

PATOMECCANICA “REGRESSIVA” DELLE FRATTURE ARTICOLARI DEL RADIO DISTALE E SALVATAGGIO CON L’INTERVENTO DI RICOSTRUZIONE DELLA COXA MANUS

G.M. GRIPPI

SOS di Chirurgia della Mano – SOC di Ortopedia e Traumatologia dell’Ospedale San Lazzaro di Alba (CN)
ASL CN2 del Piemonte

Regressive” patho-mechanics of distal radial fractures, and savage by reconstruction of Coxa Manus.

SUMMARY

Purpose: *Frequent outcome of distal radius fractures (DRF) is radio-carpal stiffness, with spontaneous reset of carpal kinetics so the residual movement is transferred in the medio-carpal joint, on the capitate’s head. This opportunity is an interesting adaptation to trauma, produced by Evolution during phylogenesis of Primate’ Anterior Autopod towards the particular order of human carpus. Infact, according to Biarticular Concentric Carpal Mechanism, wrist architecture is similar to the femur biarticular prosthesis, which contains the center of rotation (CR) reproduced by the capitate’s head. Comparably, the capitate on scaphoid and lunate constitutes an enarthrosis in the carpus center: the Coxa Manus (CM), the “real” and older carpal joint. That’s discussed origin, in Phylogenesis and during Primates brachiation, by evidences proving the carpal condile and radio-carpal joint to be recent acquisitions, secondary and no essential in wrist movement. These concepts reappraise the need to recover the damaged radio-carpal joint. In other terms, using aforesaid adaptation in the suffering post-DRF wrist, the joint can be surgical sacrificed; a valid option is “to simplify the carpal function” by concentrating the movement in the CM. Materials and Methods: The surgical treatment of Coxa Manus Reconstruction (CMR) follows this way, and consists in a radius-lunate-emiscaphoid arthrodesis that moulds an “ancestral” CM changed in only joint of carpus and with its CR definitively stabilized, similar to the Teropod Maniraptors wrist joint. To support the initial proposition, 9 operated cases are introduced (of which, 4 are shown in detail into exemplify the indications and clinical outcome). Risultats: The results (assessed according to the parameters of the Mayo Wrist Score Chart, with a 2,8 year average follow-up) have been satisfactory in all cases. Conclusions: In suffering post-DRF wrist, the CMR has proved to be valid savage operation, able to perfect Nature’s carpus adaptation in the trauma, with reliable and satisfactory results. Riv Chir Mano 2008; 1: 00-00*

KEY WORDS

Coxa Manus, carpal kinetics, wrist fractures, philo-onto-morphogenesis of carpus, Maniraptors

RIASSUNTO

Scopo: *Frequente esito delle fratture dell’estremo distale del radio (EDR) è la limitazione della radio-carpica, con spontaneo riassetto della cinematica carpale per cui il movimento residuale viene trasferito nella medio-carpica, sulla testa del capitato. Questa opportunità è un interessante adattamento al trauma, prodotto dall’Evoluzione durante la Filogenesi dell’Autopodio Anteriore dei Primati, fino al particolare assetto del carpo umano. Infatti, secondo la*

Meccanica Biarticolare Concentrica il carpo è congegnato come una protesi biarticolare di femore che, nella testina protesica – riprodotta dalla testa del capitato – ha il centro di rotazione (CR). In questa similitudine, il capitato su scafoide e lunato costituisce una enartrosi posta al centro del carpo. Questa è la *Coxa Manus (CM)*: la “vera” e più antica articolazione del carpo, di cui viene discussa l’origine nella Filogenesi e nel processo di brachiazione dei Primati; con prove che dimostrano che il condilo carpale e la radio-carpica sono acquisizioni recenti e secondarie, non essenziali al movimento. Questi concetti ridimensionano la necessità del recupero della radio-carpica danneggiata. In altri termini, sfruttando la suddetta proprietà adattativa, nel polso sofferente post frattura dell’EDR è possibile sacrificare chirurgicamente l’articolazione ed “elementarizzare la funzione del massiccio carpale” concentrando tutto il movimento nella CM. **Materiali e Metodi:** La suddetta prassi è stata realizzata nell’intervento di Ricostruzione della Coxa Manus (RCM) che consiste in una parziale artrodesi radio-carpica associata con l’asportazione della porzione distale dello scafoide. L’intervento modella una CM “ancestrale” riconvertita nell’unicum articolare del carpo e col CR definitivamente stabilizzato. In altri termini, viene abolito il movimento della radio-carpica danneggiata e amplificato quello della medio-carpica indenne, strutturando il massiccio carpale analogamente all’articolazione dei Teropodi Maniraptors. A sostegno, vengono mostrati 9 pazienti trattati con la RCM fra il 1999 e il 2007. **Risultati:** I risultati (valutati secondo i parametri della Mayo Wrist Score Chart, con un follow-up medio di 2,8 anni) sono stati giudicati soddisfacenti in tutti i casi. **Conclusioni:** Nel polso sofferente post-frattura dell’EDR, la RCM ha dimostrato di essere valida procedura di salvataggio in grado di ottimizzare l’adattamento che la Natura ha predisposto nel carpo per minimizzare il danno traumatico, con risultati attendibili e soddisfacenti.

INTRODUZIONE

Una frequente conseguenza delle fratture articolari del radio distale (EDR) è l’alterazione dei normali movimenti intracarpali con residua rigidità radio-carpica (Fig. 1). Oltre al possibile concorso di una retrazione capsulare, tale evento è la regola quando lo scorrimento delle tre ossa della I filiera

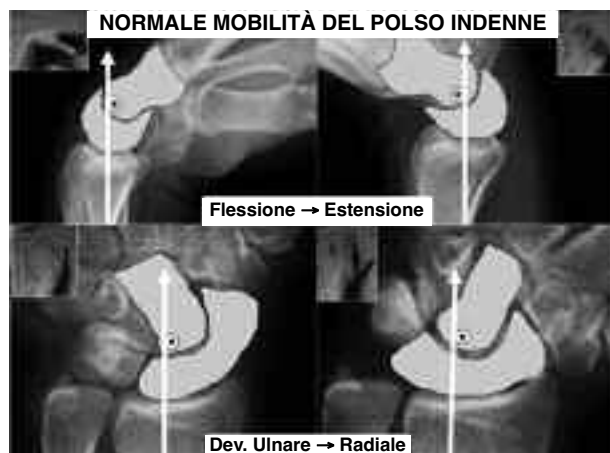


Figura 1. Notasi nel polso indenne l’ampiezza di movimento che normalmente presenta la coppia scafo-lunato nella radio-carpica. Proprio a questo livello, nei postumi post-frattura articolare dell’EDR, nasce l’eventuale rigidità residua.

(c.d. torsione del condilo carpale sul radio) viene ostacolato dalla discongruenza articolare. Facilmente, è lo scafoide – il più mobile ed il principale trait d’union cinematico con la 2^a filiera – che si coatta in flessione o (meno spesso) in estensione nel danno peri-stiloideo. Con minore frequenza, invece, è impedito il semilunare nelle malconsolidazioni dell’omonima fossetta e/o del versante radio-ulnare.

Tali situazioni patomeccaniche – in certa misura, direttamente correlate all’entità del trauma, alla tipologia della frattura, alla riduzione se cruenta o conservativa ed alle eventuali complicanze etc. – dipendono anche da diversi fattori aleatori: potendo, ad esempio, l’identica frattura comportare rotture dei legamenti e generare instabilità carpale più facilmente nel soggetto giovane che non nell’anziano osteoporotico (1); o, ancora, essendo la rigidità meglio favorita nel polso maschile morfologicamente ben scolpito e compatto rispetto il polso femminile più minuto e lasso, etc.

In conseguenza la disfunzione eventualmente residua ad una certa frattura risulta di non facile prognosi e prevenzione. Infatti, tale esito – atteso (ma non scontato) nelle fratture comminute e/o in quelle ridotte alla meno peggio in gesso – talvolta

complica imprevedibilmente casi apparentemente banali o altri trattati chirurgicamente. Può aversi anche una *dissociazione clinico-rx-grafica positiva*; nel senso che fratture decisamente mal-ridotte esibiscono, infine, una funzione *discreta*, non dolorosa e bastevole alle normali occupazioni, tanto da contrastare il pessimo aspetto rx-grafico .

Questo carattere paradossale delle fratture dell’EDR era già stato considerato da Abraham Colles che nel 1814 scriveva (2): “... *l’arto, dopo un periodo di tempo più o meno lungo, godrà ancora di una perfetta libertà in tutti i suoi movimenti e sarà completamente libero da dolore, la deformità, tuttavia, rimarrà invariata per tutta la vita...*” e con lui, altri Autori (3, 4).

In realtà, in almeno un terzo dei casi, soprattutto le fratture articolari dell’EDR comportano severi postumi (5-8). Da ciò, le attuali tendenze che enfatizzano la ricostruzione chirurgica della superficie e della geometria articolare riferita alla varianza ulnare e l’inclinazione palmo-radiale; praticamente in tutti i casi, ma soprattutto nei giovani ancorché con lesioni comminute (9).

Si ritiene che il ripristino dell’anatomia del radio garantisca il recupero del movimento radio-carpico, ancor meglio se si evitano sintesi chirurgiche aggressive che predispongono, viceversa, alla *dissociazione clinico-rx-grafica negativa* in cui l’ottimo aspetto della riduzione *contrastata la rigidità articolare* ed in cui spesso – non essendo standardizzata alcuna distinzione tra disfunzione radio-carpica e/o medio-carpica – si giudica *globalmente* che 45° di estensione, 30° di flessione, 15° di deviazione ulnare e/o radiale e 50° di pronazione e/o supinazione siano il minimo necessario per la funzione utile (10): ossia, considerando solo la flessione estensione, circa il 50% del movimento medio di 85°- 0°- 85°.

Certamente, con tali parametri si ammette implicitamente che le fratture dell’EDR possono *anche* tollerare riduzioni imperfette ed esiti con rigidità contenuta entro questi limiti. Ciò, a ribadire la comune esperienza clinica per cui il carpo danneggiato nella radio-carpica – talvolta, in relativa indipendenza dalla qualità del trattamento – autonomamente manifesta sorprendenti (e, talvolta, ridondanti) capacità meccaniche di recupero.

Sulla *pato-meccanica* che sostiene tale possibilità, la letteratura ha fatto varie congetture: per cui, il mantenimento della funzione nonostante il danno è stato interpretato come *carpo adattativo* (dèssaxation carpienne d’adaptation) con “*modificazioni compensatorie dei rapporti intracarpali... della ripartizione delle pressioni e usura precoce delle superfici cartilaginee...*” (11). Oppure, come *instabilità medio-carpica post-fratturativa* (Adaptive Carpus or Pseudo Carpal Instability), consistente in un’abnorme risposta cinematica del carpo alla malconsolidazione del radio (12).

Tuttavia, queste argomentazioni sono generiche e poco esplicative degli eventi meccanici. Viceversa, crediamo più utile approfondire il paradigma di Colles e, anzi, sostenerlo con uno studio storico-strutturale del carpo che mostra come la clinica apparentemente paradossale della radio-carpica fratturata *corrisponde ad una modalità di funzionamento ancestrale del massiccio carpale*: per cui il movimento tende a trasferirsi nella medio-carpica, insistendo sulla testa del capitato (Fig. 2).

La suddetta tesi sarà discussa in riferimento alla questione di come si mantenga la funzione, nonostante il danno. Allo scopo utilizzeremo gli strumenti concettuali della Meccanica Biarticolare Concentrica (MBC) (13, 14) e quanto noto in an-

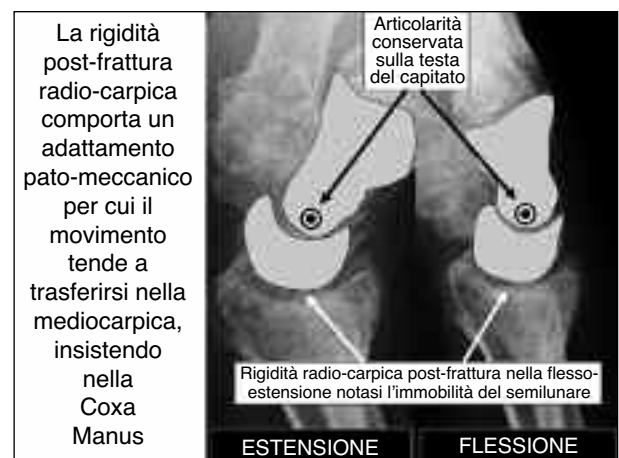


Figura 2. Si confronti con la Fig. 1 e notasi come nella flessione-estensione di questo polso con rigidità radio-carpica post-frattura C2 dell’EDR, il semilunare appare immobile mentre tutto il movimento avviene, invece, nella Coxa Manus centrato sulla testa del capitato.

tropologia ed anatomia comparata sulla filo-ontogenesi del carpo (15-22).

A corollario, inoltre, dalle suddette argomentazioni si dedurrà il *rationale* dell'intervento di Ricostruzione della Coxa Manus (RCM) (23) che abbiamo introdotto ed impiegato in alcuni nostri casi con severa rigidità post-frattura dell'EDR, per recuperare (almeno) la funzione utile.

La Meccanica Biarticolare Concentrica

I concetti della MBC assimilano l'architettura ed il funzionamento del carpo ad una protesi biarticolare di femore che, nella testina protesica – riprodotta nella mediocarpica dalla testa del capitato – ha il centro di rotazione.

In questa similitudine, che ha preciso riscontro nell'anatomia e fisiologia normale, la testa del capitato con la porzione medio-carpale dell'articolazione scafoide-semilunare (Cotile Manus) costituisce una vera e propria enartrosi posta al centro del carpo: la Coxa Manus. Questa è la “vera” articolazione del carpo: la più antica nella filogenesi, quella in cui – a livello della testa del capitato – è collimato il centro di rotazione (CR) e dalla cui integrità anatomica dipende l'ottimizzazione del movimento e la stabilità meccanica della presa.

Tutti i movimenti fondamentali del carpo sono incentrati sulla Coxa Manus. Così, p.e. la mobilità flesso-estensoria – anche se ottenuta dal reciproco articolarsi di tre segmenti ossei (radio)-(condilo carpale)-(testa del capitato) in due distretti radio(-)carpico e medio(-)carpico con eguale ripartizione, rispettivamente: 50° e 35° nella flessione e 35° e 50° nella estensione – sempre coincide col rapporto angolare che il corpo del capitato (asse della mano) assume sul radio (asse della radio-carpica), *indipendentemente dal posizionarsi del condilo carpale* che si comporta da struttura deformabile interposta tra due strutture rigide (il radio e il capitato) obbligate a mantenere il giusto allineamento nel CR, nonostante qualsivoglia reciproco spostamento.

Da queste premesse è derivata la Chirurgia della Coxa Manus (CCM) (24,2 5), secondo il concetto che “la nuova normalità post-chirurgica delle lesioni

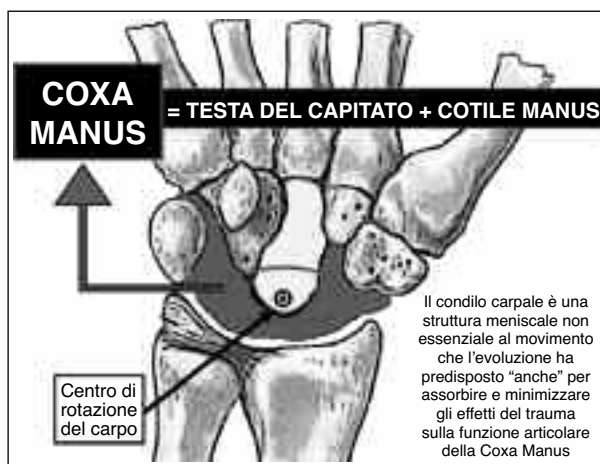


Figura 3. La Coxa Manus, in termini evolutivi è la “vera” e più antica articolazione del carpo. Viceversa il condilo carpale è una struttura meniscale non necessaria al movimento, predisposta “anche” per assorbire e minimizzare gli effetti del trauma, sulla funzione globale del polso.

del carpo deve mirare al ripristino delle funzioni meccaniche e comprendere (quando possibile) il riposizionamento, anche sostitutivo, del centro di rotazione”. In particolare, questa prassi ha ridimensionato l'importanza del recupero chirurgico della radio-carpica e/o delle ossa della prima filiera (condilo carpale) danneggiate che, al limite, *possono essere sacrificate*. In alternativa, una valida opzione è “elementarizzare la funzione del massiccio carpale” concentrando tutto il movimento sull'articolazione centro-carpica della Coxa Manus (Fig. 3).

Filo-ontogenesi del carpo e genealogia della Coxa Manus

Consideriamo che la *Filogenesi* (ossia, la comparsa e differenziazione dei viventi e delle loro strutture) è un processo storico guidato dall'*Evoluzione* (Darwin, 1859) (26) per cui, *tutti i viventi hanno origine comune, con caratteri selezionati dall'ambiente e differenziati dalla discendenza privilegiata dei più adatti*.

In particolare, la comparsa degli arti (e...della Mano fino all'Uomo) è il risultato di cambiamenti morfologici – indotti e selezionati da specifiche *forze ambientali* – accumulati (in tempi geologici) su una medesima struttura di origine. Da ciò, il fatto che negli animali le diversità anatomiche degli arti

corrispondano all'*habitat fisico* che le ha plasmate. Così, p.e. la pinna dei pesci si è modellata sulle forze meccaniche agenti nell'acqua (idrodinamica), etc.

Fondamentale è il rapporto esistente tra Filogenesi e Ontogenesi (sviluppo dell'individuo), codificato nella *Legge Biogenetica* (Haeckel, 1866) secondo l'assioma: “*l'Ontogenesi ricapitola la Filogenesi*” (27). Altrettanto lo sono la *Teoria delle Metamorfosi* (Goethe, 1807) (28), l'Epistemologia Sistemica (Bateson, 1972) (29) ed il fenomeno della *Neotenia* (o fetalizzazione: ossia, una forma di immaturità protratta) (Bolk, 1894) (30): per cui, “*nella filogenesi vecchie strutture diversificano nuovi contesti anatomici, attraverso la persistenza casuale nell'individuo adulto di un qualche assetto strutturale tipico dell'ontogenesi*”. Il cambiamento così ottenuto verrebbe poi selezionato: cioè, trasmesso e rinforzato nei discendenti, se adattativo verso un nuovo e complementare input ambientale.

Così 540-500 Milioni di Anni Fa (MAF), nei mari del Cambriano la selezione, *in opposizione alla forza idrostatica*, modifica i filamenti branchiali dei Cordati primitivi in *pinne mobili* atte alla propulsione. Originano così i primi pesci: gli agnati (senza mascelle) e poi nell'Ordoviciano (500-435 MAF) gli gnatostomi (con mascelle). Durante il Siluriano (435-410 MAF) i pesci sviluppano lo scheletro, così le pinne già dotate di potenti muscoli, acquistano in controllo e robustezza.

Poi, nei Sarcopterigi – pesci ossei del Devoniano (410-355 MAF) che primi sconfinano sulla terraferma – le pinne si adattano *alla forza di gravità* del nuovo ambiente e, nei Crossopterigi Ripidisti capaci di respirare fuori dall'acqua, acquistano dignità di *arti*. Con questa dotazione, nel Carbonifero-Permiano-Triassico (355-203 MAF) si avvia l'evoluzione dei Tetrapodi (con 4 arti) che diffondono in tutte le terre del pianeta.

Nella metamorfosi dalla pinna all'arto, le ossa aumentano di numero e lunghezza, segmentandosi e conformando strutture articolari *complementari alla meccanica della terraferma* (per opporsi al terreno, deambulare etc.). Così, viene a configurarsi il cinto scapolare e quello pelvico; mentre *l'arto a tre segmenti* – suddiviso in Stilopodio (braccio e co-

scia), Zeugopodio (avambraccio e gamba), Autopodio (mano e piede) ulteriormente distinto in Basiopodio (carpo e tarso), Metapodio (metacarpo e metatarso) e Acropodio *con cinque raggi digitali* – si afferma come il prototipo più adatto al sostegno e movimento antigravitario (Fig. 4).

L'utilizzo terrestre, inoltre, apporta un elevato differenziale meccanico nella direttiva caudo → craniale di movimento (cioè, l'avanzamento del corpo in direzione della testa). Nei tetrapodi, ciò condiziona la divergenza anatomica delle estremità degli arti. Per cui, l'autopodio anteriore assume un assetto di tipo *direzionale* mentre quello posteriore un assetto di tipo *propulsivo*. Così, dai rettili ai mammiferi e poi ai primati fino all'uomo, si plasmano due strutture omologhe e tuttavia, con assetti meccanici affatto diversi: la Mano e il Piede (31, 32).

Con riferimento alla strutturazione evolutiva della Mano: già nel Devoniano, i primi tetrapodi anfibi avevano sviluppato numerose ossa e articolazioni nel carpo, con dita (fino ad 8, in Acanthostega) dotate di direzionalità, per nuotare nell'intrico della vegetazione palustre. Poi, durante il Carbonifero (355-295 MAF) nei primi rettili completamente terricoli – principalmente in base ad esigenze *meccano-direzionali e/o prensili-manipolatorie* di procacciamento del cibo – si differenziano diverse conformazioni autopodiali: per cui, quando neces-

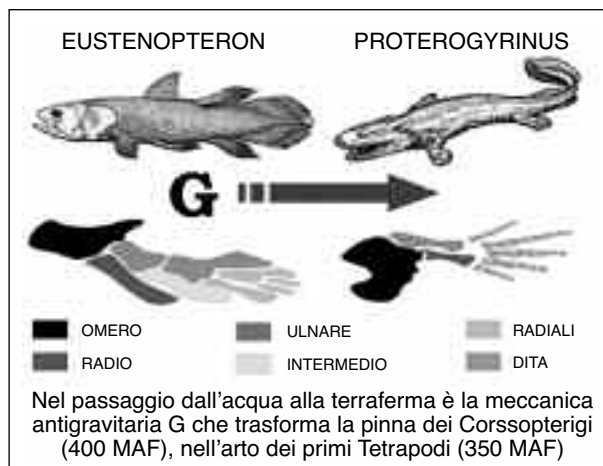


Figura 4. Durante la transizione evolutiva dall'acqua alla terraferma, l'arto a tre segmenti con cinque raggi digitali si è affermato come il prototipo più adatto al sostegno e movimento antigravitario.

sita forza e velocità, come nelle specie carnivore o corritrici, le ossa tendono a diminuire e a fondersi tra loro; il contrario avviene nelle più lente specie erbivore e/o frugivore. Nel basipodio, in particolare, il grado con cui le ossa variano di numero si separano o fondono tra loro risulta relativamente correlato al contesto mecano-direzionale; nel meta-acropodio invece, analoghe variazioni lo sono per quello prensile-manipolatorio.

Ad esempio, alla fine del Permiano (295-250 MAF) – con la comparsa degli amnioti (Sinapsidi e Rettili) in grado di deporre uova e riprodursi fuori dall'acqua – si sviluppano animali carnivori che dipendono dalla stabilità dell'autopodio nella corsa veloce, per la predazione terrestre. Fra questi, i Rauisuchi con arti situati in posizione ventrale, basipodio con ossa fuse, robusti metacarpali nel metapodio e deambulazione acropodiale, sulle dita. Nei Megalancosauri invece, l'abitudine di predare sugli alberi conferisce all'autopodio caratteri marcatamente prensili, con meta-acropodio a cinque dita opponibili, per afferrarsi ai rami e/o ghermire le prede.

Comunque, nel Triassico (250-203 MAF) con l'avvento dei rettili-mammiferi e poi dei dinosauri, si configura un decisivo salto evolutivo nella meccanica del cingolo scapolare: *alcuni di questi animali diventano bipedi con arti posteriori diritti in posizione ventrale e deambulazione sulle dita del piede*. In tal modo l'autopodio anteriore, disimpegnato dalla locomozione, sviluppa più marcati caratteri prensili-manipolatori (molto simili a quelli che saranno poi tipici dei Primati). Infatti, in alcuni Saurischi, come il Plateosaurus, la zampa anteriore a cinque dita è capace di prono-supinare, con pollice opponibile e secondo dito allungato in grado di agganciare il cibo. *Di rilievo, in questo stadio dell'evoluzione, la presenza di un'unica filiera carpale, ridotta ad un paio di ossa centrocarpiche contenute da un'ampio menisco fibroso, direttamente articolato alla radio-ulnare distale*.

In altri dinosauri carnivori, invece, come i Teropodi del Giurassico (203-135 MAF), la zampa anteriore si specializza in arma letale *ridotta a tre sole dita dotate di artigli affilati*. Così è nei *Maniraptors* in cui l'unica filiera del carpo si fonde a costituire un grande osso a mezzaluna (omologo al capitato-uncina-

to), *direttamente articolato alla radio-ulnare distale*. L'osso a mezzaluna permetteva di ruotare la mano sulla preda e con le dita prensili, affondare poi gli artigli nelle carni. Questo movimento si è conservato negli uccelli (i diretti discendenti dei Teropodi) adattato al volo.

Anticipiamo che *tale primitiva strutturazione del carpo dei Saurischi e Teropodi si può considerare l'antesignano evolutivo di quella che nei Primati diventerà la più sofisticata Coxa Manus* (Fig. 5).

Parallelamente ai dinosauri, nel Triassico dai Sinapsidi originano i Terapsidi e da questi i Triconodonti: i più antichi mammiferi noti, simili a toporagni e con zampe anteriori prensili.

I Mammiferi, comunque, poterono pienamente svilupparsi solo alla fine del Cretaceo (135-65 MAF) con l'estinzione dei dinosauri. Dal gruppo principale – i Placentati, con 4 arti pentadattili – derivano tutti gli attuali generi viventi, che nell'autopodio mostrano diversità correlate a vari tipi di progressione (plantigradia, digitigradia, unguligradia etc.) arrampicata (unghie o dita prensili, etc.) scavo (unghioni della talpa, etc.) per il volo (ali dei pipistrelli, etc.) o metamorfosi, con *arti regrediti in pinne*: Sirenidi, Cetacei, etc.

Nei mammiferi, infatti, l'anatomia degli arti è in tutto complementare all'habitat mecano-ambientale specifico del genere, con il prototipo pentadatt-

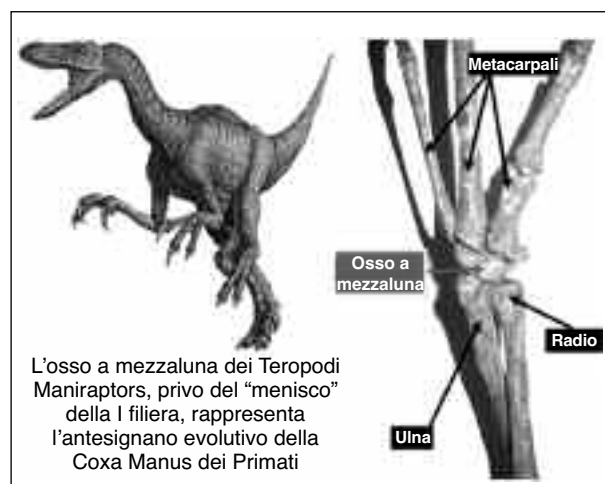


Figura 5. Per la spiegazione vedi testo. (Da una foto personale scattata al Museo di Scienze Naturali della città di New-York).

tile sempre comunque riconoscibile: come p.e. negli ungulati Artiodattili (ippopotamo, maiale, cervo, etc.) in cui l'arto adattato alla corsa in terreni impervi, ha sviluppato meta-carpo-tarsali delle dita terzo e quarto saldati tra loro con metapodi laterali (dita secondo e quinto) ridotti a vestigia e scomparsa del primo raggio, ormai inutile.

Così, ancora nel Cretaceo, è l'adattamento alla vita arboricola di Insettivori primitivi ad originare i Primati (il più evoluto ordine dei Mammiferi, cui appartiene anche l'Uomo) con la tipica struttura dei loro arti: quadrumania, plantigradia, pentadattilia, clavicola presente, radio ed ulna in grado di prono-supinare, pollice ed alluce quasi sempre opponibile (33).

Avviene infatti, che negli ancestrali che l'Uomo ha in comune con le attuali scimmie antropoidi – per il fenomeno della convergenza evolutiva (cioè, la comparsa di strutture omologhe in stirpi animali diverse sottoposte a stessi input ambientali) – l'arto anteriore si modella sull'iter già percorso dai dinosauri. Ossia, si emancipa dalla locomozione e sviluppa caratteri prensili-manipolatori; però, *in un contesto alimentare e mecano-ambientale differente, che nel basipodio conforma una duplice filiera ossea intercalata dalla Coxa Manus e nel meta-acropodio cinque raggi digitali, con pollice opponibile.*

Tale strutturazione del carpo si configura durante la brachiazione (34) assecondando il comportamento alimentare prevalentemente frugivoro, attuato con l'avvento delle Angiosperme – piante con fiori originate nelle foreste tropicali 130 milioni d'anni fa – per cui, l'arto anteriore si specializza nella sospensione del corpo con una mano ed utilizzo dell'altra per raccogliere-sbucciare-mangiare il frutto e nella locomozione in aggancio-saltatoria-rampicante nel nuovo habitat arbo-florescente fitto di rami e liane, e stracolmo di cibo.

Ed effettivamente, il Carpo Biarticolare Concentrico concretizza le esigenze meccaniche della brachiazione: essendo assemblato in foggia di endoprotesi biarticolare di femore e funzionante come *un giunto cardanico sui generis* capace di trasmettere il moto e la potenza tra l'avambraccio e la mano in un arco, fino a quasi 180° in tutte le direzioni, e come questo congegnato in modo che, tra una

doppia filiera ossea (invece che una soltanto, come nei Saurischi e Teropodi) risulti collimato un punto vettoriale fisso su cui svolgere il movimento. Ossia, in quel già citato centro di rotazione (CR) dislocato sulla testa emisferica, *prossimalmente orientata*, del capitato. Col vantaggio che – essendo la doppia filiera ingabbiata da tendini, vincolata da legamenti variamente elastici e robusti, e conformata come due *archi romanici combacianti* – con lo sforzo tensionale, *indifferentemente in trazione o in compressione*, aumenta il serraggio delle “chiavi di volta” *arcali rappresentate, rispettivamente dall'osso capitato distalmente, e dal semilunare prossimalmente* (ossia, della Coxa Manus); così assicurando coerenza e stabilità meccanica in ogni evenienza, compreso l'utilizzo della mano come *occasionale* sostegno deambulatorio nel *carico sulle nocche*, tipico di alcune specie di scimmie attuali, e probabilmente attuato anche dai progenitori dell'Uomo (Fig. 6).

Sull'origine degli elementi scheletrici della Coxa Manus è ipotizzabile il già citato fenomeno della *Neotenia*. Per cui, gli input della brachiazione hanno promosso il recupero di un *assetto ancestrale crossopterigico*, con tipico maggior numero di ossa basipodiali. Probabilmente, configurazioni *occasionalmente mutate ed utili in tal senso* sono state progressivamente selezionate ed implementate in uno stadio sempre più tardivo dell'ontogenesi, fino a *divergere e tipizzare* la corrispondente strutturazione meccanica del carpo.

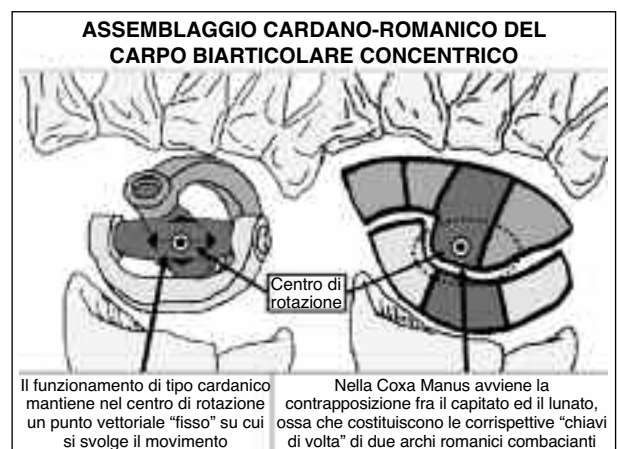


Figura 6. *Assemblaggio cardano-romanico del carpo biarticolare concentrico: per la spiegazione vedi testo.*

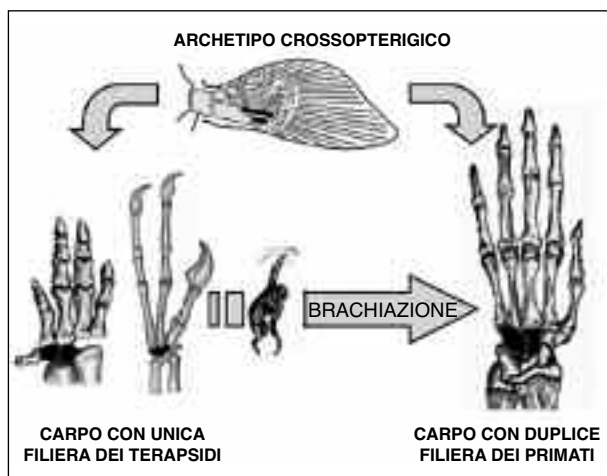


Figura 7. Il passaggio da una singola ad una doppia filiera carpale incentrata sulla *Coxa Manus*, si è costituito nella transizione evolutiva dai Terapsidi ai Primati, assecondando le spinte selettive della meccanica della brachiazione, sul prototipo crossopterigico.

Cosicché, nella transizione evolutiva dai Terapsidi ai Primati, la radio-carpica dei primi trapassa nella medio-carpica dei secondi: con il *capitato* e l'*uncinato* (al posto del complesso a mezzaluna) distalizzati in "seconda filiera"; mentre il menisco rettiliano radio-ulno-carpico metaplasizza: parte come *fibrocartilagine* (epi-ulnare) il resto ossificando nella "prima filiera" del condilo radio-carpico primatile (Fig. 7).

Supporto a questa tesi viene dagli studi comparati di Lewis (16, 17): in particolare, tracce della suddetta transizione sono evidenti nel carpo delle Lorisine. In queste proscimmie, infatti, il basipodio presenta una architettura intermedia tra i Saurischi-Teropodi e l'Uomo; con menisco radio-ulno-carpale in parte fibrocartilagineo e incompleto sul versante radiale, scafoide prossimale assente e spiccata ipoplasia del lunato. Inoltre, i movimenti si sviluppano nella medio-carpica, centrati sull'emisfera condilica data dalla giustapposizione *capitato-uncinato*, in una configurazione che rievoca, pertanto, l'osso a mezzaluna. (Fig. 8)

Altri indizi sono nell'onto-morfo-genesi. Infatti, alla quinta settimana di sviluppo l'abbozzo a pala dell'autopodio anteriore presenta la segmentazione in tre raggi del mesenchima embrionario; per cui, la *Mano* è inizialmente tridattilica, come nei Teropodi.

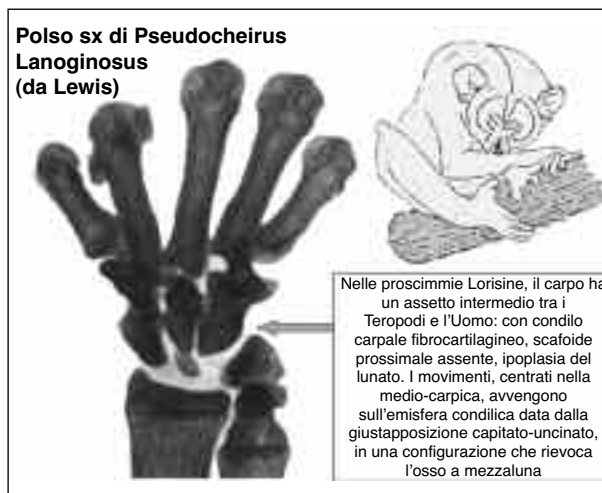


Figura 8. Per la spiegazione vedi testo (da Lewis).

Poi, nel carpo l'ossificazione inizia nel *capitato* e nell'*uncinato* (6 mesi - 1 anno) seguita dall'epifisi radiale (2 anni). *Il condilo carpale ossifica per ultimo*: con *piramidale* (3 anni), *lunato* (4 anni) e *scafoide* (6 anni) (15). Inoltre, personali osservazioni microscopiche effettuate sul feto di 13 cm (3,5 mesi) hanno evidenziato che nel mesenchima carpale esiste un gradiente disto-proximale di cavitazione articolare; per cui, la medio-carpica è (a quell'età) già completamente costituita, mentre la radio-carpica appare in gran parte obliterata. Tutte le suddette sequenze di maturazione – alla luce della legge Biogenetica – denunciano la gerarchia di comparsa e mecano-evolutiva delle ossa e delle articolazioni nella successione filogenetica e indicano che *il distretto articolare più antico è quello medio-carpico della Coxa Manus*, mentre la *prima filiera* e la *radio-carpica* sarebbero acquisizioni relativamente più recenti (Fig. 9).

Prove indirette, inoltre, derivano dallo studio di embrioni di 40-69 mm: con l'osservazione di un *carpo crossopterigico* con numerosi centri di condriificazione – come l'osso centrale embrionario – che poi regrediscono o si fondono tra loro per costituire le formazioni ossee definitive (18). In altri embrioni di 10-14 settimane, invece, è stata osservata una struttura membranosa sul radio distale che divide il carpo in due e che differenziava i centri condrali della I filiera, della fibrocartilagine triangolare e della radio-ulno-carpica (22). Tale formazione –

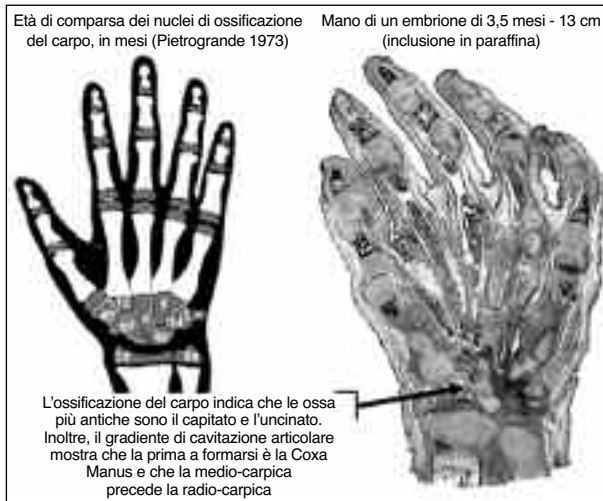


Figura 9. La maturazione osteo-articolare del carpo - alla luce della legge Biogenetica - denuncia la gerarchia di comparsa filogenetica e indica che l'articolazione più antica è la Coxa Manus, mentre la prima filiera e la radio-carpica sono acquisizioni successive.

anche descritta come struttura fibrocartilaginea estendentesi dal radio distale alla stiloide dell'ulna (35) e corrispondente al menisco descritto in associazione con la retrazione dell'ulna dal carpo e che, inoltre, talvolta incorpora il c.d. os Daubentonii (16, 36) - non sarebbe altro che il retaggio ontogenetico dell'originario menisco rettiliano radio-ulno-carpale.

Infine, a rimarcare la primigenia essenzialità della Coxa Manus è lo studio delle patologie congenite della mano, ed in particolare delle sinostosi carpali, in cui risalta l'assenza di fusioni capitato-lunato isolate (37) (Fig. 10).

Comunque, con la Coxa Manus nel carpo, i Primati - diversamente dai Dinosauri - poterono agire con più raffinata manipolazione; con ciò pervenendo alla scoperta cognitiva di strumenti. A tal punto ne venne influenzato il cervello che, nel Pliocene (7-3 MAF) in antropoidi neotenici costretti a lasciare la foresta, questa dote combinata con il bipodalismo obbligato della savana fece probabilmente da miccia al pensiero simbolico, avviando così l'Ominazione.

Patomeccanica centro-carpica adattativa delle fratture articolari dell'EDR

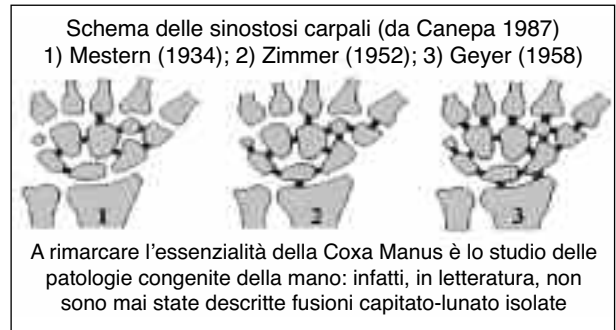


Figura 10. Per la spiegazione vedi testo (da Canepa).

L'iter evolutivo della Mano è rimasto strutturato nelle potenziali funzionalità primitive intrinseche la sua architettura. Infatti, con le mani è consentito nuotare, deambulare, scalare alberi, etc. Allo stesso modo, nel carpo a due filiere è conservato immanente l'uso privilegiato dell'antico distretto medio-carpico, cui sopperire nell'eventualità del danno radio-carpico: in particolare nel trauma da impatto, che quasi sempre e *non per caso* esaurisce la sua energia su radio e/o condilo carpale, risparmiando la medio-carpica ed il movimento a questa associato.

Tutto ciò è un altro retaggio della vita arboricola dei nostri progenitori; per cui l'impiego della mano a difesa di cadute ha favorito nel carpo l'assetto meccanico biarticolare concentrico: *il più adatto, in caso di frattura articolare malconsolidata dell'EDR, a preservare l'utile movimento centrocarpico della Coxa Manus.*

Tale opportunità corrisponde all'intuizione di Colles e definitivamente risolve il paradosso clinico di queste fratture. Nel senso che, questa è la ragione per cui la mal consolidazione del radio quasi mai invalida severamente l'articolazione del polso; da ciò inoltre, deriva *l'impossibilità pratica di formulare criteri di valutazione che correlino oggettivamente l'aspetto rx-grafico al risultato funzionale.*

Comunque per verifica, abbiamo effettuato osservazioni rx-scopiche della flessione-estensione in un gruppo di 19 pazienti, post fratture dell'EDR (tipo C1-C2, AO) trattate in gesso, avendo per controllo il polso controlaterale e comparati con Demerit Point Sistem (38) DASH (39), PRWE (40), SF-36 (41), con risultati *non tutti sovrapponibili, nei diversi criteri.* Infine, abbiamo individuato 12 casi omoge-

nei per l'esito e la soddisfazione soggettiva *sufficiente*: ossia, con assetto carpale di tipo adattativo, minime o assenti deformità cosmetiche, discreta forza di presa, occasionale o nullo dolore, limitata rigidità prevalente in flex-estensione etc. Fra questi, in 7 asintomatici per dolore anche in attività a medio-alto impatto meccanico, l'impedimento era scafo-lunare nella radio-carpica, mentre normale si svolgeva il movimento nella Coxa Manus (CM). In 3 con dolore occasionale in attività a medio impatto meccanico: nei primi due, l'assetto iper-statico del lunato limitava direttamente la flessione estensione del capitato nella CM e indirettamente i movimenti dello scafoide; nel terzo, la flessione obbligata dello scafoide limitava parzialmente il lunato e (con l'apparente interferenza della STT sub-lussata) il capitato nella CM. Nei restanti 2 casi con dolore occasionale in attività a basso impatto meccanico e saltuariamente anche a riposo, la limitazione appariva equamente distribuita fra medio e radio-carpica; quest'ultima tuttavia, in entrambi mostrava segni di artrosi stilo-scafo-lunare con usura delle omonime fossette.

Questi riscontri, benché relativi all'esiguo nume-

ri dei nostri pazienti, indicano che la disfunzione dei movimenti post-frattura dell'EDR, effettivamente consiste in un *riassetto cinematico* che limita più la radio-carpica e meno la medio-carpica, al culmine di un *processo adattativo che privilegia l'articolazione della testa del capitato*.

La qualità di tale adattamento corrisponde al *risultato soggettivo percepito* dal paziente: per cui, all'osservatore eventuali sintomi possono apparire dissociati dall'obiettività clinico-rx-grafica, e viceversa correlati (ma, in modo affatto indeterminato) allo specifico contesto occupazionale e/o all'usura nel tempo. In ogni caso, secondarie manifestazioni patologiche hanno origine con duplice concorso patogenetico: *meccanico e/o infiammatorio* con almeno tre situazioni pato-meccaniche, in progressione di gravità (Fig. 11):

A) - *Riassetto pauci-a-sintomatico*, nei casi in cui il blocco radio-carpico non impedisce la stabilità del centro di rotazione e consente il transfert alla medio-carpica che vicaria parte del movimento con minime tensioni legamentose e/o confricazioni ossee. Nelle prestazioni eccezionali, possibili sintomi algo-meccanici.



Figura 11. La disfunzione dei movimenti post-frattura dell'EDR, effettivamente consiste in un riassetto cinematico che limita più la radio-carpica e meno la medio-carpica, con (almeno) tre situazioni patomeccaniche. A) Riassetto pauci-a-sintomatico: blocco radio-carpica con ottimale transfert medio-carpica, CR stabile; B) Riassetto con sintomi algo-meccanici: blocco incompleto radio-carpica con parziale transfert medio-carpica, CR instabile; C) Riassetto abortivo con sintomi flogo-meccanici: mobilità radio-carpica conservata mai incongrua, con inibizione transfert medio-carpica e precoce degenerazione artrosica.

B) - *Riassetamento con sintomi algo-meccanici*, nei casi in cui il blocco radio-carpico è parziale e/o discontinuo, tanto da favorire l'occasionale instabilità del centro di rotazione e/o lo stress dei legamenti, con incompleto transfert alla medio-carpica. Nelle prestazioni eccezionali facili cedimenti e/o contrattura antalgica.

C) - *Riassetamento abortivo con sintomi flogo-meccanici*, nei casi in cui il movimento radio-carpico permane incongruo e con relativa inibizione del transfert alla medio-carpica che tende anch'essa a degenerare. Nel tempo, le confricazioni ossee possono sviluppare artrosi con ulteriore rigidità e ricorrente dolore infiammatorio. Le prestazioni sono variabilmente limitate in base allo specifico occupazionale, con facilità al blocco funzionale.

Certamente, il migliore adattamento è nella situazione “A” in cui è inibita la radio-carpica danneggiata a favore della medio-carpica indenne. Diversamente accade in “B” e in “C”. In queste, il viraggio verso l'instabilità cronica e/o l'artrosi, - talvolta realizzato a pousses intermittenti e compiutamente manifesto solo a distanza di anni - può anche obbligare al trattamento chirurgico.

In tal caso - relativamente al recupero della flessione-estensione e/o deviazione ulno-radiale - è possibile il salvataggio con la Ricostruzione della Coxa Manus.

A complemento, quando coesiste la limitazione della prono-supinazione e/o il conflitto ulno-carpace, può essere necessario associare l'intervento di Sauvè-Kapandj (o altri interventi di lisi) e/o l'osteotomia correttiva del radio distale, nell'eventuale compresenza di deformità assiali.

La Ricostruzione della Coxa Manus (RCM)

Nel danno radio-carpico irreparabile post frattura dell'EDR, vi è *indicazione alla RCM* quando l'adattamento cinematico della flessione-estensione e/o deviazione ulno-radiale è deragliato o abortito *con stato di dolore cronico e/o rigidità, tanto da impedire la funzione utile*: in pratica, nel severo danno precocemente definitivo, o negli stadi avanzati delle succitate situazioni B e C.

L'intervento necessita dell'integrità della testa

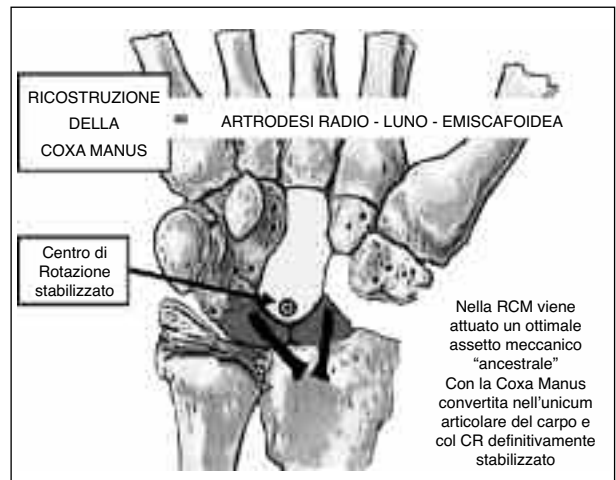


Figura 12. Ricostruzione della Coxa Manus: disegno schematico dell'intervento.

del capitato - secondo la già citata metodologia della CCM, per cui una valida articolarietà carpale può essere recuperata concentrando tutto il movimento nella Coxa Manus - e consiste nell'artrodesi radio-luno-scafoidea, previa asportazione dello scafoide distale. In tal modo, viene definitivamente abolito il movimento della radio-carpica danneggiata, e viceversa amplificato quello della medio-carpica indenne.

In pratica, la RCM incorpora ed ottimizza il naturale processo di adattamento, strutturando una Coxa Manus riconvertita nell'unicum articolare del carpo e col CR definitivamente stabilizzato (Fig. 12). In termini di anatomia comparata, ciò corrisponde a trasformare chirurgicamente il massiccio carpale analogamente all'articolazione dei Maniraptors, rievocando un assetto meccanico ancestrale • immanente nel carpo umano - che nella Filogenesi ha funzionato per milioni di anni.

Materiali e metodi

Dal 1999 al 2007 abbiamo trattato con la RCM, 9 polsi con esiti di frattura dell'EDR (di cui: 1-B1, 1-B2, 1-B3, 1-C1, 3-C2, 2-C3). In due di questi - con pan-rigidità complicata da conflitto ulno-carpace - è stato associato l'intervento di Sauvè-Kapandj per il ripristino della prono-supinazione, ed in uno di loro anche l'osteotomia del radio per la

correzione di un residuo varismo. Esporremo i casi in ordine cronologico, di cui quattro illustrati ad esemplificare le indicazioni:

Caso n. 1 – S.V. n. il 10/12/1930, nel 1975 riportava frattura (C2-AO) al polso dx, trattata in gesso. Occasionale dolore da sforzo fino a 7 mesi prima. Poi, per rigidità e artrosi con dolore cronico, il 7/05/2002 effettuava la RCM.

Caso n. 2 – F.M. n. il 29/09/1948, nel 1972 riportava frattura (C1-AO) al polso dx, trattata in gesso. Occasionale dolorabilità fino a 1 anno addietro. Poi, per rigidità e artrosi RC con dissociazione SL cronica (polso SLAC), il 21/11/2002 effettuava la RCM.

Caso n. 3 – P.N. n. 5/06/1972, nell'ottobre del 2002 riportava frattura (B2-AO), al polso dx, trattata in gesso e lasciata malridotta. Dopo la rimozione del gesso, persistente dolore cronico. Poi, per rigidità antalgica e sub-lussazione dorsale del carpo, il 06/05/2003 effettuava la RCM (Figg. 13, 14).

Caso n. 4 – R.F. n. 21/06/1968, il 16/11/2002 a seguito di incidente riportava frattura C3 al polso dx, il 18/11/2002 effettuava sintesi con placche, il 15/9/2003 per comparsa di STC effettuava la RMS e la neurolisi del mediano con residua artrolicità di 75° in flessione e 35 in estensione; il 17/12/2003 in Francia effettuava artrodesi RC. Re-



Figura 13. *Caso n. 3:* Rigidità e sub-lussazione dorsale del carpo dx in esiti frattura malconsolidata B2 dell'EDR.



Figura 14. *Caso n. 3:* post-operatorio a distanza di 1 anno dalla RCM; notasi l'ottimale reallineamento del carpo con recupero di 68° di flex-est e 40° di deviazione ulno-radiale.

siduava "Polso rigido e varo con sub-lussazione del caput ulnae". Pervenuto a nostra osservazione, il 22/06/2004 effettuava intervento di Ricostruzione della Coxa Manus + osteotomia correttiva del radio distale stabilizzata con placca volare + int. di Sauvè-Kapandj (Figg. 15, 16, 17).

Caso n. 5 – C.R. n. il 06/08/1962 il 21/07/05 riportava frattura B3 polso dx con sub-lussazione volare del carpo, dopo iniziale trattamento in gesso,



Figura 15. *Caso n. 4:* Polso dx rigido e varo in esiti osteosintesi frattura C3 e successiva artrodesi RC.



Figura 16. *Caso n. 4: Post intervento di RCM (per recupero flessione, estensione e deviazione ulno-radiale) + osteotomia deviarizzante del radio (per la correzione del varismo) + intervento di Sauvè-Kapandj (per il ripristino della prono-supinazione).*



Figura 17. *Caso n. 4: Controllo a 14 mesi dall'intervento: notasi l'eccellente recupero della cosmesi ed articolarietà del polso operato (freccia).*

persistendo la sub-lussazione il 9/08/2005 effettuava intervento di riduzione e sintesi con placca volare. Nel recupero, con la ripresa del lavoro recidiva della sub-lussazione; pertanto, il 14/11/2005 effettuava la RCM.

Caso n. 6 – A.S. n. il 17/02/1988, nell'agosto del 2005 riportava frattura C2 del polso sx con residua rigidità, sub-lussazione dorsale del carpo e dissociazione S-L. Il 28/02/2006 effettuava la RCM (Figg. 18, 19).

Caso n. 7 – A.M. n. il 11/06/1933, nel giugno

del 2006 riportava frattura C2 del polso dx con residua rigidità e sub-lussazione dorsale del carpo. Il 22/09/2006 effettuava la RCM. (Fig. 20)

Caso n. 8 – C.R. n. il 17/09/1974, a maggio del 2006 riportava frattura (B1) con lussazione stilo-transcafo lunare, polso sx che veniva osteosintetizzata con K + viti. Persistendo rigidità e dolore cronico. Il 16/01/2007 effettuava la RCM.

Caso n. 9 – A.F. n. il 24/07/1925, il 2/9/2006 riportava frattura C3, polso sx. Trattata con FEA + fili di K, a distanza, residuava deformità angolare con vivo dolore ai movimenti e sulla RUD con netta compressione dell'ulnare. Il 17/01/2007 effettuava la RCM + Sauvè-Kapandj + la neurolisi dell'ul-



Figura 18. *Caso n. 6: Rigidità dolorosa polso sx, in esiti frattura distacco-epifisario C2 con dissociazione S-L.*



Figura 19. *Caso n. 6: Controllo a 8 mesi dall'intervento con eccellente reallineamento carpale e discreto recupero funzionale.*



Figura 20. Caso n. 7: Polso rigido in esiti frattura-lussazione C2 (A, B); Controllo post-operatorio a 11 mesi dalla RCM, con discreto recupero funzionale (C, D).

nare.

RISULTATI

Nella tabella 1 sono riportati i risultati della nostra casistica, valutati nel dicembre 2007 secondo i parametri della Mayo Wrist Score Chart (42, 43), con un follow-up medio di 2,8 anni (max 67 mesi – min. 11 mesi). Nel complesso, sono stati giudicati tutti soddisfacenti, rispettivamente: Eccellente 1 (11,1%), Buono 3 (33,3%), Discreto 5 (55,5%).

Non abbiamo avuto particolari complicanze e

Tabella 1.

Interv.	Paziente	Età	Patologia	Data int.	Mayo Wrist Scoring Chart				
					Dol.	Sod.	ART.	PR.	Risultato
Ric. coxa manus (RCM)	S.V. - caso 1	71	Sub-lus RC es. fr.C2	07/05/2002	25	25	10	15	75 (discreto)
	F.M. - caso 2	46	SLAC es. fr. C1	21/11/2002	25	25	15	15	80 (buono)
	P.N. - caso 3	31	Sub-lus RC es. fr.B2	06/05/2003	25	25	15	25	90 (eccell.)
	R.F. - caso 4	34	Varo es. fr. C3	22/06/2004	25	25	15	15	80 (buono)
	C.R. - caso 5	43	Sub-lus RC es. fr.B3	14/11/2005	20	25	10	25	80 (buono)
	A.S. - caso 6	18	Sub-lus RC es. fr.C2	28/02/2006	25	10	15	25	75 (discreto)
	A.M. - caso 7	69	Sub-lus RC es. fr.C2	22/09/2006	15	20	15	15	65 (discreto)
	C.R. - caso 8	33	Es. luss. STSL in fr.B1	16/01/2007	15	20	10	10	65 (discreto)
	A.F. - caso 9	82	Inst. RC e RUD fr. C3	17/01/2007	15	25	10	15	65 (discreto)

SLAC = Scapho-Lunate Advanced Collapse; Sub-lus = Sublussazione; RC = Radio-Carpica; es. = esito; Luss. STSL = Lussazione Stilo-Tran-Scafo-Lunare; (fr. B1, B2, B3, C1, C2, C3) = Tipologia della frattura riferita alla classificazione AO; RCM = Ricostruzione Coxa Manus; Dol = dolore; Sod = Soddisfazione; ART = Articolari; PR = Forza di presa

l'obiettivo di restituire la funzione utile è stato in tutti realizzato (e superato nei casi 2-3-4-6-7). Nei soggetti anziani con preesistenti note artrosiche, il recupero dell'articolari è stato più lento e di grado inferiore a quello immediatamente ottenuto sul campo operatorio, ma la compliance è stata comunque ottima. Viceversa, rapidi e migliori recuperi sono stati ottenuti nei giovani, ma con compliance non sempre in linea al risultato: infatti per alcuni di loro non è stato facile accettare (soprattutto i familiari del 18enne paziente n. 6), la pur residua limitazione attitudinale e l'incertezza prognostica sulla validità nel futuro remoto (poiché, ancora non sono noti i risultati a lungo termine della RCM).

Pertanto consigliamo, (secondo la legge sul consenso informato) di rendere edotti i pazienti (ma, anche *soprattutto* i familiari dei minori) sul merito ed il maggiore beneficio atteso dall'intervento e sulle eventuali strategie alternative soffermandosi, in dettaglio, sui rischi e conseguenze di un eventuale fallimento e sull'ignoto futuribile.

DISCUSSIONE

I suddetti risultati convalidano positivamente l'impiego della RCM nel polso invalidato post-frattura dell'EDR e avvalorano la metodologia originale della Chirurgia della Coxa Manus volta alla soluzione dei problemi del carpo con danno estre-

mo. Nella fattispecie, consideriamo la RCM *intervento di salvataggio elettivo* – in grado di ottimizzare il fisiologico adattamento predisposto dalla Natura per minimizzare le conseguenze del trauma – attraverso il *recupero di una meccanica carpale ancestrale che resetta un nuovo CR sul capitato*, col minimo sovvertimento anatomico e con la garanzia, nell'eventualità di un ipotetico insuccesso, di facilmente ripiegare su interventi più definitivi ma destruenti, come la panartrodesi o la protesizzazione. Inoltre, consideriamo l'intervento preferibile ad altre procedure di salvataggio di cui non è certa la validità biomeccanica.

Ribadiamo che la RCM è relativa al migliore recupero (in qualche caso fino all'80%) della flessione e/o deviazione ulno-radiale; pertanto, quando coesistono deformità assiali e/o limitazioni della prono supinazione bisogna opportunamente associare altri interventi.

In ultimo, preparando questo studio abbiamo compreso che, probabilmente, altre opportunità chirurgiche potrebbero essere celate nella Filogenesi, e su questo indagheremo. Intanto, ringraziamo gli Autori che ci hanno assistito nella ricerca: dalle fratture dell'EDR alle Fondamenta... con L(oro) in mezzo.

BIBLIOGRAFIA

- Grippi GM, Peretti G, Dettoni A. Instabilità del carpo in esiti di fratture articolari "semplici" del radio distale nel giovane adulto. Ed. Mattioli. Chir Mano 1997; 34 (1).
- Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. Edinb Med Surg J 1814; 10: 182-6.
- Cassebaum WH. Colles' fracture. A study of end results. JAMA 1950; 143: 963-5.
- Smaill GB. Long-term follow-up of Colles' fracture. JBJ Surg 1965; 47B: 80-5.
- Bacorn RW, Kurtzke JF. Colles' fracture: A study of 2000 cases from the NY State Workmen's Compensation Board. JBJ Surg 1953; 35A: 643-58.
- Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Complications of Colles' fracture. J Bone Joint Surg 1980; 62A: 613-9.
- Bickerstaff DR, Bell MJ. Carpal Malalignment in Colles' fractures. JBJ 1989; 14B: 155-60.
- Altissimi M, Azzarà A, Giustelli G. Gli insuccessi nelle fratture del polso, viziose consolidazioni in esito a trattamento conservativo. Riv Chir Mano 2001; 38 (2).
- Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. JBJ Surg 2007; 89A: 20051-62.
- Gartland JJ Jr, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. J Bone Joint Surg 1951; 33A: 895-907.
- Allieu Y. L'instabilité du carpe. Instabilités ligamentaires et désaxations intracarpiennes. Dèmembrément du concept d'instabilité du carpe. Ann Chir Main 1984; 3: 317-21.
- Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. The Wrist diagnosis and operative treatment. Vol. I. St. Louis ed. Mosby, 1998: 494-5.
- Grippi GM. Cinematica del condilo carpale con introduzione al Modello Carpale Biarticolare Concentrico (MBC) e sua applicazione al problema dell'instabilità carpale. Riv Chir Riab Mano Arto Sup 1997; 34 (3): 389-401.
- Grippi GM. Biomeccanica del legamento trasverso con riferimento all'equazione di stabilità e al modello carpale biarticolare concentrico. Ed. Mattioli. Chir Mano 2000; 37 (2-3).
- Bonola A, Caroli A, Celli L. La Mano. Piccin editore, Padova, 1981: 3-42.
- Lewis OJ. Derived morphology of the wrist articulations and theories of Hominoid evolution. Part I. The lorisine. Joint J Anat 1985; 140 (3): 447-60.
- Lewis OJ. Derived morphology of the wrist articulations and theories of Hominoid evolution. Part II. The midcarpal Joint of Higher primates. J Anat 1985; 142: 151-72.
- Tardif B, Duparc F, Muller JM, Freger P. Embryology of the human carpal bones (triangular cartilage, central carpal bone, morphogenesis of the scaphoid). Chir Main 1998; 17 (3): 266-76.
- Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. The Wrist diagnosis and operative treatment. Vol. I. St. Louis ed. Mosby, 1998: 14-29.
- Thomson KS. Morphogenesis and Evolution. Oxford University Press, New York, 1988.
- Encyclopedia of Dinosaurs and Prehistoric Life: Dorling Kindersley Limited, London 2001.
- Oztuna V, Coskun B, Polat, A, Kuyurtar F. The development of the wrist joint in the fetal period. Acta orthop Traumatol Turc 2003; 37 (3): 254-60.
- Grippi GM. La ricostruzione della "Coxa Manus" Indicazioni e tecnica chirurgica. Riv Chir Mano 2003; Vol. 40 (3).
- Grippi GM. La Chirurgia della Coxa Manus: avvero, applicazioni chirurgiche della Meccanica Biarticolare Concentrica ai problemi del polso danneggiato. G.I.O.T. 2002; (Suppl. 1): 5147-53
- Grippi GM, Pompilio D. Surgery in the Outcomes of Traumatic Wrist: Coxa Manus Surgery: Proceedings of 8th Congress of the Federation of the European Societies for Surgery of the Hand. Amsterdam, May 22-25, 2002; 57-64. Editor Steven Hovius, 2002 by Monduzzi Editore SPA

- in Bologna, Italy.
26. Darwin C. L'origine delle specie (intr. Montalenti G.). Editore Boringhieri s.p.a., Milano, 1967.
 27. Haeckel E. The History of Creation (1868), translated by E. Ray Lankester, Kegan Paul, Trench & Co., London, 1883, 3rd edition, Volume 1.
 28. Goethe W. Teoria della natura. Boringhieri, Torino, 1968.
 29. Bateson G. *Mente e Natura*. Adelphi edizioni, Milano 1984.
 30. Bolk L. Il problema dell'ominazione, A cura di Rossella Bonito Oliva. Derive Approdi, Roma, 2006.
 31. Paparella Treccia R. Il piede dell'Uomo, profilo storico-strutturale. Verduci editore, Roma 1977.
 32. Pisani G. Trattato di Chirurgia del piede. Ed. Minerva Medica, Torino, 1990.
 33. Enciclopedia Italiana delle Scienze Vol. II. Gli Animali vertebrati: i Primati 641-704. Istituto Geografico De Agostini, Novara 1969.
 34. Byron CD, Herbert H. Unexpected locomotor behaviour: brachiation by an Old World monkey (*Pygathrix nemaeus*) from Vietnam. *Covert Journal of Zoology*, 263: 101-106 Cambridge University Press, 2004.
 35. Merida-Velasco JA, Garcia-Garcia JD, Espin-Ferra J, Sanchez-Montesinos I. Development of the human wrist joint ligaments. *Anat Rec* 1996; 245 (1): 114-21.
 36. Kauer JM. The cubito-carpal region in gibbons. *Bull Assoc Anat* 1976; 60 (171): 705-12.
 37. Canepa G, Pelizza A, Pietrogrande V. Le malattie dello scheletro in età evolutiva. Vol 1. Padova, Piccin Nuova Libreria SPA, 1987.
 38. Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF. Colles' fractures. Functional bracing in supination. *J of BJS* 1975; 57 (3): 311-7.
 39. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Uecc. Development of an upper extremity outcome measure : the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med* 1996; 29: 602-8.
 40. Karnezis IA, Fragkiadakis EG. Association between objective clinical variables and patient-rated disability of the wrist. *J of BJS* 2002; 84B (7).
 41. Fernandez JJ, Gruen GS, Herndon JH. Outcome of distal radius fractures using the short form 36 health survey. *Clin Orthop* 1997; 36-41.
 42. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. Triangular fibrocartilage tears. *J Hand Surg* 1994; 19A: 143-5.
 43. Chen CY, Chao EK, Lee SS. Osteosyntethis of carpal scaphoid non union with interposition of bone graft and Kieschner Wires a 3 to 6 year follow-up. *J Trauma* 1999; 47: 55.