2-4 settimana post-intervento

- Il tutore statico dorsale (DBS) viene accorciato. Indossare tutore corto Manchester (polso libero con MCF e IF posizionate come nel DBS originale).
- Continuare a svolgere gli stessi esercizi sopra elencati.
- Eseguire esercizi attivi all'interno del tutore Manchester.
- Lavorare per raggiungere ½ pugno con il polso fino a 45° di estensione.
- Lavorare per raggiungere il pugno completo dopo le 6 settimane.
- Massaggiare la cicatrice.

4-8 settimane post-intervento

- Dopo la 6° settimana è possibile non usare più il tutore Manchester.
- Iniziare ad usare la mano per attività leggere entro i limiti del dolore, come indicato dal terapeuta.
- Continuare ad usare il tutore quando si è a rischio di urti.
- Se necessario, usare splint per mantenere l'estensione delle IF durante la notte.
- Ortesi relative alla flessione durante le attività diurne possono risultare utili.
- Continuare a massaggiare la cicatrice.
- Dopo 6 settimane possono essere avviati esercizi di rinforzo (se il movimento completo è stato raggiunto), esercizi di scorrimento dei tendini, esercizi di blocco delle dita ed esercizi attivi per il polso.

3.4 Scale di valutazione degli outcomes

In questa sezione saranno elencati gli strumenti di valutazione del movimento e della funzione che vengono usati per esaminare lo stato di salute della mano dopo chirurgia dei tendini flessori e durante la riabilitazione. Tali strumenti possono essere usati negli studi per confrontare diverse metodiche chirurgiche e riabilitative. L'esame clinico della mano è un'abilità di base che sia il chirurgo che il terapeuta dovrebbero padroneggiare. Per farlo, è necessario comprendere l'anatomia funzionale della mano. I risultati dovranno essere registrati accuratamente ed il terapeuta potrà anche avvalersi di foto e video per valutare il progresso. Il chirurgo ed il terapeuta dovranno essere a conoscenza del meccanismo esatto dell'infortunio, l'età del paziente, la mano dominante, le sue occupazioni. Importante è esaminare il dolore con scale come la VAS (Visual Analogic Scale), la NRS (Numerical Rating Scale) o la VRS (Verbal Rating Scale). Queste scale sono unidimensionali perché indagano un unico aspetto, l'intensità del dolore (Figura 3.7). La scala VAS corrisponde alla rappresentazione visiva dell'ampiezza del dolore percepito dal paziente ed è costituita da una linea predefinita lunga 10 cm, dove l'estremità sinistra corrisponde a "nessun dolore", mentre l'estremità destra a "peggior dolore possibile". Il paziente dovrà tracciare sulla linea un segno in base all'intensità

del dolore provato. La linea della scala può essere orientata in maniera orizzontale o verticale, senza che questo influenzi la sua sensibilità,¹⁸ anche se alcuni studi hanno dimostrato che la versione orizzontale ha un tasso di fallimento minore.⁷³ La scala viene utilizzata per esaminare il dolore attuale o eventualmente il dolore avvertito nelle ultime 24h.²⁴ Il punteggio viene calcolato in mm, misurando tramite un righello la distanza tra l'estremo che corrisponde alla minima intensità e il segno tracciato dal paziente. Sulla base di diversi studi, sono stati suggeriti i seguenti valori cut-off: da 0 a 4 mm: “nessun dolore”; da 5 a 44 mm: “dolore lieve”; da 45 a 74 mm: “dolore moderato”; da 75 a 100 mm: “dolore severo”. La VAS è pratica e veloce, con tempo di compilazione inferiore al minuto. Tuttavia, per il suo utilizzo è necessaria una minima coordinazione visuo-motoria che non sempre la rende applicabile, soprattutto tra gli anziani.²⁰ Anche la scala NRS valuta l'intensità del dolore.^{8,25} È una scala a 11 punti costituita da una linea orizzontale, con un intervallo che va da 0 a 10, corrispondenti rispettivamente a “nessun dolore” e “peggior dolore immaginabile”.^{5,18} Questa scala è facile da somministrare, ha un tempo di compilazione inferiore al minuto e non richiede alcuna coordinazione visuo-motoria. Un'altra scala unidimensionale è la VRS costituita da una lista di descrittori che identificano il grado di intensità del dolore. La scala va da “nessun dolore” a “dolore grave” o “dolore molto intenso”, passando per una serie di aggettivi intermedi, che dovrebbero cogliere gradualmente le sfumature d'intensità del dolore (lieve, moderato, grave).⁵ Un limite della scala è costituito dal fatto che il paziente deve scegliere tra aggettivi predeterminati che non sempre corrispondono al grado di dolore provato.^{20,73} L'esame fisico consiste nell'osservazione, ispezione e palpazione della mano. I terapeuti dovranno esaminare i cambiamenti della pelle, la cicatrice, la formazione di aderenze, l'edema e la perdita di movimento. L'edema può essere valutato usando misurazioni circonferenziali o volumetriche. La volumetria è usata principalmente se l'intera mano risulta edematosa, non per un dito isolato.

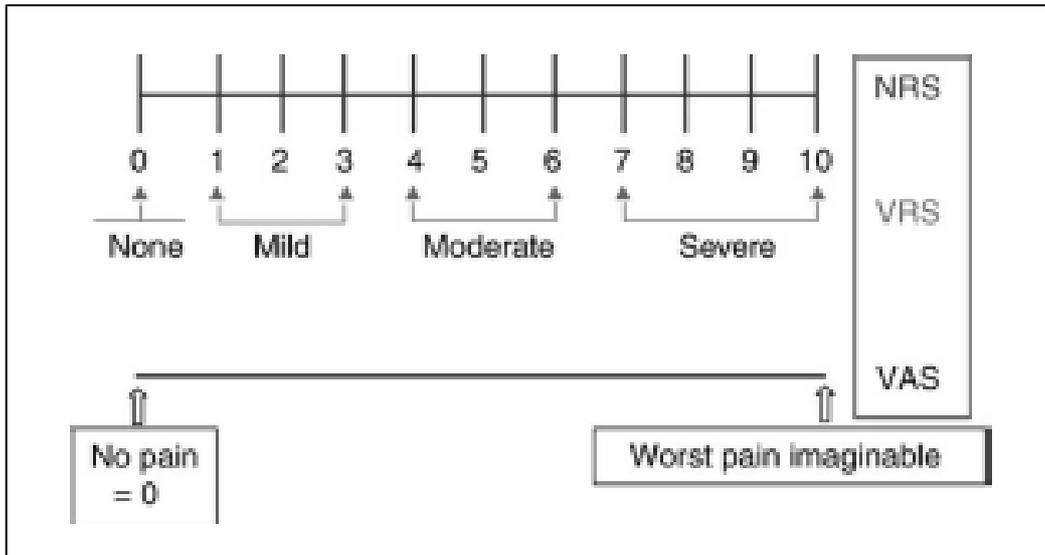


Figura 3.7 Scale di intensità del dolore unidimensionali comunemente usate: la NRS di 11 punti, la VAS da nessun dolore (0) al peggior dolore immaginabile (100mm) e la scala di valutazione verbale categorica a quattro punti (VRS). [From Breivik, H et al. "Assessment of pain." British journal of anaesthesia vol. 101,1 (2008): 17-24.]

3.4.1 Strumenti di valutazione del movimento

La valutazione goniometrica è essenziale per monitorare il movimento articolare e la funzionalità muscolo-tendinea. Possiamo misurare il range di movimento passivo (PROM) che riflette la capacità di un'articolazione di essere mossa nel suo normale arco di movimento. Le limitazioni indicano problemi all'interno dell'articolazione e delle strutture capsulari che la circondano. Il range di movimento attivo (AROM) riflette la capacità dell'unità muscolo-tendinea di effettuare il movimento. Le limitazioni possono essere causate dalla mancanza di continuità tendinea, dalle aderenze, dall'infiammazione del tendine. Se il PROM risulta ridotto, AROM può sembrare compromesso, anche se l'ampiezza del tendine e la contrazione muscolare risultano normali. Viceversa, il PROM normale può sembrare limitato quando lo scorrimento tendineo lo è. È essenziale che siano valutati sia l'AROM che PROM. È importante analizzare la causa del movimento limitato per dirigere correttamente l'intervento terapeutico. Le misure goniometriche sono più precise delle stime visive, a condizione che si seguano le procedure standard. Nonostante ciò, l'accuratezza delle misurazioni goniometriche dipende dall'esaminatore e dalla complessità dell'articolazioni.

La misurazione in condizioni controllate e standardizzate dovrebbe diminuire le variabili intra-esaminatore e inter-esaminatore. Goniometri multiassiali, registrazioni video e fibre ottiche potrebbero essere le attrezzature del futuro utili per valutare il movimento. In riabilitazione della mano non ci si limita a misurare il ROM delle singole articolazioni. È fondamentale esaminare il movimento composto delle dita tramite il TAM (total active motion) e il TPM (total passive motion). Il TAM rappresenta la differenza tra la somma delle misure di flessione attiva delle articolazioni MCF, IFP e IFD e la somma del deficit in estensione delle stesse tre articolazioni. Il TPM viene calcolato in modo simile. La differenza è che il TPM fa riferimento al movimento passivo. Il TAM e il TPM sono espressi come singoli valori numerici che riflettono la capacità totale di flessione ed estensione di un singolo dito e forniscono una valutazione della funzione. Nella scala TAM, qualsiasi contrattura articolare o ritardo estensorio è sottratto dalla somma della flessione delle MCF, IFP e IFD. Se è presente l'iperestensione viene registrata come 0 gradi. I criteri di valutazione secondo Strickland-Glogovac⁶⁴ sono riportati nella figura 3.8. Questo metodo usa 260 come standard. Nella formula di Strickland modificata⁶⁴ viene escluso il movimento delle MCF. Si calcola il totale della flessione attiva delle IFD e IFP meno il deficit di estensione delle IF. Il risultato viene diviso per 175 (un TAM medio stimato delle articolazioni IF) e moltiplicato per 100 per creare una percentuale. Gli standard di questi due criteri di valutazione non tengono conto del range di normalità per il singolo paziente. Potrebbe quindi essere più appropriato fare il confronto con la mano non ferita.

Result	Fingers (deg.)	Thumb (deg.)
Excellent	>220	>119
Good	180–219	98–118
Fair	130–179	70–97
Poor	<130	<70

Figura 3.8 Total active range of motion (Strickland-Glogovac finger function rating scale)⁶⁴

Oltre alle misure finora descritte, esiste anche il TQROM (torque range of motion) che applica una serie di forze crescenti ad un'articolazione per quantificare la misurazione del PROM. Il risultato viene tradotto in curve coppia di forze-angoli e fornisce informazioni sulla qualità meccanica dei tessuti, consentendo una migliore comprensione della condizione patologica. Il TQROM fornisce un metodo quantificabile per prevedere e monitorare la risposta dell'articolazione all'intervento terapeutico. Il manual muscle testing (MMT) valuta la forza muscolare isolata. Il MMT è usato soprattutto per valutare le lesioni nervose, monitorare la rigenerazione dei nervi e valutare il potenziale preoperatorio di trasferimento tendineo. Anche se i criteri per classificare la forza muscolare sono migliorati, alcune parti del test sono soggette all'interpretazione dell'esaminatore. Per aumentare l'affidabilità tra gli esaminatori è importante avere un metodo comune per interpretare il test. Esistono diversi sistemi di classificazione, ma i due più comunemente usati sono il sistema numerico di Seddon (da 0 a 5) e un metodo che usa "zero", "traccia", "scarso", "buono", "normale". Quest'ultimo è ulteriormente raffinato da un sistema più-meno, che determina le mezze misure. Le fluttuazioni del tono muscolare e l'alterazione dell'attività riflessa rendono MMT di poco valore nelle lesioni del motoneurone superiore.

3.4.2 Strumenti di valutazione della funzione

La manualità è una componente essenziale della funzione dell'arto superiore. Tradizionalmente, il self-report (SR) rappresenta il metodo più comune per definire le preferenze del paziente in riabilitazione. Il Waterloo Handedness Questionnaire (WHQ) rappresenta un questionario che valuta la funzione usando 32 voci. È più affidabile e valido rispetto all'autodichiarazione del paziente. Il WHQ è poco costoso e semplice da usare. La valutazione della presa è misurata con il dinamometro. Il dinamometro idraulico Jamar ha dimostrato essere uno strumento affidabile, a condizione che sia mantenuta la calibrazione e che venga seguito il posizionamento standard dei soggetti da testare. È importante la posizione dell'impugnatura per stabilire la forza di presa ed è necessario fare la media di tre prove. La presa cambia a seconda

delle dimensioni dell'oggetto afferrato. Per questo motivo se durante il test si usano posizioni diverse è normale ottenere risultati differenti che possono essere erroneamente interpretati. L'affaticamento non risulta un problema se si effettuano solo tre prove ma può diventarlo se si registra la forza di presa utilizzando cinque posizioni diverse (15 prove in totale). Un periodo di riposo di qualche minuto tra le prove aiuta a controllare l'affaticamento. La forza di presa risulta correlata con l'altezza, peso, età, partecipazione a specifici sport o occupazioni. Alcuni studi raccomandano l'uso dell'EMG di superficie insieme al test della presa per determinare più accuratamente lo sforzo.

La forza della presa a pinza viene misurata con un pinchometro. In generale, gli strumenti a pinza idraulici sono più accurati di quelli a molla. Di solito si valutano tre tipi di pinza: prensione tra il polpastrello del pollice e la faccia laterale della falange intermedia dell'indice (presa a chiave); prensione tra il polpastrello del pollice con il polpastrello delle altre dita; prensione tra la punta del pollice e la punta dell'indice. La presa a chiave risulta la più forte dei tre tipi di pinza mentre quella punta a punta è usata nelle attività che richiedono coordinazione fine piuttosto che potenza. Anche in questo caso si effettuano tre prove per posizione e si registra la media. I test standardizzati per valutare la destrezza manuale e la coordinazione sono disponibili in diversi livelli di difficoltà. La calibrazione del test, l'affidabilità e la validità sono determinate utilizzando tecniche molto specifiche, e qualsiasi cambiamento rende i dati non validi e privi di significato. Test di destrezza manuale e coordinazione fanno svolgere al paziente attività come scrivere, girare le carte, prendere grandi oggetti leggeri, prendere grandi oggetti pesanti, prendere piccoli oggetti. Queste attività verranno svolte anche dalla mano sana. Le prove vengono classificate in base al tempo massimo, alla dominanza della mano, età e sesso. Tali test si sono sviluppati in origine per i pazienti con artrite reumatoide e per persone emiplegiche. Sono disponibili numerosi test di questo tipo. In riabilitazione della mano possono essere usati questionari come la DASH o il Michigan Hand Outcomes Questionnaire (MHQ). Possono essere utili come strumenti per raccogliere informazioni sul dolore, funzione, partecipazione alle attività, disabilità e soddisfazione del paziente. Mentre la DASH e MHQ (non

ancora disponibile in italiano) sono specifici per una regione, l'SF-36 è un questionario che indaga lo stato di salute in generale e raccoglie informazione sui problemi nello svolgere attività di vita quotidiana (ADL).

Disability of the arm, shoulder and hand (DASH)

La scala DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand),⁴⁷ o questionario DASH, è un importante strumento di valutazione, validato in italiano, basato su un questionario distrettuale, autocompilato dal paziente, che ha lo scopo di valutare la funzione dell'arto superiore. Attualmente il DASH viene utilizzato principalmente per valutare i disturbi muscolo-scheletrici della spalla, mano e braccio, ed è quindi particolarmente utile in condizioni poliarticolari. Il DASH, infatti, è specifico per regione e non per articolazione. Proprio per questo, il DASH è lo strumento migliore a livello clinico per una valutazione completa delle condizioni degli arti superiori, ad esempio se i problemi alla spalla non possono essere differenziati dai problemi alla mano (artrite reumatoide, politrauma, sclerosi multipla). Oltre a ciò, tale questionario risulta utile a scopo di ricerca. Il questionario DASH è costituito da 38 domande suddivise in 3 moduli:

- **MODULO PRINCIPALE:** costituito da 30 domande che indagano diversi aspetti della vita quotidiana. In particolare si distinguono: 16 domande relative alla funzionalità della mano che indagano attività della vita quotidiana (scrivere, girare una chiave, aprire un barattolo). 4 domande relative alle attività ricreative (giocare a carte, usare il martello, giocare a frisbee). 3 domande relative alla percezione del paziente riguardo la disabilità in attività lavorative e sociali. 5 domande che indagano i sintomi presenti (dolore, formicolio, debolezza e rigidità). Una domanda relativa alla difficoltà di dormire a causa del dolore. Una domanda relativa alla perdita di fiducia a causa del problema.
- **MODULO LAVORATIVO** (opzionale, non obbligatorio): utilizzato per lavoratori la cui professione richiede un alto livello di prestazione fisica. Tali soggetti possono essere in difficoltà solo

durante alte prestazioni che vanno oltre i primi 30 quesiti proposti. 4 domande che verificano la capacità dell'arto superiore durante l'attività lavorativa.

- **MODULO ATTIVITA' SPORTIVE/RICREATIVE** (opzionale, non obbligatorio): utilizzato per soggetti la cui attività sportiva o ricreativa richiede un alto livello di prestazione fisica. Tali soggetti possono essere in difficoltà solo durante alte prestazioni che vanno oltre i primi 30 quesiti proposti. 4 domande che verificano la capacità di suonare uno strumento o praticare uno sport.

Tutti i 38 item della scala presentano la medesima modalità di risposta avvalendosi di una scala Likert a 5 punti, prevedendo quindi un punteggio variabile da 1 a 5 (1 = "nessuna difficoltà"; 5 = "non ci sono riuscito"). Importante fare riferimento alla capacità di svolgere le azioni nell'ultima settimana. Nella primavera del 2002, è stato introdotto un nuovo metodo per calcolare il punteggio al questionario DASH che è algebricamente equivalente all'originale ma risulta più efficace e più semplice da usare quando ci sono dati mancanti. Vengono valutate separatamente la sezione riguardante le domande sulla disabilità/sintomo (30 voci, con punteggio da 1 a 5) e le due sezioni opzionali sport/musica e lavoro (4 voci ciascuno, punteggio da 1 a 5). Almeno 27 delle 30 domande sulla disabilità/sintomo devono essere completate per calcolare il punteggio. Viene fatta la media delle singole risposte ottenute e per trasformarla in percentuale si sottrae 1 e si moltiplica per 25:

$$[(\text{somma delle risposte}/\text{n. risposte}) - 1] \times 25$$

In questo modo si ottiene il punteggio finale del paziente in percentuale. Questa trasformazione viene fatta per rendere il punteggio più facilmente confrontabile con le altre scale di misura. Un punteggio più alto indica una maggiore disabilità. I moduli opzionali sono due e ciascuno è costituito da quattro domande. L'obiettivo dei moduli opzionali è quello di identificare le difficoltà specifiche che atleti professionisti, artisti o altri gruppi di lavoratori potrebbero sperimentare ma che non influenzano le ADL e per questo vengono valutate a parte. La stessa procedura descritta sopra viene seguita per calcolare

il punteggio dei moduli a quattro voci. È necessario rispondere a tutte e quattro le domande per calcolare il punteggio. Basta fare la media delle singole risposte; sottrarre uno e moltiplicare per 25.

Secondo questa regola se più del 10% degli elementi di ciascun modulo vengono lasciati in bianco, il punteggio ottenuto non risulta valido. Per questo motivo non possono essere tollerati più di tre valori mancanti nel modulo funzione/disabilità. Nel modulo sport/arte e in quello che riguarda il lavoro non ci deve essere nessun valore mancante.

Questionario per l'arto superiore DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand) Italian Version

Istruzioni: Il presente questionario riguarda i Suoi sintomi e la Sua capacità di compiere alcune azioni. Risponda a ogni domanda facendo riferimento al Suo stato durante l'ultima settimana. Se non ha avuto l'opportunità di eseguire una delle azioni durante l'ultima settimana, risponda alla domanda provando a immaginare come avrebbe potuto eseguirla. Non importa con quale mano o braccio Lei esegue l'azione; risponda in base alla Sua capacità di compierla e senza tenere conto del modo in cui la compie.

Valuti la sua capacità di eseguire le seguenti azioni durante l'ultima settimana.

	(Indichi un numero)				
	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non ci sono riuscito
1. Svitare il coperchio di un barattolo ben chiuso o nuovo.	1	2	3	4	5
2. Scrivere	1	2	3	4	5
3. Girare una chiave	1	2	3	4	5
4. Preparare un pasto	1	2	3	4	5
5. Aprire spingendo una porta pesante	1	2	3	4	5
6. Posare un oggetto su uno scaffale al di sopra della propria testa	1	2	3	4	5
7. Fare lavori domestici pesanti (es. lavare i pavimenti o i vetri)	1	2	3	4	5
8. Fare lavori di giardinaggio	1	2	3	4	5
9. Rifare il letto	1	2	3	4	5
10. Portare la borsa della spesa o una ventiquattrore	1	2	3	4	5
11. Portare un oggetto pesante (oltre 5 Kg)	1	2	3	4	5
12. Cambiare una lampadina posta al di sopra della propria testa	1	2	3	4	5
13. Lavarsi o asciugarsi i capelli	1	2	3	4	5
14. Lavarsi la schiena	1	2	3	4	5
15. Infilarsi un maglione	1	2	3	4	5
16. Usare un coltello per tagliare del cibo	1	2	3	4	5
17. Attività ricreative che richiedono poco sforzo (es. giocare a carte, lavorare a maglia)	1	2	3	4	5
18. Attività ricreative nelle quali si fa forza o si prendono colpi sul braccio, sulla spalla o sulla mano (es. usare il martello, giocare a tennis o a golf, ecc.)	1	2	3	4	5
19. Attività ricreative che richiedono un movimento libero del braccio (es. giocare a frisbee, a badminton, ecc.)	1	2	3	4	5
20. Far fronte alle necessità di spostamento (andare da un posto ad un altro)	1	2	3	4	5
21. Attività sessuale	1	2	3	4	5

Durante la settimana passata, in che misura il suo problema al braccio, alla spalla o alla mano ha interferito con le normali attività sociali con la famiglia, gli amici, i vicini di casa i gruppi di cui fa parte?

	(Indichi un numero)				
	Per nulla	Molto poco	Un po'	Molto	Moltissimo
22.	1	2	3	4	5

Durante la settimana passata è stato limitato nel suo lavoro o in altre attività quotidiane abituali a causa del suo problema al braccio, alla spalla o alla mano?

	(Indichi un numero)				
	Non mi ha limitato per nulla	Mi ha limitato leggermente	Mi ha limitato discretamente	Mi ha limitato molto	Non ci sono riuscito
23.	1	2	3	4	5

Valuti l'intensità dei seguenti sintomi durante l'ultima settimana.

	(Indichi un numero per ogni riga)				
	Nessuno	Lieve	Discreto	Forte	Estremo
24. Dolore al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
25. Dolore al braccio, alla spalla o alla mano nel compiere una qualsiasi attività specifica	1	2	3	4	5
26. Formicolio (sensazione di punture di spillo) al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
27. Debolezza al braccio, alla spalla o alla mano	1	2	3	4	5
28. Rigidità del braccio, della spalla o della mano	1	2	3	4	5

Durante l'ultima settimana quanta difficoltà ha incontrato nel dormire a causa del dolore al braccio, alla spalla o alla mano?

	(Indichi un numero)				
	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non sono riuscito a dormire
29.	1	2	3	4	5

Mi sento meno capace, meno fiducioso o meno utile a causa del mio problema al braccio, alla spalla o alla mano

	(Indichi un numero)				
	Non sono assolutamente d'accordo	Non sono d'accordo	Non saprei	Sono d'accordo	Sono assolutamente d'accordo
30.	1	2	3	4	5

MODULO LAVORATIVO (OPZIONALE)

Le seguenti domande si riferiscono all'impatto del suo problema al braccio, alla spalla o alla mano sul suo lavoro (compreso il lavoro in casa se questa è la sua attività principale).

Indichi qual è il suo lavoro/attività: _____

Indichi su ogni riga il numero che meglio descrive la sua capacità fisica durante l'ultima settimana.

Ha avuto difficoltà:

	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non ci sono riuscito
31. A utilizzare la Sua tecnica abituale per lavorare?	1	2	3	4	5
32. A svolgere il Suo lavoro abituale a causa del dolore al braccio, alla spalla o alla mano?	1	2	3	4	5
33. A fare il lavoro bene come vorrebbe?	1	2	3	4	5
34. A dedicare al Suo lavoro la consueta quantità di tempo?	1	2	3	4	5

MODULO ATTIVITÀ SPORTIVE/RICREATIVE (OPZIONALE)

Le seguenti domande si riferiscono all'impatto del Suo problema al braccio, alla spalla o alla mano sulla Sua capacità di suonare il Suo strumento musicale o praticare il Suo sport, o su entrambe le attività.

Se pratica più di uno sport o suona più di uno strumento (o fa entrambe le cose) risponda facendo riferimento all'attività che è più importante per lei.

Indichi quale sport o strumento è il più importante per lei: _____

Indichi su ogni riga il numero che meglio descrive la sua capacità fisica durante l'ultima settimana.

Ha avuto difficoltà:

	Nessuna difficoltà	Lieve difficoltà	Discreta difficoltà	Notevole difficoltà	Non ci sono riuscito
35. A utilizzare la Sua tecnica abituale per suonare il suo strumento o praticare il suo sport?	1	2	3	4	5
36. A suonare il suo strumento o praticare il suo sport a causa del dolore al braccio, alla spalla o alla mano?	1	2	3	4	5
37. A suonare il suo strumento o praticare il suo sport bene come vorrebbe?	1	2	3	4	5
38. A dedicare al suo strumento o al suo sport la consueta quantità di tempo?	1	2	3	4	5

Institute for Work & Health (IWH) 2003. All rights reserved Italian translation courtesy of GLOBE, Gruppo di Lavoro per l'Ortopedia Basata sulle prove di Efficacia

3.5 Complicanze

Dopo l'intervento, la complicanza precoce più frequente risulta essere la rottura del tendine mentre la complicanza tardiva più ricorrente è l'aderenza tendinea che può causare contratture in flessione e deficit nell'estensione attiva delle articolazioni IFP e/o IFD. La percentuale di complicazioni post-operatorie è maggiore in zona II. La maggior parte delle rotture avviene quando il tendine è maggiormente debole, circa 10 giorni dopo l'intervento. Una rottura può avvenire svolgendo forti attività di presa, come conseguenza di un carico inaspettato, ma anche mentre il paziente sta dormendo, se la mano non è protetta durante i primi mesi dopo l'intervento. Gli studi sono concordi nel sostenere che il movimento precoce dopo la riparazione del tendine riduce la formazione di aderenze. Ci si preoccupa che le contrazioni attive (statiche e/o dinamiche) iniziate precocemente possano causare la rottura del tendine riparato. Tuttavia, le percentuali di rottura sono basse se la riparazione è stata fatta seguendo i protocolli aggiornati. Per evitare una rottura si consiglia una riparazione multistrand (da preferire la 4-strand) e la conferma dell'assenza di gapping durante il movimento intraoperatorio. In presenza di gap la riparazione dovrà essere rafforzata. Per eseguire il pugno pieno è necessario attendere almeno quattro settimane. La rottura viene gestita attraverso interventi riparativi. Le aderenze causano contratture in flessione e potrebbe essere necessario un intervento di artrolisi. A volte il paziente non è in grado di estendere attivamente le IFP e/o IFD nonostante l'estensione passiva sia possibile. In questa situazione vengono usati degli splint per migliorare l'estensione. La mobilizzazione attiva precoce supervisionata e una stretta comunicazione con il terapeuta sono fondamentali nel periodo post-operatorio.

3.6 Teleriabilitazione

Durante la pandemia COVID-19 alcuni centri di fisioterapia sono stati chiusi e la teleriabilitazione è stata un approccio alternativo. Da studi recenti è emerso che terapisti e pazienti sono rimasti soddisfatti di usare queste opzioni digitali in quanto hanno potuto evitare il rischio di un possibile contagio ed è risultato più comodo per chi vive in zone rurali dove un terapeuta della mano non è disponibile nelle vicinanze. Tuttavia, la teleriabilitazione ha alcune limitazioni: è più adatta a pazienti giovani che sanno usare meglio le tecnologie digitali; per eseguire una videochiamata è necessaria una buona connessione a internet; la riabilitazione richiede anche toccare realmente la mano del paziente. Per questi motivi la teleriabilitazione non può sostituire la terapia in ambulatorio ma può essere un metodo promosso in condizioni straordinarie.^{43,52}

CAPITOLO IV: LO STUDIO

4.1 Ricerca articoli

Per iniziare, dobbiamo stabilire un quesito di ricerca secondo l'acronimo P.I.C.O (Population, Intervention, Comparison, Outcome).

P: pazienti che hanno subito intervento chirurgico in seguito a lesione dei tendini flessori nella zona 2.

I: protocolli basati sulla mobilizzazione attiva precoce (early active motion EAM) e sull'uso di ortesi che non immobilizzano il polso (Manchester Short Splint).

C: tutte le altre metodiche di trattamento (immobilizzazione e mobilizzazione passiva precoce, uso di ortesi che immobilizzano il polso).

O: complicazioni postoperatorie, punteggio TAM (total active motion), DASH, MHQ, VAS, forza della presa.

La ricerca delle evidenze è stata condotta entro agosto 2021 tramite i seguenti database:

- PubMed
- PEDro
- The Cochrane Database of Systematic Reviews- Cochrane Library

Le ricerche incrociate su diversi database sono state fatte tenendo conto degli studi degli ultimi nove anni (dal 2012 fino ad agosto 2021).

Sulla piattaforma PubMed sono state inserite le seguenti stringhe di ricerca:

- Flexor tendon rehabilitation (658 risultati)
- Flexor tendon rehabilitation protocol (112 risultati)
- Flexor tendon active protocol (94 risultati)

- Flexor tendon active protocol zone 2 (51 risultati)

Sulla piattaforma PEDro è stata utilizzata l'interfaccia di ricerca avanzata, compilando i campi nel seguente modo:

- Abstract & Title: Flexor tendon
- Body Part: hand or wrist
- Published since: 2012
- Match all search term (AND)

I restanti campi di ricerca sono stati lasciati vuoti. Con la risultante stringa di ricerca il database PEDro ha fornito in totale 10 articoli. Tra questi 10 articoli troviamo 2 revisioni sistematiche e 8 studi. Per mantenere alto il livello di qualità delle evidenze, sono stati esclusi tutti gli articoli con una valutazione PEDro uguale o inferiore a 5. I restanti 4 articoli sono stati esclusi per i seguenti motivi:

- Un articolo è stato escluso perché esulava dal nostro quesito di ricerca.
- Gli altri tre articoli sono stati esclusi in quanto già presi in analisi nelle revisioni sistematiche e narrative reperite durante la ricerca delle evidenze.

Inoltre, sempre sulla piattaforma PEDro, è stata eseguita un'altra ricerca avanzata con lo scopo di esaminare gli articoli che parlano di mobilizzazione attiva precoce. L'interfaccia è stata compilata nella maniera seguente:

- Abstract & Title: Flexor tendon active protocol
- Body Part: hand or wrist
- Published since: 2012
- Match all search term (AND)

Gli altri campi presenti sono stati lasciati vuoti. Tale ricerca fornisce solo due articoli: una revisione sistematica e uno studio. Lo studio è stato escluso perché ha un punteggio di 5/10.

Sulla piattaforma CDSR è stata inserita la seguente stringa di ricerca:

- Flexor tendon active protocol

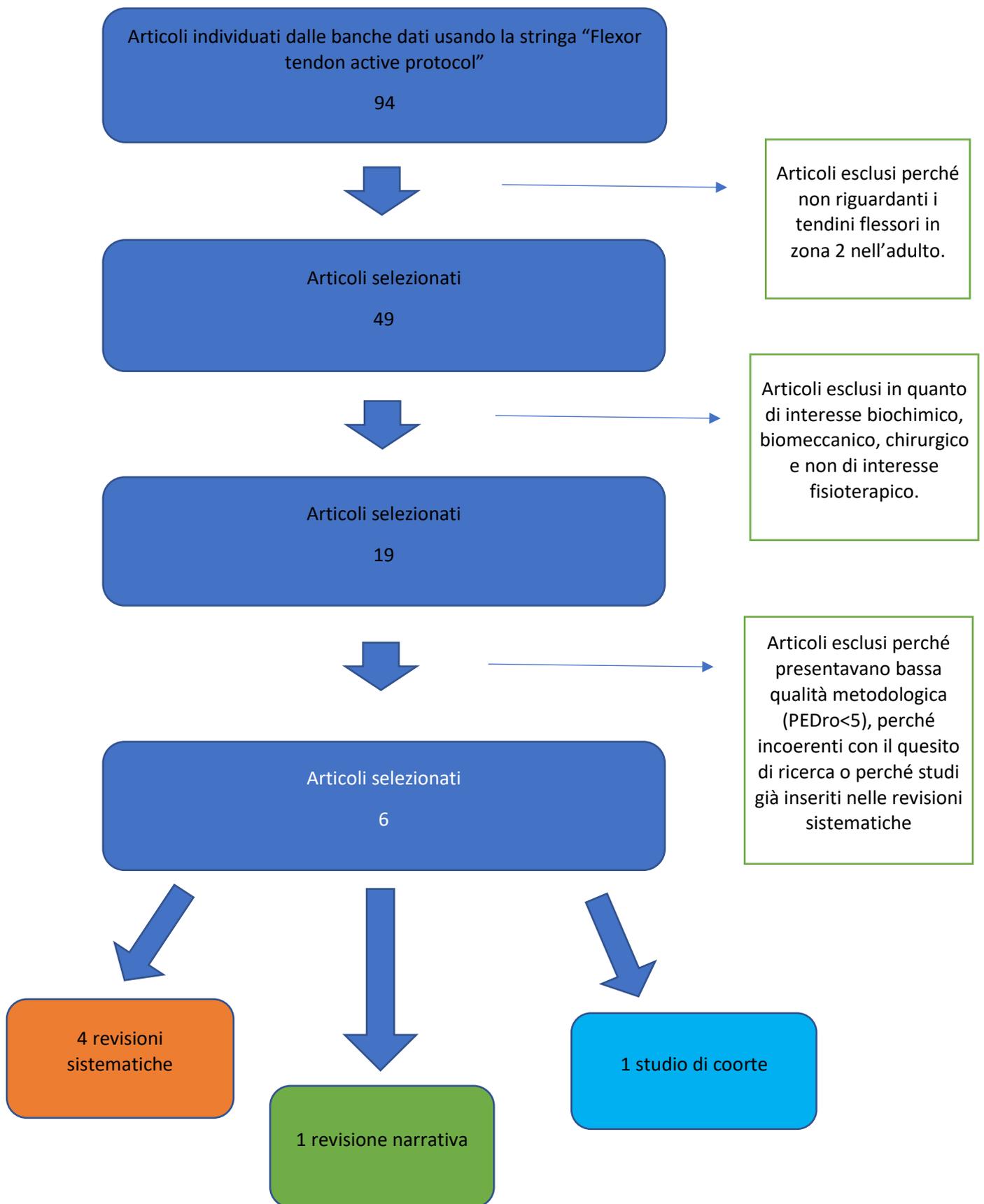
Tale stringa ha fornito una revisione sistematica e 50 studi primari.

Al termine della raccolta delle evidenze è stato riscontrato che la revisione sistematica e gli studi primari trovati dal database CDSR e da PEDro sono inclusi anche nei risultati emersi dalle ricerche su PubMed. Su PubMed, inoltre, ci sono anche recenti revisioni della letteratura. Tenuto conto delle ricerche fatte e delle sovrapposizioni sono stati selezionati 6 articoli. Tra gli articoli inclusi vi è anche una revisione sistematica che parla in maniera specifica dello splint Manchester confrontandolo con lo splint tradizionale che immobilizza il polso.

4.2 Criteri di inclusione, esclusione e valutazioni

Per ogni articolo e per ogni revisione si è tenuto conto dell'anno di pubblicazione. La maggior parte degli articoli recuperati risultano essere precedenti alle revisioni e già inclusi in esse. Per questo motivo si è deciso di non includerli. Per quanto riguarda la valutazione della qualità delle revisioni sistematiche si usa il protocollo PRISMA. Gli studi clinici randomizzati vengono valutati tramite la scala PEDRO. Per valutare revisioni sistematiche, studi randomizzati controllati, studi di coorte, studi caso-controllo e studi qualitativi è possibile usare le CASP checklist. Sono strumenti di valutazione progettati per essere utilizzati durante la ricerca di articoli.

Terminato il lavoro di valutazione delle evidenze, sono stati presi in considerazione quattro revisioni sistematiche, una revisione narrativa e uno studio di coorte del 2020. Si è scelto di inserire questo studio primario perché non è incluso nelle revisioni sistematiche. Gli esiti della ricerca sono stati riassunti nel seguente diagramma di flusso.



4.3 Analisi degli articoli

Gli articoli selezionati sono, in ordine cronologico, riassunti di seguito.

Flexor tendon repair rehabilitation protocols: a systematic review

Harlan M Starr 1, Mark Snoddy, Kyle E Hammond, John G Seiler 3rd

Questa revisione sistematica del 2013, pubblicata nel Journal of Hand Surgery,⁶³ ha come scopo quello di rivedere vari protocolli di riabilitazione del tendine flessore e confrontare quelli che usano il movimento passivo precoce rispetto al movimento attivo precoce. In questa revisione sono stati incluse tutte le zone di lesione. Gli articoli sono stati classificati in base al protocollo utilizzato durante la riabilitazione precoce. Hanno analizzato i risultati clinici basandosi sull'incidenza della rottura del tendine e sulla funzionalità postoperatoria. 34 articoli hanno soddisfatto i criteri di inclusione, con prove che vanno dal livello I al livello IV. I dati mostrano una diminuzione dell'intervallo di movimento nei protocolli passivi ma un rischio più elevato di rottura nei primi protocolli di movimento attivo. Tuttavia, i moderni miglioramenti nella tecnica chirurgica, nei materiali usati e nella riabilitazione possono consentire una riabilitazione basata su protocolli di movimento attivo precoce che può migliorare la funzione e il movimento postoperatorie mantenendo bassi tassi di rottura.

Flexor tendon rehabilitation in the 21st century: A systematic review

Neiduski, Rebecca L. Powell, Rhonda K.

La seguente revisione sistematica è stata pubblicata il 10 dicembre del 2018 e riportata nel volume di aprile del Journal of Hand Therapy.⁴⁵ Lo scopo di questa revisione sistematica è quello di determinare se ci sono prove a sostegno di un tipo di regime di esercizio (passivo precoce, place and hold o attivo precoce) per produrre un range di movimento sicuro e massimale dopo la riparazione del tendine flessore. Sono stati esaminati nove studi che includevano un gruppo di confronto riabilitativo: uno pediatrico, quattro che confrontavano i protocolli di flessione passiva con il place and hold, quattro

che confrontavano la flessione attiva con la flessione passiva e place and hold. Questa revisione fornisce prove da moderate a forti a favore degli esercizi di place and hold e dei protocolli di flessione attiva. Questi risultano superiori ai protocolli di flessione passiva per i pazienti con riparazioni da due a sei passaggi. I limiti degli studi inclusi sono i tempi brevi per il follow-up, distribuzione ineguale dei gruppi e limitata attenzione alla forza del sito di riparazione. I pazienti di età superiore ai 30 anni con una riparazione double-strand sembrano avere un TAM maggiore a 12 settimane se sottoposti a protocolli di mobilizzazione attiva precoce rispetto a quelli che eseguono la flessione passiva. Ulteriori ricerche sui protocolli riabilitativi ottimali dovranno concentrarsi sul movimento attivo precoce dopo riparazioni forti di almeno 4 passaggi, utilizzare strumenti standardizzati per guidare il disegno di studio e includere valutazioni delle prestazioni funzionali attive per valutare la qualità di ogni approccio riabilitativo. La revisione sistematica conclude che anche se la letteratura continua a muoversi verso protocolli progressivi di movimento attivo precoce e minore immobilizzazione del polso, è importante riconoscere che non esistono ancora studi di intervento ben disegnati che definiscono il protocollo EAM ottimale.

Splints, with or without wrist immobilization, following surgical repair of flexor tendon lesions of the hand: A systematic review

L Woythal , P Hølmer , S Brorson

Durante la riabilitazione dei tendini flessori della mano possono essere utilizzati sia splint tradizionali che richiedono l'immobilizzazione del polso che splint Manchester senza immobilizzazione del polso. Queste due tecniche differenti sono state confrontate in questa revisione sistematica del 2019 pubblicata nella rivista *Hand Surgery and Rehabilitation*.⁷⁵ L'articolo ha cercato di analizzare a fondo gli esiti funzionali segnalati dal paziente e il dolore. Gli studi sono stati ricercati in cinque database bibliografici. Non sono stati fissati limiti riguardo la data o la lingua di pubblicazione. Il protocollo di revisione è stato preregistrato in PROSPERO. Non sono stati trovati studi controllati randomizzati sull'argomento. Per tale motivo gli autori hanno

deciso di riassumere qualitativamente gli studi più rilevanti anche se non soddisfano i criteri di inclusione. Ciò ha portato a una revisione narrativa degli studi che sono stati giudicati più rilevanti. L'ortesi Manchester non è peggiore in termini di rottura rispetto all'ortesi tradizionale e permettere il movimento del polso durante la riabilitazione migliora il range di movimento. Nonostante ciò, sulla base della letteratura attuale è impossibile fornire raccomandazioni basate su prove a favore o contro l'uso di splint con o senza l'immobilizzazione del polso durante il periodo di riabilitazione successivo alla riparazione del tendine flessore. La mancanza di prove di alta qualità indica la necessità di studi clinici randomizzati per guidare la riabilitazione.

Uno studio randomizzato controllato,³⁴ che confronta l'efficacia dello splint corto rispetto al tutore tradizionale nella riabilitazione dei tendini flessori in zona II, è stato realizzato nel 2020 da Lees et al. Questo articolo non è stato ancora pubblicato (preprint). Per questo motivo nella tesi non è stato incluso.

Effect of Time to Hand Therapy following Zone II Flexor Tendon Repair

Shepard P. Johnson, Brian P. Kelley, Jennifer F. Waljee, Kevin C. Chung

Questo studio²⁶ pubblicato nel 2020 dal Plastic and Reconstructive Surgery mira a definire l'importanza di una precoce fisioterapia in seguito a riparazioni del tendine flessore in zona II. Le ricerche sono state effettuate tra gennaio 2009 e ottobre 2015. Hanno confrontato coorti che differiscono per il tempo di inizio e il numero di sessioni di fisioterapia. Lo studio conclude affermando che l'inizio precoce della terapia non è associato ad un aumento dei tassi di rottura del tendine. Pertanto, i chirurghi e i terapisti della mano dovrebbero promuovere la mobilizzazione precoce dopo riparazione del tendine flessore dati i noti benefici sulla funzionalità e sulla diminuzione della formazione di aderenze. Utilizzando un database di reclami assicurativi, gli autori hanno reclutato una coorte di 3501 pazienti con età superiore ai 18 anni, sottoposti a riparazione dei tendini flessori della mano in zona II entro 30 giorni dal trauma. La coorte è stata suddivisa poi in 3 gruppi sulla base del tempo di inizio del trattamento fisioterapico. Il primo gruppo ha iniziato la terapia entro la prima settimana dall'intervento, il secondo tra la prima e la quarta settimana, il terzo

oltre la quarta settimana. Tramite analisi statistica coerente con il tipo di disegno di studio, gli autori hanno valutato le complicanze nei 90 giorni successivi la ricostruzione del tendine, il ricordo a tenolisi entro 1 anno dalla chirurgia, la relazione tra il numero di sedute fisioterapiche e la chirurgia stessa. Lo studio conclude che la mobilizzazione precoce sia attiva che passiva permette la guarigione intrinseca del tendine, favorisce il recupero della forza tensile e migliora lo scorrimento del tendine stesso. Alla luce dei risultati dello studio, possiamo affermare che l'utilizzo di un approccio precoce è giustificato non solo dai migliori risultati in termini funzionali ormai noti in letteratura, ma anche dal fatto che in realtà non aumenta il rischio di una nuova lesione. È emerso che ciò che influenza un'eventuale nuova lesione è la qualità della riparazione, non tanto il tempo di inizio del trattamento. I tendini resi fragili da tecniche chirurgiche non adeguate sono più soggetti a formare tessuto cicatriziale durante la guarigione e quindi ad avere un rischio maggiore di nuova lesione. In conclusione possiamo affermare che l'inizio ritardato della mobilizzazione può determinare una maggiore rigidità con formazione di aderenze. Tuttavia, questo non è direttamente correlato con una maggiore necessità di interventi di tenolisi. Essi, infatti, sembrano dipendere piuttosto dagli obiettivi funzionali che il chirurgo, il terapista e il paziente intendono raggiungere. Lo studio ha diversi limiti perché non tiene conto delle condizioni pre-morbose del paziente, del meccanismo e della gravità delle lesioni, dei dettagli tecnici che riguardano il tipo di sutura. Inoltre, lo studio non fornisce informazioni sul tipo di terapia post-operatoria e non confronta protocolli di mobilizzazione passiva e attiva. Nonostante ciò, lo studio è stato riportato perché è utile sia al chirurgo che al terapista, per capire come muoversi di fronte ad interventi di questo tipo. Visto che il trattamento precoce (attiva e/o passivo) non aumenta il rischio di nuova lesione, il chirurgo della mano e di conseguenza il fisioterapista, potranno proporre un protocollo accelerato dopo lesione isolata del tendine flessore, visto i noti benefici in termini funzionali.

Rehabilitation following surgery for flexor tendon injuries of the hand

Peters SE, Jha B, Ross M.

Questa revisione Cochrane pubblicata il 13 gennaio 2021 prende in considerazione i vari trattamenti riabilitativi che possono essere offerti dopo l'intervento chirurgico per le lesioni dei tendini flessori della mano.⁵⁰ La riabilitazione include combinazione di esercizi e ortesi. L'obiettivo di questa revisione è valutare gli effetti di diversi interventi riabilitativi, quale approccio risulta più efficace nel ripristinare il movimento e la funzionalità delle dita e minimizza il rischio di eventi avversi (rottture, aderenze, rigidità articolare). La revisione ha incluso 16 studi randomizzati controllati e una quasi RCT, con un totale di 1108 partecipanti, principalmente adulti. Complessivamente, i partecipanti avevano un'età compresa tra 7 e 72 anni. Il 74% erano maschi. Gli studi si sono concentrati principalmente sulle lesioni del tendone del flessore della zona II. I 17 studi erano eterogenei per quanto riguarda i tipi di trattamenti di riabilitazione forniti, l'intensità, la durata del trattamento e l'impostazione del trattamento. Questa revisione ha cercato studi che hanno confrontato qualsiasi approccio riabilitativo con nessun trattamento, un trattamento placebo o un altro approccio riabilitativo. In seguito, ha rapportato i risultati delle prove di tutti gli studi. Ha esaminato la validità delle prove sulla base di fattori come i metodi, le dimensioni degli studi e la coerenza tra gli studi che hanno testato lo stesso confronto. Dieci studi hanno valutato uno ciascuno di otto diversi programmi di esercizi per la mano. Gli altri sette studi hanno valutato altri approcci riabilitativi, elencati di seguito:

- la terapia laser, la cui luce è diretta ai tendini per favorire la guarigione;
- ultrasuoni, in cui le onde sonore sono dirette ai tendini per favorire la guarigione;
- un esoscheletro progettato per assistere le persone nei movimenti.

Sono state trovate poche prove sui benefici e rischi dei diversi approcci riabilitativi. Le prove trovate non sono solide. I tre confronti più rilevanti che riguardano protocolli di esercizi sono i seguenti:

- uno studio (84 persone) che ha confrontato gli esercizi svolti precocemente contro l'immobilizzazione;
- uno studio (53 persone) che ha valutato gli effetti dell'aggiunto di esercizi attivi (da svolgere 20- 30 volte ogni ora di veglia per quattro settimane dal primo giorno dopo l'intervento) per le dita agli esercizi "passivi";
- tre studi (190 persone) che hanno valutato gli effetti dell'aggiunta di esercizi "place and hold" agli esercizi "passivi".

Gli studi esaminati erano troppo piccoli o riportavano poche informazioni solide per poter determinare quale approccio sia migliore. Per concludere, questa recente revisione sistematica afferma che non sappiamo quale metodo sia più efficace per recuperare la funzionalità della mano e per questo motivo sono necessarie ulteriori ricerche. Tali ricerche dovranno informare i clinici e i pazienti sulla scelta della riabilitazione dopo l'intervento chirurgico per le lesioni del tendine del flessore.

Getting Better Results in Flexor Tendon Surgery and Therapy

Egemen Ayhan, Zeynep Tuna, Cigdem Oksuz

Questa revisione della letteratura del 2021,⁴ pubblicata nel *Plastic and Reconstructive Surgery*, descrive quali sono i principi fondamentali per ottenere risultati migliori nella chirurgia e terapia de tendine flessore. Illustra il loro approccio aggiornato alle recenti evoluzioni in chirurgia e terapia. Parla dell'importanza di una riparazione solida a 4-6 passaggi e della tecnica WALANT. La revisione afferma che il movimento attivo precoce è stato segnalato per fornire migliori risultati funzionali da diversi studi e meta-analisi. La review è a favore del protocollo Saint John. Lo studio parla anche dei limiti e vantaggi della teleriabilitazione durante la pandemia COVID-19.

Sulla piattaforma PubMed possiamo trovare numerose recenti revisioni della letteratura che sono a favore della tecnica chirurgica di Lalonde (Wide Awake), dell'utilizzo di suture forti e del movimento attivo precoce. Non sono state riportate in questa tesi perché sono incluse nell'articolo di cui sopra e affermano le stesse cose. Questa revisione del 2021 è la più recente.

CAPITOLO V: DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

5.1 Discussione

Negli ultimi anni sono stati pubblicati una quantità significativa di articoli nel campo delle lesioni dei tendini flessori. Queste ricerche hanno contribuito ai progressi nella chirurgia e riabilitazione. Dopo aver analizzato quattro recenti revisioni sistematiche e messe in relazione con una revisione narrativa del 2021 e uno studio di coorte del 2020 possiamo affermare che tutti confermano l'efficacia dei regimi di mobilizzazione attiva precoce associati ad una sutura forte. Gli studi analizzati sono concordi nel dire che la disabilità funzionale può derivare da un'eccessiva immobilizzazione postoperatoria che porta alla formazione di aderenze, scarsa scorrevolezza del tendine e rigidità articolare. L'applicazione di uno stress postoperatorio precoce e controllato intensifica il processo di guarigione nel sito di riparazione. Ciò si traduce in una maggior resistenza alla trazione, migliore escursione del tendine e minore formazione di aderenze. Nonostante ciò, attualmente non ci sono prove che stabiliscono il "gold standard" della riabilitazione del tendine flessore. Ogni approccio è stato sviluppato in un contesto clinico diverso, con diverse tecniche chirurgiche e diversi gruppi di pazienti. Tre delle quattro revisioni sistematiche analizzate hanno focalizzato la loro attenzione sul confronto tra regimi di riabilitazione ma non hanno esaminato le differenze tra gli splint usati. La prima revisione sistematica analizzata,⁶³ pubblicata nel 2013, confronta protocolli di mobilizzazione passiva precoce con quelli di mobilizzazione attiva sostenendo la superiorità di questi ultimi. Questo studio ha riportato un minor rischio di rottura con i protocolli di mobilizzazione passiva ma anche un minor range di movimento rispetto ai protocolli di mobilizzazione attiva. Conclude dicendo che i moderni miglioramenti nella tecnica chirurgica, nei materiali usati e nella riabilitazione possono consentire una riabilitazione basata su protocolli di EAM che può migliorare la funzione e il movimento postoperatorio mantenendo bassi tassi di rottura.

La seconda revisione sistematica esaminata,⁴⁵ pubblicata nel 2018, fornisce prove da moderate a forti a favore degli esercizi di place and hold e dei

protocolli di flessione attiva che risultano essere superiori ai protocolli di flessione passiva. Gli autori affermano che i limiti degli studi inclusi sono i tempi brevi per il follow-up, la distribuzione ineguale dei gruppi e la limitata attenzione alla forza dei siti di riparazione. Essi concludono che è necessario procedere con ulteriori ricerche tenendo conto della forza della sutura e utilizzando strumenti standardizzati per guidare il disegno di studio.

Anche lo studio di coorte pubblicato nel 2020 ribadisce l'importanza dei protocolli di mobilizzazione precoce dopo riparazioni dei tendini flessori in zona 2.²⁶ L'utilizzo di un approccio precoce è giustificato non solo dai migliori risultati in termini funzionali ormai noti in letteratura, ma anche dal fatto che in realtà non aumenta il rischio di una nuova lesione. È emerso che ciò che influenza un'eventuale nuova lesione è la qualità della riparazione, non tanto il tempo di inizio del trattamento. I tendini resi fragili da tecniche chirurgiche non adeguate sono più soggetti a formare tessuto cicatriziale durante la guarigione e quindi ad avere un rischio maggiore di nuove lesioni. Inoltre, lo studio afferma che l'inizio ritardato della mobilizzazione può determinare una maggiore rigidità con formazione di aderenze.

La revisione Cochrane del 2021 prende in considerazione vari trattamenti riabilitativi che possono essere proposti dopo l'intervento chirurgico, concentrandosi sulle lesioni in zona 2.⁵⁰ Gli studi analizzati risultano essere molto eterogenei tra loro. Alcuni esaminano la terapia laser, altri gli ultrasuoni e l'uso di un esoscheletro. Le prove trovate non sono solide. I tre confronti più rilevanti riguardano protocolli di immobilizzazione, esercizi di mobilizzazione attiva, passiva e place and hold. Anche se le prove supportano protocolli EAM nella prima fase post-operatoria, sono necessari ulteriori studi di alta qualità.

La revisione della letteratura selezionata descrive quali sono i principi fondamentali per ottenere migliori risultati nella chirurgia e riabilitazione dei tendini flessori.⁴ Anche questa review afferma l'importanza dei protocolli di mobilizzazione attiva precoce. Inoltre descrive le recenti evoluzioni in chirurgia e risulta a favore dell'utilizzo di riparazioni solide a 4-6 passaggi, della tecnica WALANT e del protocollo Saint John, un esempio di FAP. Lo

studio illustra anche i limiti e i vantaggi della teleriabilitazione durante la pandemia COVID-19.

Lo studio che focalizza l'attenzione sulla scelta dello splint da usare durante la riabilitazione è la revisione sistematica pubblicata nel 2019 da Woythal et al.⁷⁵ È fondamentale esaminare anche questo aspetto perché durante la riabilitazione dei tendini flessori possono essere utilizzati sia ortesi tradizionali che richiedono l'immobilizzazione del polso che splint Manchester senza immobilizzazione del polso. La revisione ha dimostrato che l'ortesi Manchester non è peggiore in termini di rottura rispetto all'ortesi tradizionale e permettere il movimento del polso durante la riabilitazione migliora il range di movimento sfruttando il fenomeno della tenodesi. Nonostante ciò, sulla base della letteratura attuale è impossibile fornire raccomandazioni a favore o contro l'uso di splint con o senza l'immobilizzazione del polso durante il periodo di riabilitazione successivo alla riparazione del tendine flessore. La mancanza di prove di alta qualità indica la necessità di studi clinici randomizzati su tale argomento.

5.2 Conclusioni

Dall'analisi delle revisioni sistematiche, revisioni narrative e studi primari presi in considerazione, possiamo affermare l'importanza di una terapia precoce post chirurgia dei tendini flessori in zona 2. Dagli studi è emerso che tecniche di mobilizzazione precoce non aumentano il tasso di rottura del tendine o di interventi chirurgici secondari. Gli esiti funzionali risultano migliori se vengono seguiti protocolli di terapia precoce. Riducono al minimo la formazione di aderenze e prevengono la rigidità articolare. Diversi studi affermano l'efficacia dei protocolli di mobilizzazione precoce attiva e dell'utilizzo di splint più corti che non richiedono l'immobilizzazione del polso. Tali protocolli risultano efficaci se associati a una sutura tendinea forte. Nonostante ciò, le revisioni sistematiche esaminate concludono che, anche se la letteratura continua a muoversi verso protocolli progressivi di movimento attivo e minore immobilizzazione del polso, è importante riconoscere che non

esistono ancora studi di intervento ben disegnati che supportano tali regimi e che definiscono un protocollo ottimale.

Per quanto riguarda la teleriabilitazione, è stato un metodo utile da usare durante la pandemia ma non può sostituire la terapia in ambulatorio. La precoce gestione post-chirurgica e il rispetto dei tempi di guarigione possono garantire ottimi risultati. Il paziente dovrà essere consapevole che la fase più delicata e importante per il recupero dura le prime tre settimane. Risulta di notevole importanza la comunicazione tra chirurgo e terapeuta per lo scambio di informazioni e la scelta della metodica riabilitativa. L'approccio riabilitativo dovrà tenere conto del paziente e della sua risposta tissutale.

FONTI BIBLIOGRAFICHE

1. Abrahamsson, S O et al. "Tendon healing in vivo. An experimental model." *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery* vol. 23,3 (1989): 199-205.
2. Allen, B N et al. "Ruptured flexor tendon tenorrhaphies in zone II: repair and rehabilitation." *The Journal of hand surgery* vol. 12,1 (1987): 18-21.
3. Aspenberg, Per. "Stimulation of tendon repair: mechanical loading, GDFs and platelets. A mini-review." *International orthopaedics* vol. 31,6 (2007): 783-9.
4. Ayhan, Egemen et al. "Getting Better Results in Flexor Tendon Surgery and Therapy." *Plastic and reconstructive surgery. Global open* vol. 9,2 e3432. 18 Feb. 2021.
5. Breivik, H et al. "Assessment of pain." *British journal of anaesthesia* vol. 101,1 (2008): 17-24.
6. Brotzman S. Brent, *Clinical Orthopaedic Rehabilitation*, ed.2 Mosby, 2003.
7. Brotzman S.Brent, *Handbook of Orthopaedic Rehabilitation*, ed. 2. St. Louis: Mosby, 2007.
8. Childs, John D et al. "Responsiveness of the numeric pain rating scale in patients with low back pain." *Spine* vol. 30,11 (2005): 1331-4.
9. Cooney WP et al. Improved tendon excursion following flexor tendon repair. *J Hand Ther.* 1989; 2: 102-106.
10. Cullen, K W et al. "Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilisation." *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)* vol. 14,4 (1989): 392-5.
11. Elliot D, Lalonde DH, Tang JB. Commentaries on Clinical results of releasing the entire A2 pulley after flexor tendon repair in zone2 *J Hand Surg Eur.* 2016, 41: 822–28.
12. Evans RB, Thompson DE. The application of force to the healing tendon. *J Hand Ther* 1993; 6:266 –284.
13. Fenwick, S.A.et al. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Res Ther* 4, 252 (2002).

14. Franko OI, Lee NM, Finneran JJ, et al. Quantification of partial or complete A4 pulley release with FDP repair in cadaveric tendons. *J Hand Surg Am.* 2011; 36:439–445.
15. Fujihara, Yuki et al. “Utility of early active motion for flexor tendon repair with concomitant injuries: A multivariate analysis.” *Injury* vol. 49,12 (2018): 2248-2251.
16. Gratz C.M. The history of tendon suture. *Med J Rec.* 1928; 127:156–157.
17. Haimovici L, Papafragkou S, Lee W, Dagum A, Hurst LC. The impact of fiberwire, fiberloop, and locking suture configuration on flexor tendon repairs. *Ann Plast Surg.* 2012;69:468–470.
18. Hawker, Gillian A et al. “Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP).” *Arthritis care & research* vol. 63 Suppl 11 (2011): S240-52.
19. Higgins A, Lalonde DH. Flexor Tendon Repair Postoperative Rehabilitation: The Saint John Protocol. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2016;4(11): e1134. Published 2016 Nov 23.
20. Hjerstad, Marianne Jensen et al. “Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review.” *Journal of pain and symptom management* vol. 41,6 (2011): 1073-93.
21. Horii, E et al. “Comparative flexor tendon excursion after passive mobilization: an in vitro study.” *The Journal of hand surgery* vol. 17,3 (1992): 559-66.
22. Houghlum, P.A. (1992). Soft Tissue Healing and its Impact on Rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1, 19-39.
23. Howell, Julianne W, and Fiona Peck. “Rehabilitation of flexor and extensor tendon injuries in the hand: current updates.” *Injury* vol. 44,3 (2013): 397-402.
24. Hush, Julia M., et al. “Do Numerical Rating Scales and the Roland-Morris Disability Questionnaire Capture Changes That Are Meaningful to Patients with Persistent Back Pain?” *Clinical Rehabilitation*, vol. 24, no. 7, July 2010, pp. 648–657.
25. Jensen, Mark P, and Candace A McFarland. “Increasing the reliability and validity of pain intensity measurement in chronic pain patients.” *Pain* vol. 55,2 (1993): 195-203.

26. Johnson, Shepard P et al. "Effect of Time to Hand Therapy following Zone II Flexor Tendon Repair." *Plastic and reconstructive surgery. Global open* vol. 8,12 e3278. 21 Dec. 2020.
27. Khor, Wee S et al. "Improving Outcomes in Tendon Repair: A Critical Look at the Evidence for Flexor Tendon Repair and Rehabilitation." *Plastic and reconstructive surgery* vol. 138,6 (2016): 1045e-1058e.
28. Kisner C, Colby L.A, *Esercizio terapeutico: Fondamenti e Tecniche*, ed. 3 Piccin, 2014 (*Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques* ed.6, 2013).
29. Klein, Linda. "Early active motion flexor tendon protocol using one splint." *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists* vol. 16,3 (2003): 199-206.
30. Kursa, Katarzyna et al. "In vivo flexor tendon forces increase with finger and wrist flexion during active finger flexion and extension." *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society* vol. 24,4 (2006): 763-9.
31. Kwai Ben I, Elliot D. "Venting" or partial lateral release of the A2 and A4 pulleys after repair of zone 2 flexor tendon injuries. *J Hand Surg Br*. 1998; 23:649–654.
32. Lalonde DH, Martin AL. Wide-awake flexor tendon repair and early tendon mobilization in zones 1 and 2. *Hand Clin*. 2013 May;29(2):207-13. Epub 2013 Mar 15.
33. Lawrence TM, Davis TR. A biomechanical analysis of suture materials and their influence on a four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg Am*. 2005; 30:836–841.
34. Lees V, O'Brien D, Redvers-Chubb K et al. Efficacy of the Manchester Short Splint versus traditional dorsal splint for rehabilitation of Zone II flexor tendon repairs: study protocol for a randomized controlled trial, 17 November 2020.
35. Lin GT. New suture techniques for flexor tendon repair. In: Saffar P, Amadio P, Foucher G, eds. *Current Practice in Hand Surgery*. London: Martin Dunitz Ltd; 1997:17–20.
36. Lundborg, G, and F Rank. "Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition." *The Journal of hand surgery* vol. 3,1 (1978): 21-31.
37. Manske, P R et al. "Flexor tendon healing." *Hand clinics* vol. 1,1 (1985): 25-34.
38. Mason M.L., Allen H.S. The rate of healing of tendons: an experimental study of tensile strength. *Ann Surg*. 1941; 113:424.

39. Mass, D P, and R J Tuel. "Intrinsic healing of the laceration site in human superficialis flexor tendons in vitro." *The Journal of hand surgery* vol. 16,1 (1991): 24-30.
40. Matthews, Phillip. "The Pathology of Flexor Tendon Repair." *Hand*, vol. os-11, no. 3, Oct. 1979, pp. 233–242.
41. May, E J et al. "Controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: a prospective comparison of three methods." *The Journal of hand surgery* vol. 17,5 (1992): 942-52.
42. McLarney E, Hoffman H, Wolfe SW. Biomechanical analyses of the cruciate four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1999;24A:295–301.
43. Minghelli B, Soares A, Guerreiro A, et al. Physiotherapy services in the face of a pandemic. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2020; 66:491–497.
44. Morroni Manrico, *Anatomia Funzionale e Imaging: Sistema Locomotore*, Milano, Edi-Ermes, 2017.
45. Neiduski RL, Powell RK. Flexor tendon rehabilitation in the 21st century: A systematic review. *J Hand Ther.* 2019 Apr-Jun;32(2):165-174.
46. Neumann Donald A, *Chinesiologia del Sistema Muscoloscheletrico: Fondamenti per la riabilitazione*, Piccin, 2019 (*Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*, ed 3 Elsevier Inc, 2017).
47. Padua, R et al. "Italian version of the Disability of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire. Cross-cultural adaptation and validation." *Journal of hand surgery* (Edinburgh, Scotland) vol. 28,2 (2003): 179-86.
48. Peck, FH, et al. "The Manchester Short Splint: A Change to Splinting Practice in the Rehabilitation of Zone II Flexor Tendon Repairs." *Hand Therapy*, vol. 19, no. 2, June 2014, pp. 47–53.
49. Peck F. The Rehabilitation of Flexor Tendon injuries in Zone 2. *IFSSH ezine* vol 4. 2014 Feb: 32-37.
50. Peters SE, Jha B, Ross M. Rehabilitation following surgery for flexor tendon injuries of the hand. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Jan 13.
51. Pettengill, Karen M. "The evolution of early mobilization of the repaired flexor tendon." *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists* vol. 18,2 (2005): 157-68.
52. Prada V, Bellone E, Schenone A, et al. The suspected SARS-Cov-2 infection in a Charcot-Marie-Tooth patient undergoing postsurgical rehabilitation: the value of telerehabilitation for evaluation and continuing treatment. *Int J Rehabil Res.* 2020; 43:285–286.

53. Rajappa, S et al. "Early active motion protocol following triple Kessler repair for flexor tendon injury." *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* vol. 22,1 (2014): 96-9.
54. Roloff, Isabelle et al. "Biomechanical model for the determination of the forces acting on the finger pulley system." *Journal of biomechanics* vol. 39,5 (2006): 915-23.
55. Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg Br.* 1985; 10:135–141.
56. Savage R. The influence of wrist position on the minimum force required for active movement of the interphalangeal joints. *J Hand Surg Br.* 1988, 13: 262-8.
57. Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a "six strand" method of repair and early active mobilisation. *J Hand Surg Br.* 1989; 14:396–399.
58. Schneider et al. *Tendon Surgery in the Hand.* St. Louis: Mosby; 1987: 209-215.
59. Seaward, James R et al. "Impact of Long Flexor Versus Intrinsic Dominance in the Generation of Arc of Finger Flexion." *Hand (New York, N.Y.)* vol. 11,3 (2016): 364-367.
60. Siegel R.E.: *Galen on Psychology, Psychopathology, and Function and Diseases of the Nervous System. An Analysis of his Doctrines, Observations and Experiments.* Basel, Karger, 1973.
61. Skirven Terri M, Osterman A. Lee, et al. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*, Ed. 6 Mosby, 2011.
62. Small, J O et al. "Early active mobilisation following flexor tendon repair in zone 2." *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)* vol. 14,4 (1989): 383-91.
63. Starr, Harlan M et al. "Flexor tendon repair rehabilitation protocols: a systematic review." *The Journal of hand surgery* vol. 38,9 (2013): 1712-7. e1-14.
64. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am* 1980; 5:537–543.
65. Strickland, J W. "Development of flexor tendon surgery: twenty-five years of progress." *The Journal of hand surgery* vol. 25,2 (2000): 214-35.
66. Tang JB, Xie RG. Effect of A3 pulley and adjacent sheath integrity on tendon excursion and bowstringing. *J Hand Surg Am.* 2001; 26:855–861.

67. Tang, Jin Bo et al. "Repair strength of tendons of varying gliding curvature: a study in a curvilinear model." *The Journal of hand surgery* vol. 28,2 (2003): 243-9.
68. Tang, Jin Bo et al. "Strong Digital Flexor Tendon Repair, Extension-Flexion Test, and Early Active Flexion: Experience in 300 Tendons." *Hand clinics* vol. 33,3 (2017): 455-463.
69. Tang JB. New Developments Are Improving Flexor Tendon Repair. *Plast Reconstr Surg*. 2018 Jun;141(6):1427-1437.
70. Trail IA, Powell ES, Noble J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg Br*. 1989; 14:422-427.
71. Trumble Thomas E, Budoff Jeffrey E, Cornwall Roger, *Hand, Elbow & Shoulder: Core Knowledge in Orthopaedics*, St. Louis: Mosby, 2006.
72. Venkatramani, Hari et al. "Flexor tendon injuries." *Journal of clinical orthopaedics and trauma* vol. 10,5 (2019): 853-861.
73. Williamson, Amelia, and Barbara Hoggart. "Pain: a review of three commonly used pain rating scales." *Journal of clinical nursing* vol. 14,7 (2005): 798-804.
74. Wong, Jason K F, and Fiona Peck. "Improving results of flexor tendon repair and rehabilitation." *Plastic and reconstructive surgery* vol. 134,6 (2014): 913e-925e.
75. Woythal, L et al. "Splints, with or without wrist immobilization, following surgical repair of flexor tendon lesions of the hand: A systematic review." *Hand surgery & rehabilitation* vol. 38,4 (2019): 217-222.
76. Wu YF, Tang JB. Recent developments in flexor tendon repair techniques and factors influencing strength of the tendon repair. *J Hand Surg Eur*. 2014a, 39: 6-19.
77. Wu YF, Tang JB. The effect of asymmetric core suture purchase on gap resistance of tendon repair in linear cyclic loading. *J Hand Surg Am*. 2014; 39:910-918.