

# Patomeccanica “regressiva” delle fratture articolari del radio distale e salvataggio con l’intervento di ricostruzione della *Coxa Manus*

G. M. GRIPPI

“REGRESSIVE” PATHO-MECHANICS OF DISTAL RADIAL FRACTURES AND SAVAGE BY RECONSTRUCTION OF COXA MANUS

**Aim.** 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 philogenesis of primate’s anterior autopod towards the particular order of human *Carpus*. In fact, 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 is discussed origin, in philogenesis and during primate 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.

La relazione è stata presentata al 104° Congresso SPLLOT, Genova 30 novembre – 1 dicembre 2007.

Ricevuto il 17 luglio 2008.

Accettato il 2 settembre 2008.

Autore di contatto: G. M. Grippi, via dell’Acquedotto 7/1, 12051 Alba, Cuneo, Italia. E-mail: gmgrippi@libero.it

Struttura Ospedaliera Semplice  
di Chirurgia della Mano  
Struttura Ospedaliera Complessa  
di Ortopedia e Traumatologia  
Ospedale San Lazzaro di Alba  
ASL CN2 del Piemonte, Alba, Cuneo, Italia

**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, four are shown in detail into exemplify the indications and clinical outcome).

**Results.** 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.

**Conclusion.** 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.

Key words: Fractures, bone - Wrist injuries - *Carpus*, animal - Evolution.

Una frequente conseguenza delle fratture articolari del radio distale (EDR) è l’alterazione dei normali movimenti intracarpa-

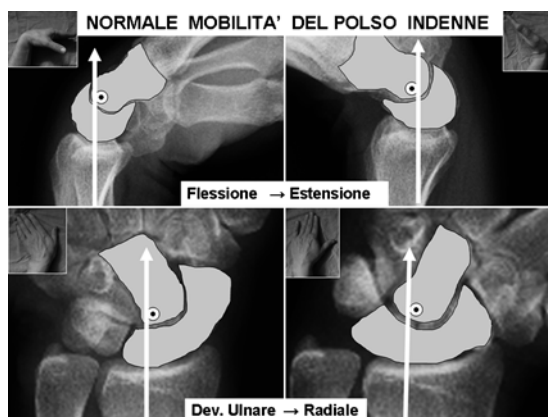


Figura 1. — Si noti nel polso indenne l'ampiezza di movimento che normalmente presenta la coppia scafo-lunato nella radio-carpica. Proprio a questo livello, nei postumi postfrattura articolare dell'EDR, nasce l'eventuale rigidità residua.

li con residua rigidità radio-carpica (Figura 1). Oltre al possibile concorso di una retrazione capsulare, tale evento è la regola quando lo scorrimento delle tre ossa della I filiera (cosiddetta torsione del condilo carpale sul radio) viene ostacolato dalla discongruenza articolare. Facilmente, è lo scafoide il più mobile e il principale *trait d'union* cinematico con la II 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 e alle eventuali complicanze ecc. – 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<sup>1</sup>; o, ancora, essendo la rigidità meglio favorita nel polso mascolino morfologicamente ben scolpito e compatto rispetto il polso femminile più minuto e lasso, ecc.

Di conseguenza la disfunzione eventualmente residua a 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. Talvolta si verifica anche una dissociazione clinico-radiografica positiva, nel senso che alcune brutte fratture si risolvono, infine, con una funzione discreta, non dolorosa e bastevole alle normali occupazioni, tanto da contrastare il pessimo aspetto radiografico.

Questo carattere paradossale delle fratture dell'EDR era già stato considerato da Abraham Colles che nel 1814 scriveva<sup>2</sup>: “[...] 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<sup>3,4</sup>.

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

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-radiografica negativa in cui l'ottimo aspetto della riduzione contrasta la rigidità articolare e 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<sup>10</sup>: 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

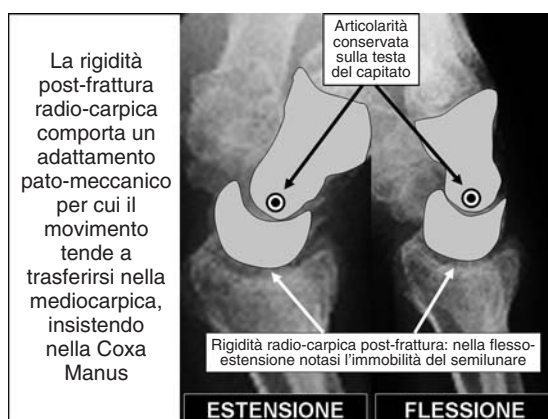


Figura 2. — Si confronti con la Figura 1 e si noti come nella flessione-estensione di questo polso con rigidità radio-carpica postfrattura C2 dell'EDR il semilunare appare immobile mentre tutto il movimento avviene, invece, nella *Coxa Manus*, centrato sulla testa del capitato.

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 (*désaxation carpienne d'adaptation*) con "modificazioni compensatorie dei rapporti intracarpali... della ripartizione delle pressioni e usura precoce delle superfici cartilaginee [...]"<sup>11</sup>, oppure come instabilità medio-carpica postfratturativa (*adaptive carpus* or *pseudo carpal instability*), consistente in un'abnorme risposta cinematica del carpo alla malconsolidazione del radio<sup>12</sup>.

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: il movimento, cioè, tende a trasferirsi nella medio-carpica, insistendo sulla testa del capitato (Figura 2).

La suddetta tesi sarà discussa in riferimento alla questione di come si mantenga la funzione, nonostante il danno. Allo scopo utiliz-

zeremo gli strumenti concettuali della Meccanica Biarticolare Concentrica (MBC)<sup>13, 14</sup> e quanto noto in antropologia e anatomia comparata sulla filo-ontogenesi del carpo<sup>15-22</sup>.

A corollario, inoltre, dalle suddette argomentazioni si dedurrà il rationale dell'intervento di ricostruzione della *Coxa Manus* (RCM)<sup>23</sup> che abbiamo introdotto e impiegato in alcuni casi con severa rigidità postfrattura dell'EDR, per recuperare (almeno) la funzione utile.

## Materiali e metodi

### La meccanica biarticolare concentrica

I concetti della MBC assimilano l'architettura e il funzionamento del carpo a 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* (CM). 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 CM. Così, per esempio, la mobilità flessione-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 coincide sempre con il 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.

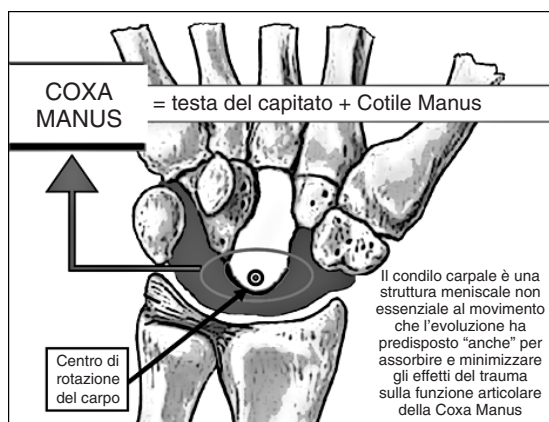


Figura 3. — La *Coxa Manus*, in termini evolutivi è la "vera" e più antica articolazione del carpo. Viceversa il condilo carpale è una struttura meniscale non necessaria al movimento, predisposta "anche" per assorbire e minimizzare gli effetti del trauma, sulla funzione globale del polso.

Da queste premesse è derivata la chirurgia della *CM* (CCM) <sup>24, 25</sup>, secondo il concetto per cui "la nuova normalità post-chirurgica delle lesioni 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 radiocarpica 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 *CM* (Figura 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) <sup>26</sup> secondo il quale 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, per esempio, la pinna dei pesci si è modellata sulle forze meccaniche agenti nell'acqua (idrodinamica), ecc.

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" <sup>27</sup>. Altrettanto lo sono la Teoria delle Metamorfosi (Goethe, 1807) <sup>28</sup>, l'Epistemologia Sistemica (Bateson, 1972) <sup>29</sup> e il fenomeno della Neotenia (o fetalizzazione: ossia, una forma di immaturità protratta) (Bolk, 1894) <sup>30</sup>: 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 gnastomi (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 sconfiggono 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 quattro arti) che si diffondono in tutte le terre del pianeta.

Nella metamorfosi dalla pinna all'arto, le ossa aumentano di numero e lunghezza, segmentandosi e conformando strutture artico-

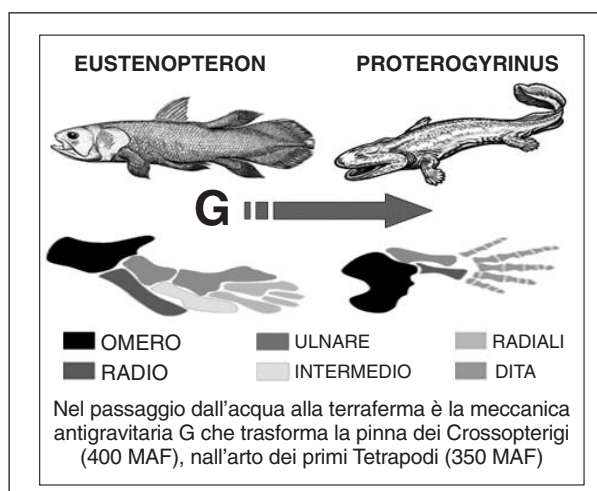


Figura 4. — Durante la transizione evolutiva dall'acqua alla terraferma, l'arto a tre segmenti con cinque raggi digitali si è affermato come il prototipo più adatto al sostegno e movimento antigravitario.

lari complementari alla meccanica della terraferma (per opporsi al terreno, deambulare ecc.). Così, viene a configurarsi il cinto scapolare e quello pelvico; mentre l'arto a tre segmenti suddiviso in Stilopodio (braccio e coscia), Zeugopodio (avambraccio e gamba), Autopodio (mano e piede) ulteriormente distinto in Basipodio (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 (Figura 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 <sup>31, 32</sup>.

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 a 8, in *Acanthostega*) dotate di direzio-

nalità, per nuotare nell'intrico della vegetazione palustre. Poi, durante il Carbonifero (355-295 MAF) nei primi Rettili completamente terricoli principalmente in base ad esigenze mecano-direzionali e/o prensili-manipolatorie di procacciamento del cibo si differenziano diverse conformazioni autopodiali: per cui, quando necessita 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 pronosupinare, con pollice opponibile e secondo dito allungato in grado di aggrappare il cibo. Di rilievo, in questo stadio dell'evoluzione, la presenza di un'unica filiera carpale, ridotta a un paio di ossa centroc-

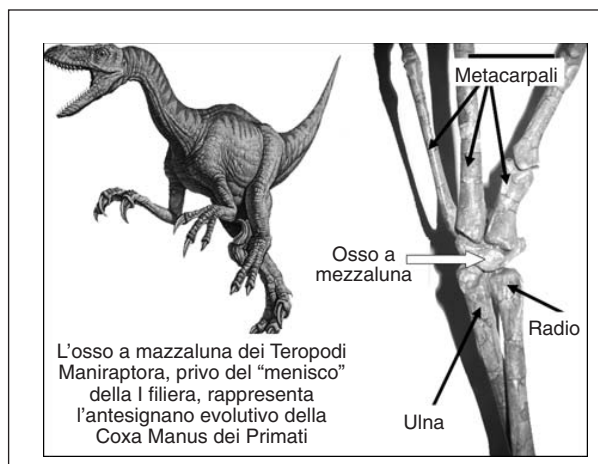


Figura 5. — L'osso a mezzaluna dei Teropodi Maniraptora, privo del "menisco" della I filiera, rappresenta l'antesignano evolutivo della *Coxa Manus* dei Primati (foto scattata all'American Museum of Natural History, New York).

piche 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-uncinato), 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 *CM* (Figura 5).

Parallelamente ai dinosauri, nel Triassico dai Sinapsidi originano i Terapsidi e da questi i Tricodonti: 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 quat-

tro arti pentadattili – derivano tutti gli attuali generi viventi, che nell'autopodio mostrano diversità correlate a vari tipi di progressione (plantigradia, digitigradia, unguligradia ecc.) arrampicata (unghie o dita prensili, ecc.) scavo (unghioni della talpa, ecc.) per il volo (ali dei pipistrelli ecc.) o metamorfosi, con arti regrediti in pinne: Sirenidi, Cetacei, ecc.

Nei Mammiferi, infatti, l'anatomia degli arti è in tutto complementare all'habitat mecano-ambientale specifico del genere, con il prototipo pentadattile sempre comunque riconoscibile: come per esempio negli ungulati Artiodattili (ippopotamo, maiale, cervo, ecc.) 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 a 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 e ulna in grado di pronosupinare, pollice e alluce quasi sempre opponibile<sup>33</sup>.

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 *CM* e nel meta-acropodio cinque raggi digitali, con pollice opponibile.

Tale strutturazione del carpo si configura durante la brachiazione<sup>34</sup> 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 sospen-

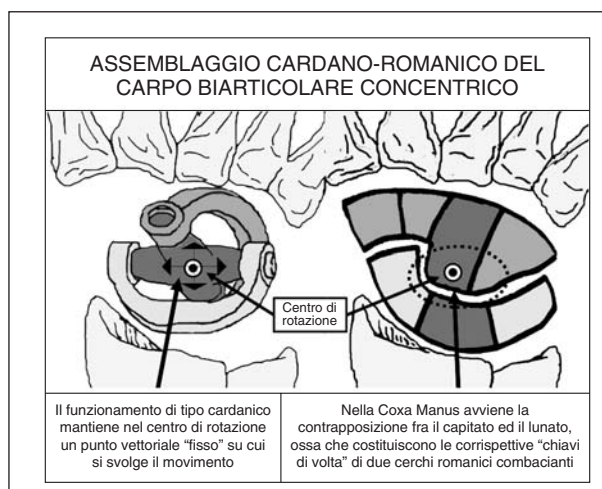


Figura 6. — Assemblaggio cardano-romanico del carpo biarticolare concentrico.

sione del corpo con una mano e utilizzo dell'altra per raccogliere-sbucciare-mangiare il frutto e nella locomozione in aggancio-saltatoria-rampicante nel nuovo habitat arboreale fitto di rami e liane, e stracolmo di cibo.

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 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 *CM*); così assicurando coerenza e stabilità meccanica in ogni evenienza, compreso l'utilizzo

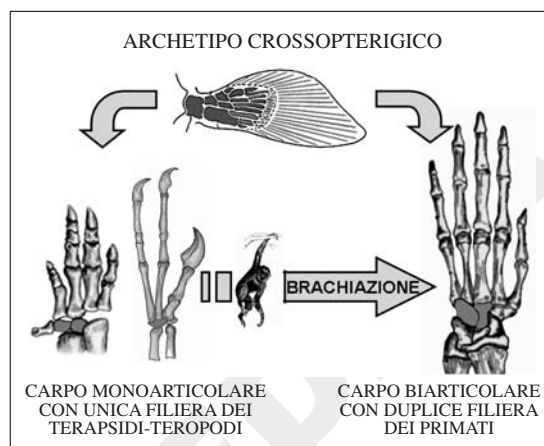


Figura 7. — Il passaggio dal carpo mono-articolare con singola filiera, al carpo biarticolare con duplice filiera incentrata sulla *Coxa Manus*, si è costituito nella transizione evolutiva dai Terapsidi ai Primati, assecondando le spinte selettive della meccanica della brachiazione, sul prototipo crossopterigico.

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 (Figura 6).

Sull'origine degli elementi scheletrici della *CM* 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 e implementate in uno stadio sempre più tardivo dell'ontogenesi, fino a divergere e tipizzare la corrispondente strutturazione meccanica del carpo.

Cosicchè, 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 (Figura 7).

Supporto a questa tesi viene dagli studi

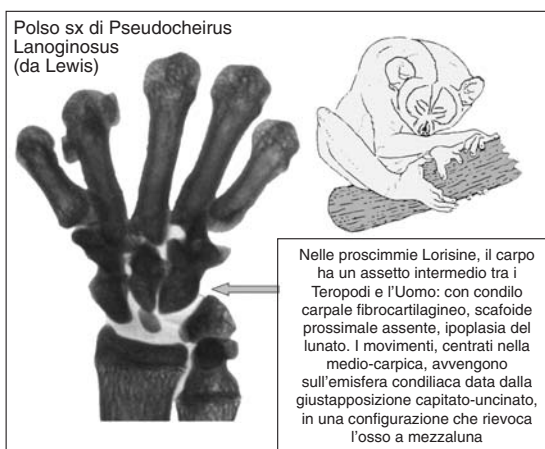


Figura 8. — Polso sinistro di *Pseudocheirus Lanuginosus* (tratto da Lewis).

comparati di Lewis<sup>16, 17</sup>; in particolare, tracce della suddetta transizione sono evidenti nel carpo delle Loriscine. 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 (Figura 8)

Altri indizi sono nell'onto-morfo-genesi. Infatti, alla V 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. 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)<sup>15</sup>. 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

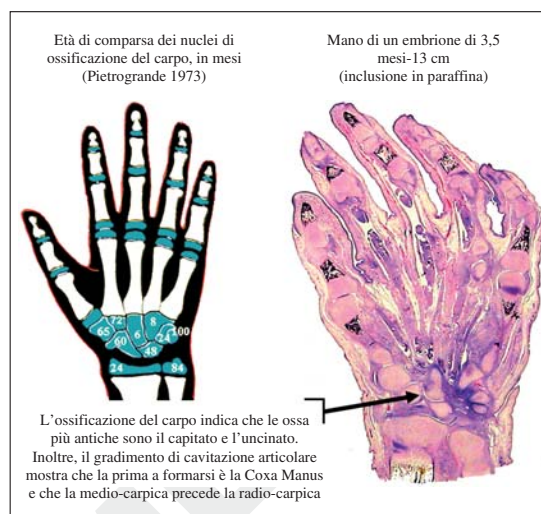


Figura 9. — La maturazione osteo-articolare del carpo alla luce della legge biogenetica denuncia la gerarchia di comparsa filogenetica e indica che l'articolazione più antica è la *Coxa Manus*, mentre la prima filiera e la radio-carpica sono acquisizioni successive.

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 *CM*, mentre la prima filiera e la radio-carpica sarebbero acquisizioni relativamente più recenti (Figura 9).

Prove indirette, inoltre, derivano dallo studio di embrioni di 40-69 mm: con l'osservazione di un carpo crossopterigico con numerosi centri di condificazione come l'osso centrale embrionario che poi regrediscono o si fondono tra loro per costituire le formazioni ossee definitive<sup>18</sup>. 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<sup>22</sup>. Tale formazione anche descritta come struttura fibrocartilaginea estendentesi dal radio distale alla stiloide dell'ulna<sup>35</sup> e corrispondente al menisco descritto in associazione con la retractione dell'ulna dal carpo e che, inoltre, tal-



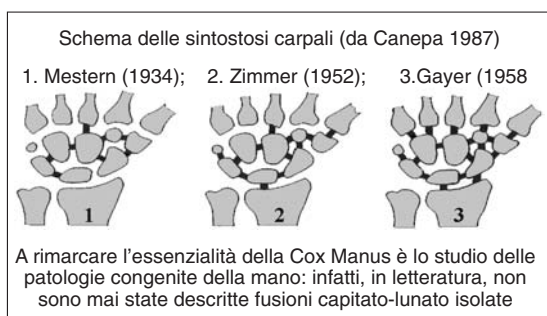


Figura 10. — Schema delle sinostosi carpali (tratto da Canepa).

volta incorpora il così detto *os Daubentonii*<sup>16, 36</sup> non sarebbe altro che il retaggio ontogenetico dell'originario menisco rettiliano radio-ulno-carpale.

Infine, a rimarcare la primigenia essenzialità della *CM* è lo studio delle patologie congenite della mano, e in particolare delle sinostosi carpali, in cui risalta l'assenza di fusioni capitato-lunato isolate<sup>37</sup> (Figura 10).

Comunque, con la *CM* 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 neotenicisti 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*

L'iter evolutivo della mano è rimasto strutturato nelle potenziali funzionalità primitive intrinseche la sua architettura. Infatti, con le mani è consentito nuotare, deambulare, arrampicarsi sugli alberi, ecc. 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 e 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 *CM*.

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 radiografico al risultato funzionale.

Comunque, per verifica, abbiamo effettuato osservazioni radioscopiche 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 System<sup>38</sup>, Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)<sup>39</sup>, PRWE<sup>40</sup>, SF-36<sup>41</sup>, con risultati non tutti sovrapponibili, nei diversi criteri. Infine, abbiamo individuato 12 casi omogenei 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 flessione-estensione ecc. Fra questi, in sette 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 *CM*. In tre 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 due casi con dolore occasionale in attività a basso impatto meccanico e saltuariamente anche a riposo, la limitazione appariva equamente distribuita fra



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 ma incongrua, con inibizione transfert medio-carpica e precoce degenerazione artrosica.

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 numero 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'articolarietà 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-radiografica, 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 percorso patogenetico: meccanico e/o infiammatorio con almeno tre situazioni patomeccaniche, in progressione di gravità (Figura 11):

1) 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 sono possibili sintomi algo-meccanici;

2) riassetto 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 sono possibili facili cedimenti e/o contrattura antalgica;

3) riassetto 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 pous-*

ses 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 RCM.

A complemento, quando coesiste la limitazione della pronosupinazione e/o il conflitto ulno-carpale, 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

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, eseguito con accesso volare per mantenere l'integrità della capsula dorsale e favorire il migliore recupero, necessita dell'integrità della testa del capitato secondo la già citata metodologia della CCM, per cui una valida articolazione carpale può essere recuperata concentrando tutto il movimento nella CM 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 e ottimizza il naturale processo di adattamento, strutturando una CM riconvertita nell'unicum articolare del carpo e col CR definitivamente stabilizzato (Figura 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.

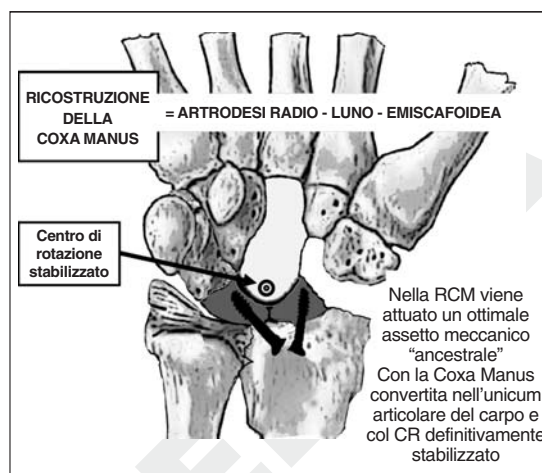


Figura 12. — Ricostruzione della *Coxa Manus*: disegno schematico dell'intervento.

#### Casistica clinica

La RCM, introdotta nel 1999, fino al 2007 è stata impiegata in nove 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-carpale è stato associato l'intervento di Sauvè-Kapandj per il ripristino della pronosupinazione, e 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 1.** — S.V. nato il 10 dicembre 1930, nel 1975 riportava una frattura (C2-AO) a livello del polso destro, trattata in gesso. Riportava occasionale dolore da sforzo fino a sette mesi prima. Poi, per rigidità e artrosi con dolore cronico, il 7 maggio 2002 il paziente effettuava la RCM.

**Caso 2.** — F.M. nato il 29 settembre 1948, nel 1972 riportava una frattura (C1-AO) a livello del polso destro, trattata in gesso. Riportava occasionale dolorabilità fino a un anno addietro. Poi, per rigidità e artrosi RC con dissociazione SL cronica (polso SLAC), il 21 novembre 2002 effettuava la RCM.

**Caso 3.** — P.N. nato 5 giugno 1972, nell'ottobre del 2002 riportava una frattura (B2-AO) al polso destro, trattata in gesso e lasciata malridotta. Dopo la rimozione del gesso, lamentava persistente dolore cronico. Poi, per rigidità antalgica e sub-lussazione dorsale del carpo, il 6 maggio 2003 effettuava la RCM (Figura 13, 14).

**Caso 4.** — R.F. nato il 21 giugno 1968, il 16 novembre 2002 a seguito di un incidente riportava una frati-

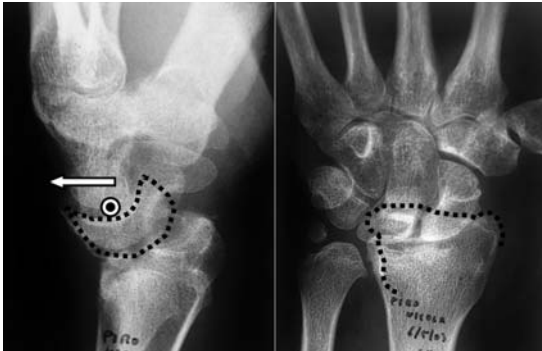


Figura 13. — Caso 3. Rigidità e sub-lussazione dorsale del carpo destro in esiti frattura malconsolidata B2 dell'EDR.

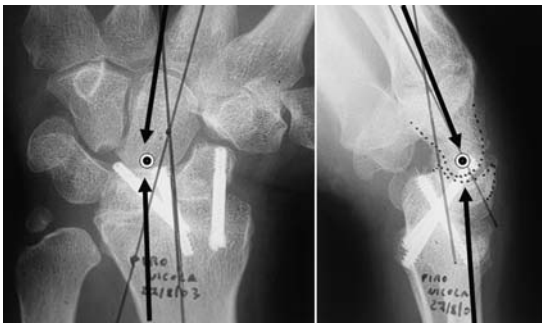


Figura 14. — Caso 3. Postoperatorio a distanza di un anno dalla RCM; si noti l'ottimale riallineamento del carpo con recupero di 68° di flessione-estensione e 40° di deviazione ulno-radiale.

tura C3 a livello del polso destro, il 18 novembre 2002 effettuava sintesi con placche, il 15 settembre 2003 per comparsa di STC effettuava la RMS e la neurolisi del mediano con residua articularità di 75° in flessione e 35° in estensione; il 17 dicembre 2003 in Francia effettuava artrodesi RC. Residuava "polso rigido e varo con sub-lussazione del *caput ulnae*". Pervenuto alla nostra osservazione, il 22 giugno 2004 effettuava l'intervento di RCM associato ad osteotomia correttiva del radio distale stabilizzata con placca volare ed intervento di Sauvè-Kapandj (Figure 15-17).

*Caso 5.* — C.R. nato il 6 agosto 1962 il 21 luglio 2005 riportava una frattura B3 a livello del polso destro con sub-lussazione volare del carpo, dopo iniziale trattamento in gesso. Persistendo la sub-lussazione il 9 agosto 2005 effettuava l'intervento di riduzione e sintesi con placca volare. Nel recupero, con la ripresa del lavoro recidiva della sub-lussazione; pertanto, il 14 novembre 2005 effettuava la RCM.

*Caso 6.* — A.S. nato il 17 febbraio 1988, nell'agosto del 2005 riportava una frattura C2 del polso sinistro con residua rigidità, sub-lussazione dorsale del



Figura 15. — Caso 4. Polso destro rigido e varo in esiti osteosintesi frattura C3 e successiva artrodesi RC.



Figura 16. — Caso 4. Postintervento di RCM (per recupero flessione, estensione e deviazione ulno-radiale) associato a osteotomia devarizzante del radio (per la correzione del varismo) ed intervento di Sauvè-Kapandj (per il ripristino della pronosupinazione).

carpo e dissociazione S-L. Il 28 febbraio 2006 effettuava la RCM (Figure 18, 19).

*Caso 7.* — A.M. nato il 11 giugno 1933, nel giugno del 2006 riportava una frattura C2 del polso destro con residua rigidità e sub-lussazione dorsale del carpo. Il 22 settembre 2006 effettuava la RCM. (Figura 20).

*Caso 8.* — C.R. nato il 17 settembre 1974, a maggio del 2006 riportava una frattura (B1) con lussa-



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



Figura 18. — Caso 6. Rigidità dolorosa al polso sinistro, in esiti di frattura con distacco-epifisario C2 con dissociazione S-L.



Figura 19. — Caso 6. Controllo a 8 mesi dall'intervento con eccellente riallineamento carpale e discreto recupero funzionale.

zione stilo-transcafo lunare, a livello del polso sinistro che veniva osteosintetizzata con K + viti. Persistendo tuttavia rigidità e dolore cronico, il 16 gennaio 2007 effettuava la RCM.

*Caso 9* — A.F. nato il 24 luglio 1925, il 2 settembre 2006 riportava una frattura C3, a livello del polso sinistro. Trattata con FEA e fili di K, a distanza, residua deformità angolare con vivo dolore ai movimenti e sulla RUD con netta compressione dell'ulnare. Il

17 gennaio 2007 effettuava la RCM associata a Sauvè-Kapandj e a neurolisi dell'ulnare.

## Risultati

Nella tabella I sono riportati i risultati della nostra casistica, valutati nel dicembre 2007



Figura 20. — Caso 7. Polso rigido in esiti frattura-lussazione C2; controllo postoperatorio a 11 mesi dalla RCM, con discreto recupero funzionale.

secondo i parametri della Mayo Wrist Score Chart <sup>42, 43</sup>, con un follow-up medio di 2,8 anni (massimo 67 mesi e minimo 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 l'obiettivo di restituire la funzione utile è stato in tutti realizzato (e superato nei casi 2, 3, 4, 6 e 7). Nei soggetti anziani con note artrosiche pre-esistenti il recupero dell'articolari   è stato pi   lento e di grado inferiore a quello immediatamente ottenuto sul campo operatorio, ma la compliance    stata comunque ottima. Viceversa, rapidi e migliori recuperi sono stati ottenuti nei giovani, ma con compliance non sempre in linea al risul-

tato: infatti per alcuni di loro non    stato facile accettare (soprattutto i familiari del paziente diciottenne del Caso 6), la pur residua limitazione attitudinale e l'incertezza prognostica sulla validit   nel futuro remoto (poich   non sono ancora 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 e 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 e conclusioni

I suddetti risultati convalidano positivamente l'impiego della RCM nel polso invalidato post-frattura dell'EDR e avvalorano la metodologia originale della chirurgia della CM volta alla soluzione dei problemi del carpo con danno estremo. Nella fattispecie, consideriamo la RCM un 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'eventualit   di un ipotetico insuccesso, di facilmente ripiegare su interventi pi   definitivi, ma destruenti,

TABELLA I. — ???????.

Intervento	Paziente	Et��	Patologia	Data intervento	Mayo Wrist Scoring Chart				
					Dol.	Sod.	Art.	PR.	Risultato
RIC.	S.V. - caso 1	71	Sub-lus RC Es. fr.C2	07/05/2002	25	25	10	15	75 (discreto)
COXA	F.M. - caso 2	46	SLAC es. fr. C1	21/11/2002	25	25	15	15	80 (buono)
MANUS	P.N. - caso 3	31	Sub-lus RC Es. fr.B2	06/05/2003	25	25	15	25	90 (eccellente)
(RCM)	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.

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-estensione e/o deviazione ulno-radiale; pertanto, quando coesistono deformità assiali e/o limitazioni della pronazione supinazione bisogna opportunamente associare altri interventi.

In ultimo, preparando questo studio abbiamo compreso che, probabilmente, altre opportunità chirurgiche sono celate nella filogenesi, e ciò potrebbe essere un filone di ricerca meritevole di essere sondato con ulteriori studi e approfondimenti.

### Riassunto

**Obiettivo.** 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 CM: la "vera" e più antica articolazione del carpo, di cui viene discussa l'origine nella filogenesi; per cui il carpo bi-articolare dell'uomo deriva dal carpo mono-articolare dei Dinosauri a seguito degli input meccanici del 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 postfrattura dell'EDR è possibile sacrificare chirurgicamente l'articolazione ed "elementarizzare la funzione del massiccio carpale" concentrando tutto il movimento nella CM.

**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, vie-

ne 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 nove 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.

Parole chiave: Fratture ossee - Polso - Fratture - Carpo - Evoluzione.

### Bibliografia

- Grippi GM, Peretti G, Dettoni A. Instabilità del carpo in esiti di fratture articolari "semplici" del radio distale nel giovane adulto. *Chir Mano* 34 (1), Ed. Mattioli 1997
- 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. *JBJSurg* 1965;47B:80-5.
- Bacorn RW, Kurtzke JF. Colles' fracture: A study of 2 000 cases from the NY State Workmen's Compensation Board. *JBJSurg* 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. *JBJS (British Vol)* 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.
- Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *JBJSurg Am* 2007;89:2051-62.
- Gartland JJ Jr, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 1951;33-A:895-907.
- Allieu Y. L'instabilité du carpe. Instabilités ligamentaires et désaxations intracarpales. *Démembrement 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, MO: Ed. Mosby; 1998. p. 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;34:389-401.
- Grippi GM. Biomeccanica del legamento trasverso con riferimento all'equazione di stabilità e al modello carpale biarticolare concentrico. *Chir Mano* 37(2-3), Ed. Mattioli 2000.
- Bonola A, Caroli A, Celli L. *La Mano*. Padova: Piccin Editore; 1981. p. 3-42.
- Lewis OJ. Derived morphology of the wrist articulations and theories of hominoid evolution. Part I. The Lorisine Joint. *J Anat* 1985;140:447-60.
- Lewis OJ. Derived morphology of the wrist articulations and theories of Hominoid evolution. Part II. The mid-carpal joint of higher primates. *J Anat* 1985;142:151-72.

18. 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;17:266-76.
19. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. The wrist diagnosis and operative treatment, Vol. I. St. Louis, MO: Ed. Mosby; 1998. P. 14-29.
20. Thomson KS. Morphogenesis and evolution. New York: Oxford University Press; 1988.
21. Encyclopedia of Dinosaurs and Prehistoric Life. London: Dorling Kindersley Limited; 2001
22. Oztuna V, Coskun B, Polat, A, Kuyurtar F. The development of the wrist joint in the fetal period. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2003;37:254-60.
23. Grippi GM. La ricostruzione della *Coxa Manus*. Indicazioni e tecnica chirurgica. *Riv Chir Mano* 2003;40.
24. Grippi GM. La chirurgia della *Coxa Manus*: ovvero, applicazioni chirurgiche della Meccanica Biarticolare Concentrica ai problemi del polso danneggiato. *GIOT* 2002;(Suppl. 1):5147-53.
25. Grippi GM, Pompilio D. Surgery in the outcomes of traumatic wrist: *Coxa Manus* Surgery. Proceedings of 8<sup>th</sup> Congress of the Federation of the European Societies for Surgery of the Hand. Amsterdam, May 22-25, 2002. Hovius S, editor. Bologna: Monduzzi Editore; 2002. p. 57-64.
26. Darwin C. L'origine delle specie. Montalenti G, editor. Milano: Bollati & Boringhieri S.p.a.; 1967.
27. Haeckel E. The history of creation (1868). 3rd ed. Vol. I. Lankester ER, Kegan P, translators. London; Trench & Co.; 1883.
28. Goethe W. Teoria della natura. Torino: Bollati & Boringhieri; 1968.
29. Bateson G. Mente e natura. Milano: Adelphi Edizioni; 1984.
30. Bolk L. Il problema dell'ominazione. In: Bonito Oliva R, editor. Roma: Derive Approdi; 2006.
31. Paparella Treccia R. Il piede dell'uomo, profilo storico-strutturale. Roma: Verduci editore; 1977.
32. Pisani G. Trattato di chirurgia del piede. Torino: Ed. Minerva Medica; 1990.
33. Enciclopedia Italiana delle Scienze. Vol. II. Gli animali vertebrati: i Primati. Novara: Istituto Geografico De Agostani; 1969. p. 641-704.
34. Byron CD, Herbert H. Unexpected locomotor behaviour: brachiation by an Old World monkey (*Pygathrix nemaeus*) from Vietnam. *Covert Journal of Zoology* (London: Cambridge University Press) 2004;263:101-6.
35. Merida-Velasco JA, Garcia-Garcia JD, Espin-Ferra J, Sanchez-Montesinos I. Development of the human wrist joint ligaments. *Anat Rec* 1996;245:114-21.
36. Kauer JM. The cubito-carpal region in gibbons. *Bull Assoc Anat (Nancy)* 1976;60:705-12.
37. Canepa G, Pelizza A, Pietrogrande V. Le malattie dello scheletro in età evolutiva - Vol. I. Padova: Piccin Nuova Libreria S.p.a.; 1987.
38. Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:311-7.
39. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *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 Bone Joint Surg Am* 2002;84:967-70.
41. Fernandez JJ, Gruen GS, Herndon JH. Outcome of distal radius fractures using the short form 36 health survey. *Clin Orthop* 1997;(341):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. Osteosynthesis of carpal scaphoid non union with interposition of bone graft and Kirschner Wires a 3 to 6 year follow-up. *J Trauma* 1999;47:55.