

NOTE SULLA MECCANICA ARTICOLARE DEL CARPO

Nota 1.

(con 4 figure nel testo)

di

E. SERRA

G. PAPANDREA

L. PANELLI

(In redazione il 15 Luglio 1965)

Nella seconda metà del secolo XIX ed all'inizio del secolo XX sono apparsi nella letteratura medica estesi ed approfonditi studi riguardanti l'anatomia e la meccanica articolare del polso. Tra le più autorevoli fonti bibliografiche alle quali abbiamo potuto riferirci, figurano pubblicazioni di studi essenzialmente anatomici o riguardanti la patologia articolare. Questi ultimi, hanno apportato i più significativi contributi allo studio della dinamica e della fisiopatologia articolare applicando i concetti di anatomia funzionale al campo della specialistica ortopedica ed alla traumatologia.

La morfologia e la dinamica delle ossa del carpo durante i movimenti dell'articolazione del polso, sono state infatti descritte chiaramente senza giungere però, a nostro parere, ad un accordo sull'esatto meccanismo di questa articolazione composta. Nella interpretazione della complessa fisiologia articolare non è stata data sufficiente importanza alla forma irregolare delle facce articolari, così caratteristica per l'articolazione del polso. Pertanto, persistono in letteratura opinioni discordanti sul meccanismo di questa articolazione.

A. FICK (1856) ed HENKE (1863) ebbero una grande influenza sulla formazione dell'odierna opinione riguardo al meccanismo delle articolazioni in generale. Questi Autori consideravano le facce articolari come elementi di solidi di rotazione, cioè come solidi geometrici di forma regolare. Insieme al concetto di « solido di rotazione » essi introdussero il concetto di « asse di rotazione » nello studio del movimento, ammettendo che una articolazione potesse eseguire dei movimenti intorno ad un asse, come il solido di rotazione a cui veniva paragonata. Il concetto di considerare le facce articolari come parti di solidi di rotazione fu in seguito adottato da molti altri Autori e si ritrova frequentemente nella

bibliografia moderna. Questi Autori si riferiscono essenzialmente a R. PICK, il quale, nel 1904 e nel 1911, elaborò ulteriormente questa teoria applicandola a varie articolazioni.

Un paragone delle facce articolari con solidi di rotazione comporta però il pericolo, già indicato da HENLE nel 1856, che vengano trascurate le caratteristiche di ogni singola articolazione, in modo che la forma reale dell'articolazione stessa venga sostituita da quella ideale più regolare. E' invece necessario ricordare che le forme di struttura delle articolazioni sono molteplici e passibili di variazioni. Anche B. FICK si riferisce a questo concetto, quando critica la teoria di A. FICK ed HENKE, dicendo: « ogni articolazione ha una forma del tutto particolare e non corrisponde esattamente, in nessun caso, ad un semplice solido geometrico ». L'Autore però continua: « che queste variazioni dalla forma ideale non siano essenziali è dimostrato dal fatto che tali variazioni non comportano un mutamento del meccanismo ».

Vediamo dunque che FICK ha riconosciuto la forma irregolare delle facce dell'articolazione, ma prima di averne studiato i meccanismi, non riteneva dovervi anettere delle conseguenze.

Per il polso la teoria dei solidi di rotazione viene applicata all'articolazione radiocarpica, descritta da FICK come una tipica « articulatio ovalis » o « Eigelenk » con possibilità di rotazione attorno a due assi.

Questo concetto lo troviamo, come già detto, nella bibliografia più recente ed anche nei moderni trattati di anatomia. Citiamo tra questi: GRANT, 1944; MORRIS, 1944; FRAZER, 1946; LE GROS CLARK, 1946; CUNNINGHAM, 1951; HAFFERL, 1953; SPALTEHOLZ, 1953; VAN DEN BROEK, BOERE EN BARGE, 1954; GRAY, 1954; LASI, 1954; MITCHELL e PATTERSON, 1954; RAUBER-KOPSCHE, 1955; TONDURY, 1959; GARDNER, GRAY, O'RAHILLY, 1960.

L'indagine più remota sull'articolazione del polso, possiamo farla risalire a GALENO (131-210), che, considerando le ossa del carpo come una unica entità funzionale, attribuiva alla sola articolazione radiocarpica la possibilità di compiere dei movimenti rispetto all'avambraccio. COLUMBUS (1959) e RIOLANUS (1649) affermano inoltre che le ossa del carpo sono connesse tra di loro mediante legamenti che assicurano elasticità e resistenza alle ossa diminuendo così il rischio di lussazioni e fratture. ALBINUS nel 1726, descrive per primo la motilità dell'articolazione mediocarpica; mentre WINSLOW (1732) sottolinea l'importanza dell'articolazione radiocarpica nei movimenti del polso ed attira l'attenzione sul fatto che le ossa di questa articolazione sono di forma molto irregolare. Gli Autori del periodo successivo si impegnarono essenzialmente di stabilire in quale delle due articolazioni, radiocarpica o mediocarpica, fossero localizzati i movimenti. In generale fu sostenuto da BOYER (1803), DUPUYTREN (1836), TODD (1839), CRUVEILHIER (1843) che i movimenti di abduzione e di flessione avvengono nell'articolazione radiocarpica mentre l'articolazione mediocarpica è interessata soltanto nei movimenti di flessione. La

motilità reciproca delle ossa del polso viene considerata minima o ritenuta del tutto impossibile.

GUNTHER (1850) ha compiuto uno studio approfondito della articolazione del polso su preparati anatomici, esaminando la localizzazione e l'ampiezza dei vari movimenti su questi preparati e sulla propria mano destra. GUNTHER giunse così a distinguere 4 movimenti principali del polso:

- 1 - movimento di flessione dorsale e palmare;
- 2 - movimento di lateralità ulnare e radiale (adduzione ed abduzione);
- 3 - movimento di rotazione (pronazione e supinazione);
- 4 - movimento di opposizione tra 1° e 5° dito.

Discordando dall'opinione degli Autori precedenti, GUNTHER afferma che la flessione dorsale è essenzialmente localizzata nell'articolazione mediocarpica, la flessione palmare nell'articolazione radiocarpica, mentre l'adduzione e l'abduzione avverrebbero rispettivamente ed essenzialmente nell'articolazione mediocarpica e radiocarpica. Non indica però da quale posizione iniziale della mano siano stati esaminati questi movimenti. Osserva inoltre una certa incongruenza delle superfici di contatto avendo notato che le facce articolari concave hanno un raggio maggiore, ossia una curvatura minore, delle facce articolari opposte convesse.

Nel 1856 HENLE conferma in gran parte l'opinione di GUNTHER sulla articolazione del polso. Per quanto riguarda la forma delle facce articolari, anche questo Autore, sottolinea la frequente incongruenza riscontrata tra le curvature articolari opposte. Il fatto che le facce articolari convesse siano di maggiore curvatura delle facce opposte concave, induce HENLE alla conclusione che questo fatto conferisce maggiore possibilità di movimento di quanto si potrebbe derivarne da una forma ideale regolare delle ossa. Secondo HENLE, l'articolazione radiocarpica deve essere considerata come un'articolazione elissoidale con possibilità di movimento intorno a due assi di rotazione. HENLE poi, tenendo conto dell'incongruenza delle facce articolari, considera in questa articolazione una terza possibilità di movimento: la rotazione.

Nel 1859 HENKE riferisce su uno studio eseguito per determinare la esatta partecipazione delle articolazioni radiocarpica e mediocarpica nei vari movimenti e per stabilire gli assi intorno ai quali questi movimenti si svolgerebbero. Partendo dalla posizione di massima flessione dorsale, cioè dalla posizione di completa estensione sia dell'articolazione radiocarpica che mediocarpica, effettuò la flessione dell'articolazione radiocarpica in modo che la mano assunse la posizione intermedia tra flessione dorsale e palmare e constatò che la mano presentava un atteggiamento di lateralità radiale. Se invece, sempre partendo dalla massima flessione

dorsale, provocava la flessione dell'articolazione mediocarpica, la mano assumeva una posizione intermedia tra flessione dorsale e palmare con deviazione ulnare. Osservò inoltre che per raggiungere la flessione palmare completa, nei due casi, doveva rispettivamente provocare la flessione nell'articolazione mediocarpica o radiocarpica con meccanismo complementare.

HENKE commentava i movimenti dell'articolazione del polso come segue: « la deviazione radiale ed ulnare non è altro che la estensione dell'una e la flessione dell'altra articolazione ». « Se nella posizione intermedia tra estensione e flessione si compie un movimento di lateralità, si effettua il cambio, ossia si ottiene nello stesso tempo la estensione dell'articolazione flessa e la flessione di quella estesa ».

Da queste osservazioni HENKE conclude che sia l'articolazione radiocarpica che quella mediocarpica effettuano un movimento di rotazione intorno ad un asse quasi trasversale radio-ulnare. Con questa descrizione HENKE ci fornisce una immagine dei movimenti del carpo che più di qualsiasi altra descrizione precedente si avvicina alla realtà. Troviamo qui per la prima volta, chiaramente espresso, che la posizione della fila prossimale delle ossa carpali rispetto alla fila distale, in lateralità ulnare è completamente diversa dalla posizione in lateralità radiale. HENKE, in seguito, cercò di spiegare il meccanismo articolare del polso attraverso la determinazione degli assi di rotazione. Prendendo i movimenti dell'osso scafoide come punto di partenza delle sue ricerche, l'Autore determinò gli assi di rotazione di quest'osso rispetto all'articolazione radiocarpica e mediocarpica e li adottò per l'intera articolazione. In base a queste deduzioni HENKE asserisce che l'asse per l'articolazione radiocarpica passa attraverso un punto del radio situato sul bordo anteriore della guaina dei muscoli estensori radiali del carpo, attraversa l'osso scafoide e l'osso pisiforme. L'asse per l'articolazione mediocarpica passa tra l'osso scafoide e l'osso trapezio, poi attraversa l'osso capitato per uscire dal lato dorsale dell'osso piramidale.

Oltre a HENKE, anche MEYER (1866) ha determinato gli assi per l'articolazione del polso. Questo Autore distingue tre parti dell'articolazione mediocarpica. I limiti di queste sezioni coincidono all'incirca con quelli delle ossa carpali della fila prossimale. Ognuna di queste tre sezioni ha una importanza specifica per il meccanismo dell'intera articolazione mediocarpica. La parte media formata dall'osso capitato, da parte dell'osso uncinato e dall'osso semilunare viene considerata la sezione principale. Dal punto di vista meccanico anche l'osso piramidale appartiene, secondo MEYER, a questa articolazione poiché è solidamente collegato con l'osso semilunare. Lateralmente al complesso semilunare-piramidale, viene messo l'osso scafoide che forma insieme all'osso trapezio l'articolazione con la faccia radiale della testa dell'osso capitato e con il trapezio e il trapezoide la sezione radiale dell'articolazione mediocarpica.

L'osso piramidale e l'altra parte dell'osso uncinato, rappresentano la porzione ulnare. MEYER sostiene che la sezione ulnare non può essere descritta minuziosamente come articolazione; le sezioni radiale e centrale, vengono da lui descritte come ginglino con carattere a vite. Queste due sezioni hanno ognuna un asse proprio, con un angolo di 120° in direzione palmare. L'asse della sezione radiale passa dalla tuberosità dell'osso scafoide, attraverso la testa dell'osso capitato, verso il centro del bordo dorsale formato dalla faccia articolare dell'osso semilunare con l'osso capitato. L'asse per la sezione centrale, va dal bordo superiore della faccia articolare radiale della testa dell'osso capitato alla faccia articolare prossimale dell'osso uncinato. Una illustrazione data da MEYER di questi assi non ne dà invero una esatta descrizione. E' però da notare che la direzione dell'asse della sezione radiale dell'articolazione mediocarpica corrisponde a quella dell'asse indicato da HENKE per tutta l'articolazione medesima. Questa concordanza è comprensibile poiché HENKE, come già detto, ha considerato nella determinazione dei suoi assi soltanto il movimento dell'osso scafoide. Secondo MEYER nell'articolazione mediocarpica avvengono soltanto i movimenti palmo-dorsali, intorno ai due assi sopra indicati. Anche l'articolazione radiocarpica ha una notevole importanza in questi movimenti, mentre in questa articolazione sono pure localizzati i movimenti di adduzione ed abduzione. Partendo da una posizione intermedia, non chiaramente localizzata, MEYER descrive la partecipazione di ognuna di queste tre sezioni dell'articolazione mediocarpica nei movimenti di flessione.

Nella flessione dorsale avviene un movimento delle ossa semilunare e piramidale rispetto all'osso capitato; tale movimento si arresta poiché le facce articolari dell'osso piramidale urtano contro la faccia articolare dell'osso uncinato. I movimenti dell'osso scafoide si scindono in due componenti direzionali a causa della posizione inclinata dell'asse della sezione radiale dell'articolazione mediocarpica. In primo luogo, l'osso scafoide verrebbe premuto contro la testa dell'osso capitato, rovesciandosi in modo da entrare in contatto con le ossa trapezio e trapezoide. La posizione relativa degli assi della sezione radiale e della sezione media dell'articolazione mediocarpica influisce direttamente sui movimenti in abduzione od adduzione dell'osso scafoide rispetto all'osso semilunare, provocando una tensione nei legamenti tra queste ossa con l'arresto dell'osso scafoide. Se questa tensione nei legamenti fosse eliminata, l'osso scafoide sarebbe in grado di compiere un'ulteriore flessione dorsale. Ciò viene ottenuto con l'aiuto della sezione ulnare della articolazione mediocarpica. Infatti, ogni lieve spostamento radiale dell'osso piramidale rispetto all'osso uncinato provocherebbe un lieve spostamento dell'osso semilunare, eliminando la tensione; ciò permetterebbe all'osso scafoide di continuare la sua flessione dorsale.

Sempre secondo MEYER, durante la flessione palmare, le ossa della

fila prossimale si muovono in direzione palmare intorno ai due assi sopra indicati, causando un movimento di adduzione dell'osso scafoide e dell'osso semilunare, limitando ed arrestando una ulteriore flessione palmare.

Solo il radio e le ossa scafoide e semilunare sarebbero importanti per il meccanismo dell'articolazione mediocarpica. Tale meccanismo verrebbe, tra l'altro, determinato dalla cresta obliqua di cartilagine che si estende sul radio con direzione da palmo-radiale a dorso-ulnare, delimitando la faccia articolare destinata all'osso scafoide e quella destinata all'osso semilunare. Questa cresta fa parte, secondo MEYER, del passo di vite.

Per quanto riguarda l'articolazione radiocarpica, MEYER descrive soltanto un asse che attraversa l'estremità del processo stiloideo ulnare, l'osso piramidale e l'osso semilunare, per uscire dal lato dorsale dell'osso scafoide, nel punto di delimitazione delle superfici di contatto con l'osso trapezio e trapezoide. Questo asse non corrisponde affatto con quello indicato da HENKE per l'articolazione radiocarpica. L'asse di HENKE ha una direzione radio-ulnare con solo una lieve deviazione in direzione prossimo-distale. Per contro, l'asse di MEYER, corre in senso obliquo, dalla direzione ulnare-palmare-prossimale a quella radio-dorsale-distale. Dalla posizione dell'asse MEYER conclude che la parte radiale della mano compie una escursione maggiore della parte ulnare. Egli descrive questi movimenti senza indicarne la posizione di partenza. L'Autore asserisce che la flessione dorsale dell'articolazione radiocarpica ha la stessa ampiezza di quella mediocarpica, mentre la flessione palmare sarebbe maggiore nell'articolazione radiocarpica che in quella mediocarpica. Durante la flessione palmare si ha un movimento della fila prossimale in direzione ulnare e durante la flessione dorsale il movimento di lateralità avviene in direzione radiale.

MEYER dette inoltre una estesa relazione anche per quanto riguarda i movimenti di lateralità radiale ed ulnare dell'articolazione del polso. L'Autore esamina inizialmente i movimenti di semplice abduzione ed adduzione prescindendo da altri movimenti combinati e nota che, se l'osso scafoide rimane a contatto con il radio durante uno spostamento puramente laterale di abduzione della fila prossimale rispetto all'avambraccio, si crea un largo spazio tra i componenti ulnari dell'articolazione radiocarpica.

L'impossibilità di un movimento puramente laterale viene inoltre sostenuta avendo osservato che l'asse dell'osso scafoide corre in direzione obliqua al davanti dell'articolazione mediocarpica, per cui il movimento radio-ulnare di quest'osso deve necessariamente essere accompagnato da un altro movimento in direzione palmo-dorsale.

Ciò risulta in contrasto con quanto lo stesso MEYER afferma e cioè che i movimenti di lateralità si compierebbero unicamente nell'articolazione radiopaca.

Riassumendo le ampie descrizioni fornite da GÜNTHER, HENKE e MEYER possiamo affermare che questi Autori, malgrado i loro studi giungano a conclusioni contrastanti, hanno grandemente contribuito alla conoscenza dei movimenti dell'articolazione del polso.

HENKE, infatti, porta un fondamentale contributo alla conoscenza della dinamica del carpo affermando che la mano, muovendosi in direzione palmo-dorsale, passa per una posizione di lateralità, abduzione o adduzione; sia iniziando la flessione dall'articolazione radiocarpica che dall'articolazione mediocarpica.

Inoltre bisogna riconoscere a MEYER il merito di avere osservato l'impossibilità di spostamenti puramente laterali nei movimenti di abduzione e di adduzione.

Nel 1887 BRAUNE asserisce che la forma delle facce articolari durante i movimenti non rimane costante; non solo la fila prossimale delle ossa carpali partecipa al movimento di abduzione, ma anche la cresta cartilaginea del radio che è suscettibile di deformazioni. L'Autore però non trae conclusioni in proposito.

Dopo il 1895 l'articolazione del polso venne esaminata da numerosi Autori con l'ausilio dell'indagine radiografica, in vivo e su preparati anatomici. BRYCE (1896) fu il primo ad esaminare l'articolazione del polso mediante esami radiografici. Questo Autore contesta gli assi di HENKE e di MEYER in quanto le ossa del carpo non sono collegate così solidamente in una fila prossimale e distale come veniva affermato da questi Autori. ZDCKERLAND nel 1897 e BUHLER nel 1899 approfondirono l'indagine radiografica del polso. Nel 1897, CUNEO e VEAU da uno studio di preparati anatomici e di radiografie del polso, discussero ampiamente gli assi di HENKE. La posizione di questi assi viene da loro lievemente corretta. L'asse dell'articolazione radiocarpica viene posto in un piano orizzontale formando con il piano frontale un angolo di 10° - 12° . Quest'asse, penetrando nell'osso scafoide all'altezza dell'apice del processo stiloideo del radio, esce dal lato palmare dell'osso pisiforme. CUNEO e VEAU espongono con maggiore chiarezza, di quanto non abbia fatto HENKE, che con l'adduzione della mano si ha una flessione dorsale della fila prossimale del carpo, mentre con l'abduzione si ha una flessione palmare.

Secondo questi stessi Autori anche l'asse dell'articolazione mediocarpica è inclinato rispetto al piano frontale, ma in direzione opposta al precedente. Questo asse penetra dal lato dorsale dell'osso uncinato, passa quindi in direzione palmare attraverso la testa dell'osso capitato ed esce dal lato palmare dell'osso scafoide. Ne consegue che la flessione dorsale della articolazione mediocarpica è connesso ad un movimento di lateralità radiale, mentre la flessione palmare è connessa ad un movimento di lateralità ulnare. Secondo gli Autori, i movimenti reciproci delle ossa complicano in un certo senso il meccanismo articolare, ma

ciò non influisce sul fatto che sia l'articolazione radiocarpica che quella mediocarpica abbiano rispettivamente un solo asse. Per ciò che concerne il meccanismo articolare, prescindendo dalla direzione degli assi, CUNEO e VEAU concordano con la teoria di HENKE.

VIRCHOW (1899, 1902, 1903), criticò anch'egli gli assi di HENKE. Afferma inoltre che le articolazioni fra l'osso semilunare, capitato ed uncinato, sono assai importanti per i movimenti di flessione, mentre le parti ulnari e radiali delle filiere sono di maggiore importanza per i movimenti laterali dell'articolazione del polso.

Secondo le osservazioni di WIRCHOW, poiché spesso il contatto tra le varie ossa è minimo, i legamenti assumono un significato fondamentale per la meccanica articolare in quanto le facce articolari non sarebbero più determinanti per i movimenti. Inoltre l'Autore osserva che, durante i movimenti dell'articolazione del polso, avvengono piccoli spostamenti delle ossa della fila prossimale. Ciò significherebbe che non possono sussistere degli assi fissi come furono descritti da HENKE.

VIRCHOW è, con POIRIER (1904), uno dei pochi a dare importanza alla motilità reciproca delle ossa carpali della fila prossimale, considerandola essenziale per l'articolazione del polso. POIRIER esprime questo concetto come segue: « ces mouvements partiels sont très intéressants : sans leur existence le poignet serait peu mobile ». Gli effetti di tali movimenti non vengono però, da POIRIER, descritti ulteriormente.

D'altronde, siccome gli assi di HENKE avevano assunto una grande importanza storica, WIRCHOW tentò di riconfermare la loro esistenza studiando alcuni preparati anatomici con tecnica originale. In base a questo studio WIRCHOW affermò che i due assi avrebbero dovuto intersecarsi oltre che alle due estremità, ulnare e radiale, anche al centro dell'osso capitato; poiché altrimenti, durante i movimenti, l'articolazione si sarebbe schiacciata tra l'osso capitato e l'osso semilunare.

L'Autore quindi osservò che l'asse di rotazione per l'articolazione prossimale dovrebbe essere posto in modo tale da attraversare i tre punti sopra indicati, ma ciò è impossibile per l'articolazione distale. L'asse di rotazione, passando per il processo dell'osso scafoide, ed il centro della testa dell'osso capitato rappresenta l'asse della sezione radiale dell'articolazione mediocarpica e viene chiamato da WIRCHOW « l'asse navicolare ». Secondo MEYER questo asse passerebbe però nel mezzo dell'osso scafoide. La critica di WIRCHOW riguardo agli assi di HENKE, è dunque: « la teoria di Henke è, in breve, la teoria del navicolare ». WIRCHOW peraltro non nega all'osso scafoide una particolare importanza. LYCKLAMA e NIJEHOLT (1900), R. FICK (1901) e PORRSELI. (1902) avevano già affermato che quest'osso, durante la flessione dorsale del polso, non solo segue i movimenti della fila prossimale, ma parzialmente anche quelli della fila distale. Nei movimenti di lateralità l'osso scafoide si sposta, come del resto anche l'osso semilunare, in direzione laterale; mentre nella flessione dor-

sale l'osso scafoide presenta in direzione dorsale uno spostamento maggiore del complesso semilunare-piramidale. WIRCHOV dunque sottolinea il diverso comportamento dei vari componenti dell'articolazione del polso in funzione dei movimenti. L'esattezza della sua opinione trova conferma nelle alterazioni funzionali che avvengono nelle ossa del carpo in seguito ad artrite cronica. L'Autore (1921-1938) rileva che le ossa da lui osservate non presentavano un uguale grado di lesione e ciò dipenderebbe dal fatto che non tutte le ossa del carpo sono sottoposte ad uguale carico funzionale. Infatti, poiché la flessione dell'osso scafoide è maggiore di quella dell'osso semilunare, è facile osservare come la faccia articolare dell'osso scafoide a contatto con il radio venga interessata dalla malattia; mentre ne sia indenne la faccia articolare dell'osso semilunare a contatto con il radio. WIECHOV constata inoltre che anche l'articolazione fra l'osso capitato e l'osso semilunare è, di solito, più gravemente colpita dalla malattia che non la articolazione tra semilunare e radio; ciò dipenderebbe dal fatto che nella prima è possibile un maggior grado di flessione e quindi un maggior carico funzionale che non nella seconda.

Anche le conclusioni tratte da NIJEHOLT (1900) sulla localizzazione degli assi non concordano con quelle di HENKE e MEYER. LYCKLAMA a NIJEHOLT nota che l'abduzione e l'adduzione avvengono soprattutto nella articolazione radiocarpica mediante rotazione intorno ad un asse dorso-palmare, perpendicolare al piano della mano e che passa per la testa dell'osso capitato. La flessione dorsale e palmare vengono localizzate nella articolazione radiocarpica e mediocarpica. LYCKLAMA a NIJEHOLT ha inoltre cercato di indicare gli assi per ambedue queste articolazioni. L'asse dell'articolazione radiocarpica passa dal lato prossimale dell'osso piramidale all'estremità dorsale della cresta di cartilagine sull'osso scafoide che delimita le facce articolari per l'osso trapezio ed il trapezoide. L'asse dell'articolazione mediocarpica passa attraverso la testa dell'osso capitato e non viene ulteriormente descritto. Per quel che concerne la localizzazione dei movimenti, l'Autore concorda pienamente con MEYER, mentre la descrizione degli assi risulta piuttosto vaga non avendone determinato l'esatta direzione.

R. FICK condusse, in questo campo, vasti ed approfonditi studi che sono tutt'ora sostenuti dalla maggior parte degli Autori e ritenuti di fondamentale importanza per la descrizione della dinamica articolare del polso.

Pubblicò, nel 1901, due lavori sulle ricerche condotte con l'aiuto dell'indagine radiografica sui movimenti della mano. Nel suo « Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke » descrive l'anatomia generale e particolare delle articolazioni, confrontando le opinioni dell'epoca con i risultati delle sue ricerche. In questo trattato viene data grande importanza alla forma delle facce articolari e vengono discusse ampiamente

le teorie di HENKE e di A. FINCK che consideravano le facce articolari come elementi di solidi di rotazione. Nella introduzione abbiamo già riferito il parere di FICK sulla forma delle facce articolari. La sua interpretazione dei movimenti e del meccanismo dell'articolazione del polso può essere riassunto come segue: i movimenti di lateralità sono formati di vari componenti. In caso di abduzione avviene, assieme ad uno spostamento laterale, anche una flessione palmare ed un movimento di pronazione della fila prossimale delle ossa carpali; mentre durante l'adduzione avviene una flessione dorsale ed un movimento di supinazione di queste ossa. Tutti questi movimenti si compiono intorno ad assi diversi, la cui risultante corre in direzione obliqua da prossimale-dorsale-radiale a distale-palmare-ulnare. Questo asse penetra dal lato dorso-radiale dell'osso scafoide, passa per il centro della testa dell'osso capitato per uscire dal lato palmare dell'osso pisiforme. FICK confronta poi le sue esperienze con quelle di HENKE. HENKE ha bensì descritto i movimenti di lateralità durante la flessione dorsale e palmare ma, secondo FICK, non ha individuato i movimenti di prono-supinazione, malgrado potesse dedurli dalla posizione degli assi da lui ideati. L'Autore descrive poi due assi di rotazione per l'articolazione radiocarpica, uno per i movimenti di lateralità e l'altro per i movimenti di flessione. L'asse per i movimenti di flessione passa obliquamente attraverso l'osso semilunare e viene determinato mediante la misurazione della curvatura della faccia articolare di questo osso.

FICK considera l'articolazione radiocarpica come una articolazione tipicamente elissoideale o « *Eigelenk* ». Questa teoria sarà sostenuta dalla maggior parte degli Autori ed escludendo MOLIERE (1924) e ORTS LLORCA (1944), la ritroviamo anche nella letteratura più recente. Una critica a questa proprietà biassiale dell'articolazione viene però formulata da FICK stesso, quando afferma che i movimenti intorno a due assi di una articolazione siffatta sono possibili soltanto con la deformazione della cartilagine. Possiamo aggiungere che un movimento intorno a due assi, sarebbe pure possibile, in linea di principio, se vi fosse sufficiente gioco nell'articolazione. Una articolazione biassiale non può però essere realizzata in quanto i movimenti intorno ad un secondo asse di rotazione causerebbero immediatamente la perdita di contatto tra le superfici articolari.

Per quanto riguarda l'articolazione mediocarpica, FICK nota che durante i movimenti di abduzione ed adduzione avviene soltanto uno spostamento laterale della fila distale rispetto all'avambraccio e ciò avviene nella stessa direzione dello spostamento della fila prossimale. Considerando però questo movimento rispetto alla fila prossimale delle ossa carpali ne consegue che esso, per compensare i movimenti di flessione e pronazione o supinazione della fila prossimale, deve compiersi intorno ad un asse inclinato. Inoltre poiché il movimento di lateralità della fila

distale è maggiore del movimento della fila prossimale, questo asse dovrà avere, in direzione palmo-dorsale, una minore inclinazione di quello dell'articolazione radiocarpica. Ambedue gli assi si trovano nello stesso piano e si intersecano nella testa dell'osso capitato. L'asse della articolazione mediocarpica, passa dal lato palmare dell'osso scafoide al lato dorsale dell'osso uncinato. Nell'articolazione mediocarpica i movimenti di flessione palmare e dorsale si effettuano intorno ad un asse obliquo che passa per il centro della testa dell'osso capitato. Anche l'articolazione mediocarpica viene dunque considerata biassiale. FICK afferma inoltre che la forma di questa articolazione è alquanto irregolare, paragonabile tutt'al più ad un « zusammengesetztes Kugel-Doppel-Gelenk », omettendo però di specificare che cosa intende con questa espressione. FICK sostiene che l'articolazione principale della mano è l'articolazione mediocarpica in quanto presenta una grande motilità ed in ciò discorda dall'opinione degli Autori precedenti che attribuivano a questa articolazione un ruolo complementare dell'articolazione radiocarpica. Gli assi indicati da FICK sono assai differenti da quelli indicati da HENKE e da MEYER. In contrapposizione a questi Autori, FICK descrive un asse per i movimenti di lateralità ed uno per i movimenti di flessione. L'Autore inoltre confuta l'ipotesi di MEYER che la cresta di cartilagine sul radio sia determinante per il meccanismo dell'articolazione radiocarpica, poiché il decorso obliquo di questa cartilagine, cioè il suo meccanismo a vite, è soltanto appena accennato e spesso manca del tutto. Ma anche FICK non chiarisce sufficientemente il meccanismo dei movimenti del polso, in quanto nel determinare gli assi di rotazione considera le facce articolare di forma idealmente regolare.

In questa prima nota non è nostra intenzione descrivere dettagliatamente i vari tipi di solidi di rotazione, considerati dalla teoria cinetica, ma esporremo essenzialmente le caratteristiche dell'articolazione ovale, ossia del « Eigelken » di FICK.

L'articolazione ovale è caratterizzata dal fatto che le facce articolari poste in due piani tra loro ortogonali non presentano la stessa curvatura; questi solidi possono essere realizzati come solidi di rotazione fusiformi o a forma di anello. Un solido fusiforme si realizza con la rotazione di un arco di circonferenza attorno alla corda che lo sostiene. Questo solido di rotazione ha minore curvatura in senso longitudinale che in senso trasversale. Se un corpo simile avesse la possibilità di rotare in due direzioni, si dovrebbe considerare oltre all'asse di rotazione, o asse longitudinale, anche un asse perpendicolare ad esso o trasversale. Esaminando le possibilità di movimento articolare di questo solido, cioè rispetto ad una superficie di curvatura uguale ma negativa, noteremo che può senza dubbio muoversi attorno all'asse longitudinale che è quella di rotazione. E' però escluso un movimento attorno all'asse

trasversale poiché causerebbe la perdita di contatto tra le superfici articolari (fig. 1).

Un « solido ovale » si può ottenere anche mediante la rotazione di un cerchio attorno ad un asse posto nello stesso piano, ma esterno al cerchio.

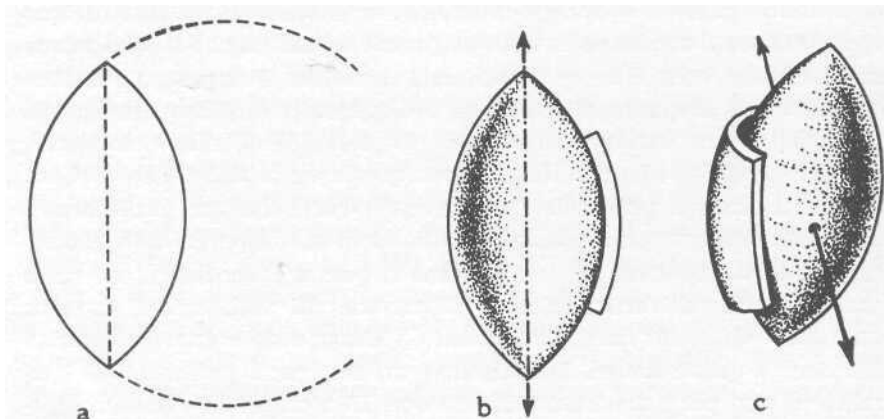


Fig. 1 - (Da FICH) - a) la rotazione di un arco di cerchio attorno alla corda che lo sottende realizza un solido fusiforme. Questo solido di rotazione presenta minore curvatura in senso longitudinale che in senso trasversale. - b) Esaminando le possibilità di movimento articolare di questo solido, cioè rispetto ad una superficie di curvatura uguale ma negativa, noteremo che può, senza dubbio, muoversi attorno all'asse longitudinale, che è quello di rotazione. - c) È però escluso un movimento attorno all'asse trasversale poiché causerebbe la perdita di contatto tra le superfici articolari.

Si realizza così un solido di rotazione di forma anulare chiamato « toro »; la superficie esterna convessa di questo solido è curvata in forma ovoidale e presenta una maggiore curvatura in senso trasversale ed una curvatura minore in senso longitudinale (fig. 2).

Il movimento attorno all'asse di rotazione di questo solido, rispetto al suo negativo, è senz'altro possibile, mentre è escluso un movimento intorno all'asse verticale poiché causerebbe una diastasi tra le superfici di contatto (fig. 3).

I due solidi ovoidali di rotazione ora descritti non sono uguali. Infatti, costruendo il solido di rotazione fusiforme entro il solido di forma anulare, in modo che l'equatore del fuso formi una linea descrittiva dell'anello, per cui la massima sezione del fuso sia uguale alla sezione dell'anello, si vedrà che tutte le altre curvature del solido fusiforme saranno maggiori di quelle del solido anulare (fig. 4).

Si constata quindi che per entrambi i solidi di rotazione descritti da FICK, l'articolazione permette, in realtà, soltanto la rotazione attorno ad

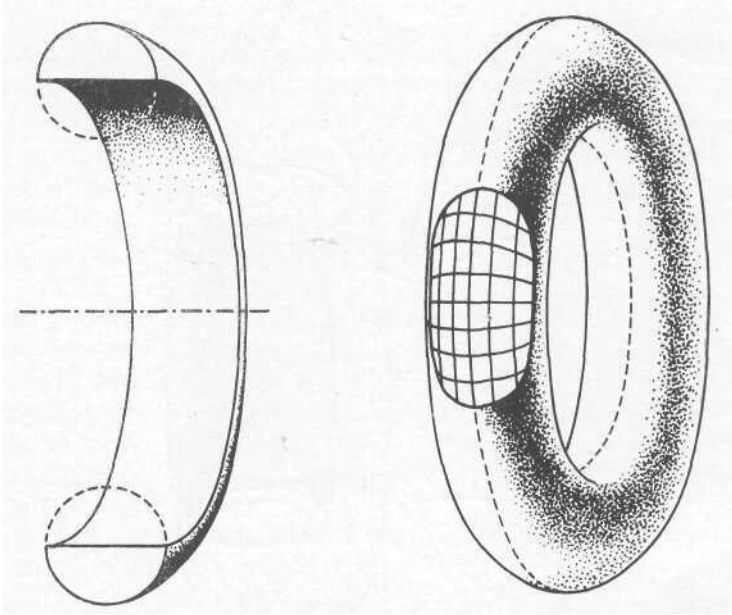


Fig. 2 - (Da PICH) - Un solido ovale si può ottenere anche mediante la rotazione di un cerchio attorno ad un'asse posto sullo stesso piano ma esterno al cerchio. Si realizza così un solido di rotazione di forma anulare chiamato "toro". La superficie esterna convessa di questo solido è curvata in forma ovoidale e presenta una maggiore curvatura in senso trasversale ed una curvatura minore in senso longitudinale.

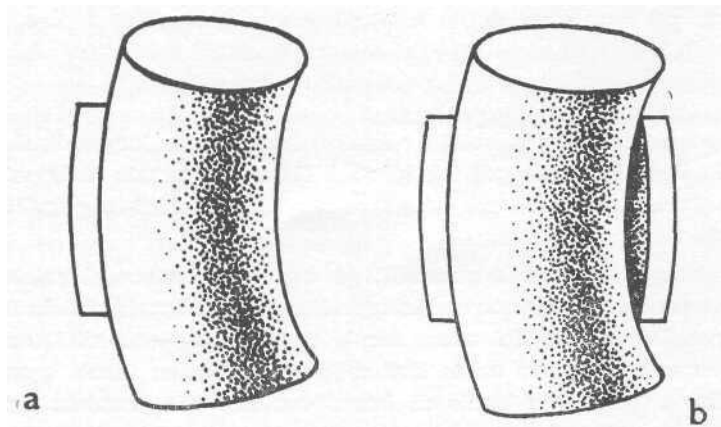


Fig. 3 - a) Il movimento attorno all'asse di rotazione del solido anulare rispetto al suo negativo, è possibile! b) mentre è escluso un movimento intorno all'asse verticale poiché causerebbe una diastasi tra le superfici di contatto.

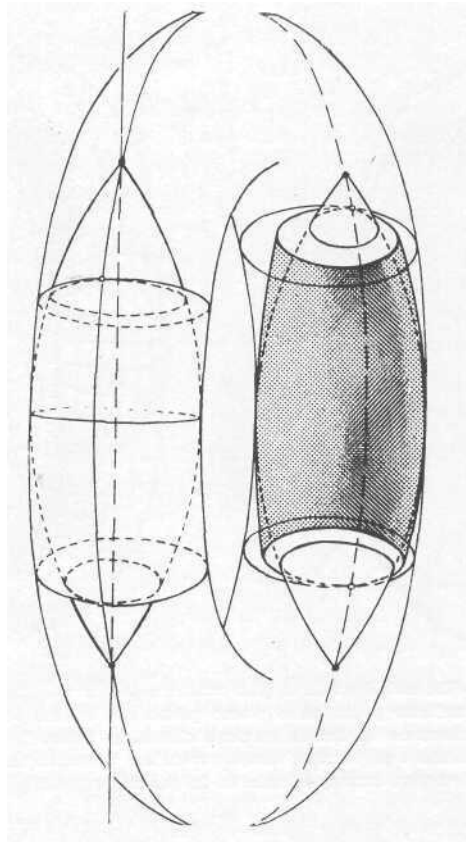


Fig. 4 - (Da PICH) - Il disegno presenta a sinistra un solido fusiforme interno al relativo solido di forma anulare; a destra, in neretto, è rappresentato il solido ideale di forma ovoidale di FICHER.

un solo asse che per il solido « fusiforme » è l'asse longitudinale (verticale in figura) mentre per il « toro » è l'asse trasversale (orizzontale in figura). Pertanto non si può accettare per tali superfici la possibilità di movimenti articolari bi-assiali.

R. FICK per trovare la possibilità di una articolazione bi-assiale, molto utile per la descrizione e l'interpretazione dei movimenti articolari, ha ripreso il concetto del solido ideale di forma ovoidale di FICHER. Secondo FICHER però, non esiste l'articolazione di forma fusata o anulare, ma soltanto un solido ideale di forma ovoidale che presenta una curvatura di superficie leggermente maggiore di quella del solido anulare e leggermente minore di quella del solido fusiforme (fig. 4).

Per questa articolazione ovoidale ideale FICK distingue due assi prin-

cipali e cioè l'asse orizzontale del solido anulare e l'asse verticale del solido fusiforme. Questi assi si intersecano perpendicolarmente dallo stesso lato della superficie dell'articolazione. Pertanto FICK affermò che il solido ideale di FICHER non è un solido di rotazione.

A nostro parere sia la teoria di FICHER che quella di FICK sono criticabili in quanto basate su solidi ideali di rotazione che imitano molto da vicino i movimenti dell'articolazione del polso, ma non prendono in considerazione la caratteristica dell'articolazione, ossia la sua forma irregolare, nonché il fatto che l'articolazione del polso è composta da più ossa.

Dopo gli approfonditi studi sull'articolazione del polso condotti da WIRCHOV, LIJKLAMA e NÜEHOLT e R. FICK il concetto di solido di rotazione e, per conseguenza, la teoria dell'asse, venne accettata a priori dalla maggioranza degli Autori che si dedicarono all'argomento, e compare ancora oggi nella letteratura più recente.

Per completare il quadro bibliografico, accenneremo brevemente anche a questi Autori:

LESSHAFT (1901-1902) considerando le facce articolari come elementi di un solido di rotazione, cita nei suoi lavori le teorie di GUNTHER.

BENDA e BIESALSKY (1906) affermano di non aver potuto constatare né sul preparato anatomico, né sulle radiografie, una mobilità reciproca delle ossa tale da poter influenzare l'insieme dei movimenti. Questi Autori, quindi, considerano la fila prossimale e la fila distale delle ossa carpali, come unità funzionali.

I movimenti vengono da essi studiati in base alla forma delle facce articolari ed alla posizione dei legamenti. Il fatto che vi è una forte estensione in direzione palmare delle facce prossimali articolari della fila prossimale, specialmente dell'osso semilunare, provverebbe la partecipazione essenziale dell'articolazione radiocarpica alla flessione palmare della mano. La flessione dorsale, sempre secondo questi Autori, sarebbe invece essenzialmente localizzata nell'articolazione mediocarpica. Ciò sarebbe convalidato dall'esame della struttura dei legamenti. Infatti, il sistema legamentoso dorsale appare meno sviluppato all'altezza dell'articolazione radiocarpica che non della mediocarpica. Ciò significherebbe una limitazione della flessione palmare nell'articolazione mediocarpica. La quasi totale mancanza di flessione dorsale nella articolazione radiocarpica sarebbe quindi dovuta principalmente al legamento radiocarpico palmare. Questo legamento comprende una parte prossimale chiamata « ligamentum arcuatum » ed una sezione distale o « ligamentum radiatum ». Nella flessione dorsale il legamento arcuato viene teso fortemente impedendo in tale modo una flessione dorsale della fila prossimale delle ossa carpali.

Per quanto riguarda la abduzione e l'adduzione, gli Autori concordano pienamente con FICK.

JOHNSTON (1907) descrive una decina di preparati del polso in varie posizioni finali ed intermedie dei movimenti della mano. Anche per questo Autore citiamo soltanto alcuni punti del suo lavoro poiché in gran parte concorda con le teorie di FICK. JOHNSTON osservò che durante il movimento di adduzione la flessione dorsale dell'osso scafoide è dovuta alla componente di due forze, con punti di applicazione diversi: la tensione del legamento laterale radiale e la tensione dei legamenti tra osso scafoide e le ossa trapezoidi. L'Autore sostenne che un certo grado di adduzione si verificherebbe sia con la flessione dorsale che con la flessione palmare della mano. Inoltre osserva che durante la flessione palmare avviene un movimento tra l'osso scafoide e l'osso semilunare e tra l'osso capitato e l'osso uncinato. Anche JOHNSTON attribuisce quindi grande importanza all'osso scafoide in quanto i movimenti del polso vengono portati a termine da forze che agiscono direttamente o indirettamente su quest'osso.

VON BONIN (1929) nelle sue ricerche concorda pienamente con FICK per quanto riguarda la flessione palmo-dorsale, mentre per spiegare i movimenti di abduzione ed adduzione, si basa su un sistema di 5 ossa, cioè su tutta la fila distale delle ossa carpali più l'osso piramidale, e ne distingue dei « movimenti principali » e dei « movimenti di assestamento ». Questi ultimi avrebbero importanza soltanto per le posizioni di massima escursione articolare.

Nel 1935 WRIGHT pubblicò un lavoro sui movimenti della articolazione del polso nel quale egli stesso afferma che la sua descrizione corrisponde, in linea di massima, a quelle di BRYCE, FICK, JOHNSTON e VON BONIN.

Del periodo più recente citiamo le pubblicazioni di CHIAPPETTA (1957) e di OTTONELLO (1958).

CHIAPPETTA descrive molto sommariamente i movimenti di abduzione ed adduzione. Nella sua spiegazione del meccanismo cita BUNNELL, il quale aveva stabilito un centro per i movimenti di lateralità situato nel mezzo dell'osso capitato. Secondo CHIAPPETTA i movimenti di flessione sarebbero localizzati nella articolazione radiocarpica, avendo il loro centro tra l'osso capitato e l'osso semilunare.

OTTONELLO eseguì una indagine radiografica dei movimenti di abduzione ed adduzione ed afferma che l'analisi seriata mediante la roentgen-cinematografia è indispensabile per poter seguire il movimento completo. Nella sua descrizione dei movimenti di abduzione ed adduzione OTTONELLO purtroppo si basa soltanto su radiografie in proiezione dorso-palmare. Dobbiamo osservare, però, che l'Autore non indica affatto di avere eseguito anche delle radiografie laterali di questi movimenti, né di averli analizzati su preparati anatomici, e quindi, a nostro parere, ne consegue che le conclusioni di OTTONELLO, malgrado la moderna tecnica usata, sono simili a quelle degli Autori precedenti per quanto riguarda

l'interpretazione del meccanismo. Esse possono essere riassunte come segue: l'articolazione radiocarpica è considerata regolare ed è un vero e proprio condilo; i movimenti di abduzione ed adduzione sono essenzialmente localizzati nell'articolazione radiocarpica poiché l'incastro delle facce articolari dell'articolazione mediocarpica ne impedisce lo spostamento; la motilità articolare, quindi, si compirebbe intorno ad un unico asse, per ambedue le articolazioni, con direzione antero-posteriore e passante per l'osso capitato. Dall'Autore non viene indicata però l'esatta localizzazione di quest'asse. Inoltre i movimenti di abduzione ed adduzione si compirebbero intorno ad un asse trasversale anch'esso non ben determinato dall'Autore.

I moderni trattati di anatomia danno, in genere, soltanto un'importanza limitata al meccanismo dell'articolazione del polso, riassumendo in breve l'opinione di FICK. Solo i trattati di ORTIS LLORCA (1944), PATURET (193) e BRADS (1954) costituiscono una eccezione a questa regola, benché i pareri espressi appaiono piuttosto divergenti. ORTIS LLORCA considera le articolazioni radiocarpica e mediocarpica, funzionalmente, come una unità, poiché ambedue le articolazioni sono interessate nei movimenti del polso. L'osso capitato viene considerato come il centro dei movimenti in quanto tutti gli assi dell'articolazione lo attraversano. Anche LLORCA non dà però una localizzazione più precisa di questi assi. Secondo questo Autore, la fila prossimale e la fila distale delle ossa carpali, durante i movimenti di abduzione e di adduzione, si sposterebbero lateralmente in senso opposto rispetto all'avambraccio. Questa descrizione dei movimenti non ci sembra esatta; infatti, come già detto, secondo FICK ed anche secondo le nostre osservazioni, le due filiere delle ossa carpali si spostano lateralmente nella stessa direzione, benché lo spostamento della fila distale sia leggermente maggiore di quello della fila prossimale. LLORCA, in seguito, esaminando il movimento di abduzione della mano studia anche molta attenzione i movimenti di flessione dell'osso scafoide. Osserva che durante l'abduzione, l'osso trapezoide si sposta in direzione dorsale ed urta contro l'osso scafoide. La parte distale dell'osso scafoide si sposta quindi in direzione palmare mentre la sua parte prossimale rimane fissa nell'articolazione radiocarpica. L'osso scafoide trovandosi incuneato tra l'osso trapezio, l'osso trapezoide ed il radio, effettua una rotazione in senso palmare. L'Autore ha osservato che anche nel movimento di adduzione della mano avviene un movimento di flessione dell'osso scafoide, ma non fornisce ulteriori indicazioni in proposito. Aggiunge però che questi movimenti di flessione vengono effettuati anche, ma in misura minore, dalle altre ossa della fila prossimale del carpo, e si compirebbero intorno ad un'asse inclinato definito dall'Autore « asse di Henke ».

Anche PATURET sostiene che nelle articolazioni radiocarpica e mediocarpica si compiono dei movimenti simultanei. Questo Autore, pur de-

scrivendo i movimenti del polso in relazione ad assi immaginari di rotazione, non cita le teorie di HENKE e di FICK. Secondo PATURET la flessione palmo-dorsale si compie intorno a due assi trasversali (non ben definiti): uno per la articolazione radiocarpica, l'altro per quella mediocarpica. La flessione dorsale viene considerata come un movimento opposta alla flessione palmare. I movimenti di lateralità vengono descritti intorno ad un asse con direzione palmo-dorsale e passante per il centro della testa dell'osso capitato.

Secondo BRAUS gli assi di Henke sono validi unicamente per i movimenti di lateralità della mano e gli spostamenti relativi, in flessione della fila prossimale, avverrebbero attorno ad un asse con direzione palmo-dorsale. L'Autore afferma inoltre che la flessione palmare e dorsale si compiono attorno a due assi con direzione radio-ulnare.

Vediamo quindi, da queste brevi citazioni, che anche nei trattati più recenti le opinioni riguardanti gli assi di rotazione del meccanismo articolare del polso sono assai discordanti.

Molti Autori oltre ad avere studiato la natura ed il meccanismo dei movimenti dell'articolazione del polso hanno cercato di valutarne l'ampiezza delle escursioni. Non dobbiamo però meravigliarci se i risultati ottenuti in queste misurazioni spesso non sono concordi. Infatti, è noto che l'ampiezza dell'escursione articolare è soggetta a notevoli variazioni individuali. Pertanto non riporteremo qui tutti i risultati noti nella bibliografia, ma ci limiteremo a citare alcune tra le più autorevoli voci.

FICK ha misurato l'ampiezza dei movimenti del polso partendo da una cosiddetta « posizione neutrale ». In questa posizione l'asse longitudinale del terzo metacarpo, l'asse longitudinale dell'osso capitato e l'asse longitudinale dell'avambraccio, sono paralleli.

FICK, partendo da questa posizione, ha ottenuto per la fila prossimale 5° di abduzione e 15° di adduzione e per la fila distale rispettivamente 10° e 25°; la flessione palmare o dorsale della fila prossimale durante i movimenti di lateralità è di circa 40°, mentre i movimenti di pronosupinazione sono di soli 5°. Nella massima flessione dorsale della mano la flessione della fila prossimale rispetto all'avambraccio è di 35° mentre la flessione della fila distale rispetto alla fila prossimale è di 50°. Per la flessione massima palmare i valori del movimento articolare sono rispettivamente di 45°-50° e 30°-35°. La flessione dorso-palmare rispetto all'avambraccio risulta quindi di 85° circa. FICK sostiene che l'osso scafoide compie parte della flessione dorsale della fila distale. Egli calcola che ad una flessione dorsale di 26° della fila prossimale e ad una flessione dorsale di 54° della fila distale, la flessione dorsale dell'osso scafoide è di 57°. Per la flessione palmare i valori di questi movimenti sono rispettivamente di 51°, 31° e 68°.

VON BONIN ha determinato, su studenti cinesi, l'ampiezza dei movimenti di lateralità radiale ed ulnare, partendo dalla posizione di riposo.

TAB. 1 - Gradi di escursione che compiono le principali ossa del carpo nei movimenti di flessione e di estensione. (GHIGI).

	FLESSIONE			ESTENSIONE		
	Attiva	Passiva nel vivo	Passiva nel cadavere	Attiva	Passiva nel vivo	Passiva nel cadavere
Navicoare	37°	42°	48°	48°	50°	53°
Semilunare	22°	28°	31°	42°	45°	51°
Capitato	50°	54°	55°	60°	62°	66°

Appare chiaro dalla sopra esposta tabella la maggiore ampiezza dei movimenti passivi eseguiti sul cadavere di quella dei passivi eseguiti sul vivente ed a parità di individuo quella di questi su quella degli attivi. Appare anche evidente la importanza che nella esecuzione dei movimenti di flessione e di estensione della mano hanno le due linee articolari radiocarpica e mediocarpica, dal confronto fra l'ampiezza dei movimenti del semilunare e di quelli corrispondenti del capitato, ossa che possono essere prese come indici del movimento delle rispettive fila di ossa carpali (QHIGI).

L'abduzione era in media di 14,5° per i maschi e di 21,7° per le femmine, mentre l'adduzione era rispettivamente di 29,3° e 34,5°. GHIGI (1939) valutò nel vivo e nel cadavere i gradi di escursione che compiono le principali ossa del carpo nei movimenti di flesso-estensione della mano. Tali valori sono riportati in tabella 1. L'Autore ha inoltre calcolato l'ampiezza dell'escursione pendolare della prima fila nella adduzione ed abduzione, e l'escursione pendolare della seconda fila delle ossa del carpo sulla prima considerata immobile, ottenendo rispettivamente valori di circa 39° e 55°. L'Autore estese i suoi studi alle connessioni interossee e legamentose intercarpiche, studiandone l'influenza sulla motilità reciproca delle varie articolazioni nelle posizioni di media ed estrema escursione.

BRADLEY e SUNDERLAND (1953) hanno confrontato l'ampiezza dei movimenti delle articolazioni mediocarpica e radiocarpica di un paziente affetto da anchilosi della mediocarpica con i movimenti del polso controlaterale sano. Gli Autori giunsero alle seguenti conclusioni: la flessione palmo-dorsale si compie in entrambe le articolazioni; il movimento di abduzione si effettua prevalentemente nell'articolazione mediocarpica, mentre l'adduzione non viene influenzata dall'anchilosi. L'ampiezza dei movimenti, calcolati nell'articolazione sana, risultava: abduzione 15°, adduzione 25°, massima flessione dorsale 66°, massima flessione palmare 65°. Per calcolare questi angoli BRADLEY e SUNDERLAND presero l'asse longitudinale del radio come linea di riferimento.

WUENSCH (1956) giunse a confermare gli studi di BRADLEY e SUNDERLAND

osservando la meccanica articolare del polso in un paziente affetto da anchilosi dell'articolazione radio-semilunare.

NEMTHI (1953) ha compiuto delle ricerche su 1000 soggetti fra i 17 ed i 50 anni. Ha notato poca differenza di ampiezza tra i movimenti della mano destra e quelli della sinistra. Nei soggetti anziani i movimenti di flessione si riducono del 10 % e quelli di lateralità di circa 3°-4°. L'ampiezza dei movimenti, nei 1000 soggetti esaminati, ha i seguenti valori medi: flessione 60°, abduzione 30°, adduzione 45°.

I moderni orientamenti di anatomia funzionale giustificano il vasto contributo di studi clinici da parte di numerosi Autori italiani e stranieri che si sono riferiti con particolare riguardo ai problemi inerenti alle varie specialità. In campo ortopedico e traumatologico, la vasta letteratura che si è andata sviluppando nell'ultimo cinquantennio, ha portato un notevole contributo alla conoscenza di questi problemi di anatomia funzionale e biomeccanica articolare del polso.

Tra i principali Autori ricordiamo: BLAU (1904); LEXTER (1904); DELBET (1914); FOISY (1914); MELVILLE (1921); LOMBARD e GOINARD (1925); FOISY, BERTIN (1925); CLAVELIN (1925); GRIMAULT (1927); ETTORRE (1928); ODASSO (1928); JONES (1929-1930-1931); WAKELEY (1930); DUTTA (1933); DOUGLAS (1936); WEST (1936); MULLER (1938); PERSCHL (1938); BOEREMA (1938); MAC CONA ILL (1941); GILFORD, BOLTON e LAMBRINUDI (1943); WESTER (1947); COHEN (1953); SCAGLIETTI e PERAZZINI (1954); FORNI e CAPPELLANI (1956); PLAS (1956); Fusi (1957); TRAVAGLINI (1959); MANCINI e BONI (1959); BARBIERI (1959); WELLER (1960); CONTESSA e BOTTELLI (1960); GHILARDI e PARMEGGIANI (1960); PIETROGRANDE e MOTTA (1960); TRABUCCHI (1960); MANARESI (1963).

Come abbiamo detto all'inizio di questa nota, e come appare dalla bibliografia esposta, le opinioni riguardo al meccanismo di movimento dell'articolazione del polso sono spesso tra di loro contrastanti. A nostro modesto avviso ciò, in parte, è dovuto al fatto che gli Autori hanno per lo più ritenuto che la meccanica articolare del polso possa essere interpretata e valutata soltanto mediante gli assi ideali di rotazione. Infatti, la semplificazione dei meccanismi articolari della teoria cinetica, che paragona le facce articolari alla forma di un ideale solido geometrico di rotazione, porta a nostro avviso, ad ignorare completamente la tipica ed essenziale morfologia della articolazione, impedendo di acquisire nuovi punti di vista nello studio della meccanica articolare del polso. Pertanto abbiamo ritenuto di una certa utilità cercare di stabilire una relazione tra la forma irregolare delle facce articolari ed il meccanismo dei movimenti.

Riassunto

Nella seconda metà del secolo XIX ed all'inizio del secolo XX sono apparsi nella letteratura medica estesi ed approfonditi studi riguardanti l'anatomia ed il meccanismo articolare del polso. Tra le più autorevoli fonti bibliografiche

alle quali gli Autori hanno potuto riferirsi, figurano pubblicazioni di studi essenzialmente anatomici e riguardanti la patologia articolare.

Dalla vasta bibliografia esposta emerge che la morfologia e la meccanica delle ossa del carpo durante i movimenti dell'articolazione del polso, sono state descritte chiaramente senza giungere però ad un accordo sull'esatto meccanismo di questa articolazione composta. A. Fick ed Henke ebbero una grande influenza sulla formazione dell'odierna opinione riguardo alla meccanica delle articolazioni in generale. Questi Autori consideravano le facce articolari come elementi solidi di rotazione, cioè come solidi geometrici di forma regolare. Insieme al concetto di « solido di rotazione » essi introdussero il concetto di « asse di rotazione » nello studio del movimento, ammettendo che un'articolazione possa eseguire dei movimenti intorno ad un asse, come il solido di rotazione a cui veniva paragonata. Per il polso la teoria dei solidi di rotazione viene applicata all'articolazione radiocarpica, descritta da Fick come una tipica « articulatio ovalis » o « Eigelenk », con possibilità di rotazione attorno a due assi. Questa opinione fu, in seguito, adottata da molti altri Autori e si ritrova frequentemente nella bibliografia moderna.

Gli Autori descrivono, nelle linee essenziali, le caratteristiche dell'articolazione ovale di Fick e dell'ideale solido di forma ovoidale di Fick.

Ritengono che nell'interpretazione del complesso meccanismo articolare non è stata data sufficiente importanza alla forma irregolare delle facce articolari, così caratteristica per l'articolazione del polso. Infatti, la semplificazione della meccanica articolare della teoria cinetica, che paragona le facce articolari alla forma di un ideale solido geometrico di rotazione, porta ad ignorare completamente la tipica ed essenziale morfologia dell'articolazione, impedendo di acquisire nuovi punti di vista nello studio dell'articolazione del polso.

Pertanto hanno ritenuto di una certa utilità cercare di stabilire una relazione tra la forma irregolare delle facce articolari ed il meccanismo dei movimenti.

Résumé

Dans la deuxième moitié du XIX^e Siècle et au début du XX^e Siècle paraissent dans la littérature médicale des recherches détaillées et approfondies sur l'anatomie et le mécanisme articulaire du poils. Parmi les données bibliographiques plus importantes étudiées par les AA. on trouve essentiellement des recherches anatomiques et concernant la pathologie articulaire.

Sur la base de l'abondante littérature présentée on voit que la morphologie et la mécanique des os du carpe au cours des mouvements de l'articulation du poils ont été très bien décrits sans qu'on arrive pourtant à un accord sur le mécanisme exact de cette articulation composée. A. Fick et Henke ont eu une grande influence sur la formation des interprétations modernes de la mécanique de l'articulation en general. Ces AA. considéraient les faces articulaires comme éléments de solides de rotation c'est à dire comme des solides géométriques de forme régulière. Ce ce fait, à côté du principe de « solide de rotation » ils ont introduit le principe de « axe de rotation » dans l'étude du mouvement et ils admettaient qu'une articulation puisse exécuter des mouvements autour d'un axe comme le solide de rotation auquel on la comparait. Pour le poils, la théorie des solides de rotation a été appliquée à l'articulation entre radius et carpe, décrite par Fick comme une typique « articulatio ovalis » ou « Eigelenk » avec possibilité de rotation autour de deux axes. Cette opinion a été ensuite adoptée par nombre d'AA, et on la trouve fréquemment dans la bibliographie moderne.

Les AA. décrivent les aspects plus typiques de l'articulation ovale de Fick et de l'ideai solide de forme ovoidale selon Fische.

Il pensent que pour l'interprétation du mécanisme articulaire complexe on n'a pas donné assez d'importance à la forme irrégulière des facettes articulaires, si caractéristique pour l'articulation du pouls. En effet, la simplification de la mécanique articulaire par la théorie cynétique, en comparant les facettes articulaires à la forme d'un solide géométrique de rotation ideai, ignore complètement la morphologie typique et essentielle de l'articulation et empêche d'obtenir des nouveaux points de vue dans l'étude de l'articulation du pouls.

On a donc tâché d'établir une relation entre la forme irrégulière des facettes articulaires et le mécanisme des mouvements.

Summary

In the second half of the nineteenth and on the beginning of the twentieth century we find in the medical literature extensive and detailed investigations on the anatomy and the articular mechanism of the pulse. Among the most authoritative papers on this problem, the AA. have found essentially anatomical investigations and studies on the articular pathology.

From the large literature presented, it may be concluded that the bones of carpus during movements of articulation of the pulse have been clearly described without however reaching an agreement as to the exact mechanism of this composed articulation. A. Fick and Henke had a great influence on modern views of articulations in general. These AA. considered the articular faces as elements of rotation solids, i.e. as geometrical solids of regular shape. Along with the concept of « rotation solid » these AA. introduced the concept of « rotation axis » for the study of movement, sustaining that an articulation may perform movements around an axis, exactly as the solid it was compared to. For the pulse, the theory of rotation solids has been applied to the articulation between radius and carpus, which has been described by Fick as a typical « articulatio ovalis » or « Eigelenk » with the possibility of rotating around two axes. This opinion has then been adopted by a number of AA. and is frequently found in modern literature.

The AA. describe in the essential lines the characters of Fick's oval articulation and of the ideai ovoid-shaped solid according to Fische.

It is believed that in the interpretation of the complex articular mechanism not enough importance has been attributed to the irregular form of the articular faces, which is typical of the pulse articulation. Actually, the simplification of the articular mechanics by the cynetic theory comparing the articular faces to ideai geometrical rotation solids quite ignores the typical and essential morphology of the articulation and prevents any new acquisition in the investigation of the articulation of the pulse.

The AA. have thus deemed useful to try to establish a relationship between the irregular form of the articular faces and the mechanism of movements.

Zusammenfassung

In der zweiten Hälfte des XIXⁿ und zu Beginn des XX^o Jahrhunderts erscheinen in der ärztlichen Literatur ausgedehnte und tiefgehende Untersuchungen über die Anatomie und den Gelenkmechanismus des Puls. Unter den wichtigsten Literaturangaben fanden die Verf. hauptsächlich anatomische Studien und Untersuchungen über die Gelenkpathologie.

Aus der Literaturübersicht geht hervor, dass die Morphologie und die Mechanik der Carpusknochen während den Artikulationsbewegungen des Puls

•eingehend beschrieben wurden, ohne dass es jedoch zu einem Einvernehmen über den genauen Mechanismus dieses komplexen Gelenks kam. A. Fick und Henke hatten auf die Bildung der modernen Auffassungen der allgemeinen Gelenkmechanik einen grossen Einfluss. Diese VerfE. betrachteten die Gelenkoberflächen als Elemente von Rotationskörper, also als geometrische Körper mit regelmässiger Form.

Mit dem Begriffe von « Rotationskörper » führten diese Verri¹, auch den Begriffe von « Drehungsaxe » ein und nehmen an, dass ein Gelenk Bewegungen um eine Achse, wie der Rotationskörper mit dem es verglichen wird, ausführen kann. Beim Puls wurde die Theorie der Rotationskörper bei der Artikulation zwischen Radius und Carpus angewendet, die durch Fick als eine typische « Articulatio ovalis » oder « Eigelenk » beschrieben wurde. Späterhin wurde diese Ansicht durch viele VerfE. vertreten und man findet sie häufig in der modernen Literatur.

Die Verff. beschreiben in den Hauptlinien die Eigenschaften des Eigelenks nach Fick und des idealen ovoidalen Körpers nach Fische.

Man behauptet jedoch, dass bei der Interpretierung des komplexen Gelenkmechanismus die irreguläre Form der Gelenkoberflächen, die bei der Pulsartikulation so charakteristisch ist, nicht genügend in Betracht gezogen wurde.

Tatsächlich führt uns die Vereinfachung der Gelenkmechanik der cynetischen Theorie, die die Gelenkoberflächen der Form eines idealen Rotationskörper nähert, zu einer vollkommenen Vernachlässigung der typischen und essentiellen Morphologie des Gelenks und verhindert uns dadurch, neue Standpunkte bei der Untersuchung des Pulsgelenks zu vertreten.

Aus diesem Grund hielten es die VerfE. für nützlich festzustellen, ob zwischen der unregelmässigen Form der Gelenkoberflächen und dem Mechanismus der Bewegungen Beziehungen bestehen.

Bibliografia

- ALBINUS B. S.: *De ossibus corporis humani*. Cit. da Lycklama a Nijeholt, 1726.
BARBIERI M.: *Le fratture isolate del piramidale ed i loro esiti*. Clin. Ortop., XI, 537.
CHIGOT P. L., ESTHVE P.: *Traumatologia Infantile*. L'Expansion Ed., Parigi, 1958.
du pyramidal). Bull. Soc. Chir. Paris, 51, 277, 1925.
BATTELLI L.: *Sulle sinostosi congenite del semilunare e piramidale*. Chir. Org. Mov., XLVII, 506, 1959.
BENDAC C., BIESALSKI K.: *Zur anatomie und Physiologie des Handgelenks*. Arch. f. Physiol., 365, 1907.
BENNINGHOFF A.: Citato da Lehubuch der Anatomie des Menschen, II, 1939.
BERTIN J.: *Déplacement du semi-lunaire en avant*. Bull. Soc. Chir., Paris, 51, 777, 1925.
BICHAT X.: *Traité d'anatomie descriptive*. I, 1819.
BLAU O.: *Fünfzeten Kalinbeinbrilche (fractura ossis navicularis carpi)*. Dtschr. Zschr. Chir., 72, 445, 1904.
BLES Ch.: *Roentgenologische Diagnostiek van andoeningen van het polsgewricht*, 1910.
BLINI V.: *Le lesioni traumatiche del carpo*. Min. Ortop., IX, 132, 1958.
BOEREMA I.: *Ueber die Pseudartfrose des Os navicular manus*. Arch. Orthop. Unfallchir., 38, 42, 1938.
BONIN O. von: *A note on the kinematics of the wrist-Joint*. J. Anat., 63, 259, 1929.
BOYER A.: *Traité compieci d'anatomie*. Cit. da Lycklama a Nijeholt, 1803.
BRADLEY K. C., SUNTJERLAND S.: *The range of movement at the wrist Joint*. Anat. Rec., 116, 139, 1953.
BRAUNE W.: *Ueber den Mechanismus der menschlichen Hand*. Anat. Anz., 2, 395, 1887.
BRAUNE W., PISCHER O.: *Das Gesetz der Bewegungen in den Gelenken an der Basis der mittleren Finger und im Handgelenk des Menschen*. Abh. K. Sachs. Ges. Wiss., 13, 223, 1887.

- BRAUNE W., FISCHER O.: *Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendende Methode, erläutert an Gelekmehanismus des Vorderarms beim Menschen.* Abh. K. Sachs. Oes. Wiss., 13, 313, 1887.
- BRAUNE W., PLUGEL A.: *Ueber Pronation und Supination des menschlichen Vorderarmes und der Hand.* Arch. Anat. Entw. Gesch., 169, 1882.
- BONIN G.: *A note on the kinematics of the wrist-joint.* J. of Anatomy, LXIII, 259, 1929.
- BRAUS H.: *Anatomie des Menschen.* Springer. Berlin, 1921.
- *Anatomie des Menschen, I,* 1954.
- BROEK A. J. P. van deli, BOEKE J., BARGE J. A. J.: *Leerboek der beschrijvende ontleedkunde van den mensch., I,* 1954.
- BRYCE T. H.: *On certain points in the anatomy and mechanism of the wrist-joint reviewed in the light of a series of roentgen ray photographs of the living hand.* 3. Anat. Phys., 31, 59, 1896.
- BTHLER A.: *Das Verhalten der Carpalknochen bei den Seiterbewegungen der Hand.* Anat. Anz., 16, 223, 1899.
- BUNNEL S.: *Surgery of the hand,* 1944.
- CAPECCHI V., EMANUELE L.: *Eccezionale reperto di osso soprannumerario bilaterale del carpo: "trapezium secundarium" od "os intermetacarpeum".* Atti S.O.T.I.M.I., V, 29, 1960.
- CHIAPPETTA L. A.: *Semeiologia de la muñeca.* Sem. Med. Buenos Aires, 64, 554, 1957.
- CLAVELLIN Ch.: *Deux cas de dislocation du carpe.* Bull. Soc. Chir., Paris, 51, 362, 1925.
- COHEN A. J.: *Lesions of the carps.* Arch. Ch'ir. Neerl., 5, 14, 1953.
- COLUMBUS R. C.: *De re anatomicalibri,* XV, 1559. Cit. da Lycklama a Nijeholt.
- CANTESSA A., BATELLI L.: *Contributo allo studio delle fratture isolate dell'osso piramidale.* Chir. Org. Mov., XLVIII, 71, 1960.
- CRUVEILLHIER J.: *Tratte d'anatomie descriptive, I.* cit. da Lycklama Nijeholt.
- CUNEO B., VEAU V.: *De la physiologie des articulations du poignet.* Presse Med., 5, 361, 1897.
- CUNEO P., VEAU B.: *La mécanique du poignet.* C. R. Congrès Int. Med., Parigi, 1902.
- CUNNINGHAM: *Text book of Anatomy,* 1951.
- CYRIAX E. P.: *Some new facts in the anatomy of certain movements.* J. Anat. Phys., 51, 396, 1917.
- CYRIAX E. F.: *On the rotary movements of the wrist.* J. Anat., 60, 199, 1926.
- CYRIAX E. P., MELVILLE S.: *The pathology of so-called sprains of the wrist. With a note on skigrams in these conditions.* New York Med. J., 113, 538, 1921.
- DELBET P.: *Luxations dorsale du grand os avec fracture, di scaphoide, sans énucléation du semi-lunaire.* Bull. Soc. Chir., Paris, 40, 159, 1914.
- DEMOULIN A.: *Luxation méconnue du grand os en arrière (luxation dite du semi-lunaire). Resultat fonctionnel satisfaisant sans intervention.* Bull. Soc. Chir., Paris, 40, 317, 1914.
- DESTOT E.: *Pognet et Rayons X.* Lyon Chir., 18, 309, 1921.
- *Traumatisme du Poignet ed Rayons X.* Masson Ed., Pari, 1923.
- DESTOT E., BRIAU L.: *Anatomie et Physiologie du poignet par la radioscopie et la radiographie.* Les rayons X, 1898.
- DOUGLAS G. A. C.: *Disslocations of the lunare bone.* Med. J. Austr., 1, 609, 1936.
- DUPUYTREN M.: *Lecons orales de clinique chirurgicale IV.* Cit. da Lycklama a Nijeholt, 1836.
- DURANTI M., D'ADDATO M.: *Studio anatomo-junzionale del nervo mediano nel canale carpale.* Arch. Putti, II, 192, 1959.
- BUTTA P. C.: *Certain injuries of the wrist are frequently overlooked.* Indian Med. Gas., 68, 202, 1933.
- ETTORRE E.: *L'enucleazione traumatica del semilunare.* Chir. Org. Mov., 12, 153, 1928.
- FALDINI G.: *Ricerche sullo sviluppo delle articolazioni., V,* 679, 1921.
- *Ulteriore contributo allo studio dell'embriogenesi e morfogenesi delle articolazioni.* Com., VI, 1, 1922.
— *Ulteriore contributo allo studio dello sviluppo delle articolazioni.* Com., VII, 288, 1923.
- PICK A.: *Die Medizinische Physik,* 1856.

- *Specielle Bewegungslehre*. L. Hermann Handbuch der Physiologie, 1, 1879.
- FICK K.: *Ergebnisse einer Untersuchung der Handbewegungen met X-Strahlen*. Anat. Anz., 19, 175, 1901.
- *Ueber die Bewegungen in den Handgelenken*. Abh. K. Sachs. Ges. Wiss., 26, 419, 1901.
- *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, I en II*. 1904.
- *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, III*. 1911.
- FISCHEB O.: *Theoretische Grundlagen für eine Mechanik der lebenden Körper*, 1906.
- *Kinematik organischer Gelenke*, 1907.
- *Medizinische Physik*, 1919.
- POISY E.: *Luxation du grand os, énucléation du semi-lunaire, fraeture et luxation dorsale du pyramidal. Ehec de la réduction, extirpation du semi-lunaire suivie d'un resultat satisfaisant*, Bull. Soc. Chir., Paris, 40, 732, 1914.
- FORNI I., CAPPELLINI O.: *Compendio di meccanica articolare*. Ed. Rizzoli, 1956.
- FOBSELL G.: *Ueber die Bewegungen in Handgelenke des Menschen Sine röntgographische Studie*. Skand. Arch. Physiol., 12, 168, 1902.
- PRAZEB J. E.: *The anatomy of the Human Skeleton*, 1946.
- FUSI F.: *Le lussazioni carpo-métacarpiche*. Min. Ortop., Vili, 23, 1957.
- GALENUS C.: Cit. da Lycklama a Nijeholt.
- GHIGI C.: *Contributo allo studio dell'articolazione della mano*. Chir. Org. Mov., 23, 344, 1939.
- *Contributo allo studio dell'anatomia topografica della meccanica articolare della costituzione interna dell'osso navicolare*. C.O.M., XXX, 116, 1946.
- *La genesi delle forme delle articolazioni. Critica bio-morfologica alla teoria meccanica*. Ort. Traum. App. Mot., XVIII, 117, 1950.
- GHILARDI G., PABMEGGIANI G.: *Lussazioni e sublussazioni trapezio-metacarpiche*. Min. Ortop., II, 498, 1960.
- *Le fratture del carpo*. Min. Ortop., IX, 625, 1958.
- GILFORD W. W., BOLTON B. H., LAMBRINUDI C.: *The mechanism of the wrist Joint with special reference to fractures of the scaphoid*. Guy's Hosp. Rep., 92, 52, 1943.
- GBANT J. C. B.: *A method of anatomy*. 1944.
- GBAY'S: *Anatomy descriptive and applied*, 1954.
- ORAZIANI A.: *L'esame radiologico del carpo*. Rad. Med., 27, 382, 1940.
- GRIMAUULT L.: *Luxation subtotale du carpe rétro-lunaire. Réduction sanglante tardive*. Rev. Orthop., 14, 151, 1927.
- GUNTHER G. B.: *Das Handgelenk in mechanischer, anatomischer und chirurgischer Beziehung*. 1850.
- HAFFERL A.: *Lefirubuch der topographischen Anatomie*, 1953.
- HEIBERG J.: *Ueber die Drehungen der Hand*, 1884.
- HENKE K.: *Ueber die anatomie und Mechanik der Gelenke*. Fischer Jena, 1863.
- *Ueber die Bewegung der Handwurzel*. Zeit. f. Nat. Med., 3, Vii, 1899.
- KUENTS P.: *Les géodes du semilunaire. Thèse de Doctorat*. Lion, 1923.
- HENKE W.: *Die Bewegungen der Handwurzel*. Zsch. Rat. Med., 7, 27, 1859.
- HENKE Ph. J. W.: *Handbuc/i der anatomie und Mechanik der Gelenke mit Riicksicht auf Luxationen und Contracturen*. 1863.
- HENLE J.: *Handbuch der systematischen anatomie des Menschen, T*. 1856.
- JOHNSTON H. M.: *Varying position of the carpai bones in the different movements ar the wrist*. J. Anat. Phys., 41, 109, 1907.
- *Varying positions of the carpai bones in the different movements at the wrist*. J. Anat. Phys., 41, 280, 1907.
- JONES R. W.: *Carpai semilunar dislocations and other wrist dislocation with associated nerve lesions*. Proc. Bov. Soc. Med., 22, 1071, 1929.
- *Primary nerve lesions in injuries of the elbow and wrist*. J. Bone J. Surg., 12, 121, 1930.
- *Injiuries of the Wrist*. Practitioner, London, 127, 122, 1930.
- LAMOEN E. A. M. van: *De functionele betekenis van de vorrn van het os naviculare en het os lunatum*. Ned. Tsch. Geneesk., 101, 611, 1957.
- *Het mechanisme van de carpus bij abductie van de hand*. Ned. Tsch. Genesk., 103, 709, 1959.
- LAMOEN E. A. M. van, LANDSMEER J. M. P.: *L'anatomie fonctionnelle du carpe humain*. Compt. Rend. Ass. Anat., 96, 818, 1957.

- *La proiezione radiologica dell'osso navicolare e dell'osso semilunare*. Atti Soc. Ital. Anat., 397, 1958.
- LANZ T., WACHSMUTH W.: *Arm. Praktische Anatomie*. Springer, Berlin, 1935.
- LESSHAFT P.: *Das handgelenk des Menschen*. Anat. Anz., XX, 320, 1902.
- LAST B. J.: *Anatomy Regional and Applied*. 1954.
- LESSHAFT P.: *Ueber das Verhältniß der Form der Gelenkflächen zur Bewegung*. Anat. Anz., 19, 289, 1901.
- LOMBARD P., GONABD P'.: *Dislocation ancienne du carpe. Troubles nerveux. Résection de la première ragée. Guérison*. Bull. Soc. Chir., Paris, 51, 290, 1925.
- LYCKLAMA A' NIJEHOLT H. J.: *De onderlinge verhouding der beenderen van den voorarm en van den handwortel Mj verschillende standen van de hand*. Diss. Leiden, 1900.
- MAC CONAILL M. A.: *The mechanical anatomy of the carpus an dits hearing on some surgical problems*. J. Anat., 75, 166, 1941.
- MANARESI C.: *La meccanica articolare del polso in relazione al trattamento delle fratture discaloide*. Arch. Putti, XVIII, 250-260, 1963.
- MANCINI U.: *Dettagli di diagnostica radiologica della mano: il profilo del canale del carpo*. Arch. Putti, IX, 45, 1957.
- MANGINI U., BONI V.: *Gli elementi accessori delle ossa del carpo. (Osservazioni cliniche, anatomiche, radiografiche)*. Arch. Putti, XII, 31, 1959.
- MANGINI U., FLOBIO L.: *Sinostosi congenite delle ossa del carpo*. Arch. Putti, II, 107, 1909.
- MERKEL Fr.: *Trattato di anatomia topografica*. Trad. Sperino. U.T.E.T., 1909.
- MEYER H.: *Das Handgelenke*. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med., 657, 1866.
- *Einige Worte ueber Beugung, Streckung, Supination und Pronation*. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med., 670, 1866.
- *Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes*, 1873.
- *Ueber Bestimmung der Gelenkflächen*. Verh. X. Int. Med. Congr. Berlin, 56, 1891.
- MITCHELL G. A. G., PATTERSON E. L.: *Basic anatomy*, 1954.
- MOLLIER S.: *Plastische Anatomie*, 1924.
- MORRIS H.: *The anatomy of the Joints of Man*, 1897.
- MORRIS: *Human anatomy*, 1944.
- MOSCATO P.: *Su due casi di frattura isolata del grande osso del carpo*. S.O.T.I.M.I., V, 14, 1960.
- MOTTA C., BASILE N.: *Considerazioni sulle fratture rare del carpo*. S.I.O.T., XLIV, 1959.
- BASSET A.: *Un cas rare d'anomalie du squelette du carpe. (Fusion du semi-lunaire' ci* 44, 2444, 1938.
- NEMETHI C. E.: *Normal Wrist Motion*. Ind. Med. Surg., 22, 230, 1953.
- ODASSO A.: *Le fratture isolate dell'osso semilunare*. Chir. Org. Mov., 12, 1, 1928.
- ORTS LLORGA F.: *Anatomia humana*, I, 7944.
- OTTONELLO P.: *Studio radiografico funzionale dell'articolazione radiocarpica normale in proiezione dorso-palmare*. Radioterapia, Bologna, 13, 466, 1958.
- PATURET G.: *Traité d'anatomie humaine*, II, 1951.
- PERNKOPF E.: *Topographische Anatomie des Menschen*, I, 1937.
- PERSCHL A.: *Luxation des Mondbeins nach volar und nicht perilunare luxation der Hand nach dorsal*. Arch. Orthop. Unfallchir., 38, 657, 1938.
- PIETROGRANDE V., MOTTA C.: *Considerazioni sulle fratture dello scafoide carpale e sul loro trattamento*. Ort. Od. Riabil., V, 1, 1960.
- PLAS A. F.: *Parilunare luxatie*. Ned. Tsch. Geneesk., 100, 2367, 1956.
- POIRIER P.: *Traité d'anatomie humaine*, I, 1904.
- POIRIER P., CHARPY A.: *Traité d'anatomie humaine*. Masson Ed., Paris, 1899.
- RAUBEB-KOPSCH: *Lehrbuch und Atlas der anatomie des Menschen*. 1955.
- RIOLANUS J.: *Opuscula anatomica nova*, 1649. Animadversiones in opus anatomicum Andrae Laurentii. Animadversiones in theatrum anatomicum Caspari Bahuini. Cit. da Lyklama a Nijeholt.
- ROUVIERE H.: *Anatomie humaine*, II, 1943.
- SHEPHERD F. J.: *A note on the radio-carpal articulation*. J. Anat. Phys., 25, 349, 1891.
- SOBOTTA J.: *Atlante di anatomia descrittiva*. Ed. Sc. Sansoni, Firenze, 1950.
- SPALTEHOLZ W.: *Randatlas und Lehrbuch der anatomie des Menschen*, I, 1953.
- TESTUT L.: *Anatomia umana*. U.T.E.T., 1943.

- TESTDT L., JACOB O.: *Trattato di anatomia topografica*. U.T.E.T., 1950.
- THANE G. D.: *Trattato di anatomia umana*. Trad. Lachi, Soc. Ed. Lib., 1897.
- TODD B. B.: Cit. da Lycklama a Nijholt, 1839.
- *The cyclopaedia of anatomy and physiology*, IV. Cit. da Lycklama a Nijholt, 1852.
- TONDUBY O.: *Angewandte und topographische anatomie*, 1959.
- TARDIF B.: *Morphologie du scafoide carpien*. Arch. Anat. Pat., 10, 219, 1962.
- TUCCI A., BOMANINI L.: *Sulle lussazioni perilunari del carpo*. Ort. Traum. App. Mot., XXVII, 197, 1959.
- VIBCHOW H.: *Das skelett der ulnarwilrts abducirten und radialwdrts abducirten Hand*. Zschr. Morph. Anthropol., 1, 453, 1899.
- *Roentgen-Aufnahmen der Hand*. 5. ber. Ges. Natur. Pr., Berlin, 4, 79, 1899.
- *Roentgen-Aufnahmen der Hand*. 8. ber. Ges. Natur. Fr., Berlin, 5, 90, 1899.
- *Ueber Einzelmechanismen am Handgelenk*. Arch. Phys., 369, 1902.
- *Die Weiterdrehung des Naviculare carpi bei Oorsalflexion, un& die Bezeichnungen der Handbänder*. Anat. Anz., 21, 111, 1902.
- *Gefrierskelet-Präparat der hand und Henke'sche Axen*. Arch. Phys., 361, 1903.
- *Was die normale anatomie und die pathologische Anatomie von einem chronisch-arthritischen Handgelenk lernen kann*. Berliner klin. Wschr., 36, 1C65, 1921.
- *Gesamtmechanismus und Einzelmechanismus, ini Handgelenk des Menschen*. Sitzung. Gesellsch. D. Natur. Ir., Berlin, 1921.
- *Chironische artheritis und mechanismus des Handgelenkes*. Arch. Orthop. Unfallchir., 38, 634, 1938.
- WAKELEY C. P. G.: *Dislocated carpai semilunar bone*. Proc. Boy. Soc. Med., 23, 599, 1930.
- WELLEB S.: *Zur Behandlung von frischen Kahnbeinbrüchen der Hand*. Dtsch. Med. Wschr., 85, 544, 1960.
- WESTEB J.: *De klinische en sociale betekenis van de fracture van het os navicular manus*. Diss. Amsterdam, 1947.
- WILDENAUER E.: *Die Oberfläche der proximalen Carpalreihe*. Zschr. Anat. Entw.-gesch., 116, 348, 1952.
- WINSLOW J. B.: *Exposition anatomique de la structure du corps humain*. 1732.
- WOOD JONES P.: *The principles of anatomy as seen in the Hand*. 1946.
- WBIGHT B. D.: *A detailed study of movement of the wrist Joint*. 3. Anat., 70, 137, 1935.
- WUENSCH K.: *Ein 3. Fall einer angeborenen Radius-Lunatum-Fusion, zugleich Versuch einer analyse der Bewegungsachsen beider Handgelenkshammern*. Arch. Orthop. Unfallchir., 48, 180, 1956.