

NOTE SULLA MECCANICA ARTICOLARE DEL CARPO

Nota 2.

La determinazione della forma delle superfici articolari
(con 5 figure nel testo)

di

E. SERRA

G. PAPANDREA

L. PANELLI

(In redazione il 15 Luglio 1965)

E' nostra intenzione, in questa nota, illustrare il metodo da noi adottato nello studio anatomo-funzionale dell'articolazione del carpo.

Tra i numerosi metodi di indagine degli Autori che in passato si sono dedicati all'argomento, ci è parso opportuno ricordarne solamente alcuni che si sono dimostrati più interessanti o di maggiore rilievo per la formulazione delle teorie che ebbero notevole influenza sull'odierna opinione riguardo al meccanismo articolare del carpo.

GÜNTHER, nel 1850, compì uno studio approfondito su preparati anatomici, e sulla propria mano destra, esaminandone l'ampiezza dei movimenti articolari. Il suo metodo di studio, sui preparati anatomici, era il seguente: l'articolazione radiocarpica e quella mediocarpica venivano esaminate separatamente, escludendo alternativamente una di queste due articolazioni mediante la immobilizzazione di varie ossa. Fissando degli aghi nelle ossa componenti l'articolazione considerata, ne misurava l'ampiezza dei movimenti. L'Autore però non indica da quale posizione iniziale della mano abbia valutato il grado di escursione articolare.

GÜNTHER si dedicò pure, con particolare attenzione, alla forma delle facce articolari delle ossa del carpo ed alla misurazione delle loro curvature. A tale scopo riferisce di avere sezionato a metà le ossa misurando il raggio e l'arco delle superfici di sezione in direzione radioulnare e dorsopalmare. A nostro avviso, però, non si possono ottenere sufficienti dati, per la valutazione di una faccia articolare, mediante la determinazione delle curvature in due sole sezioni ed in direzioni qualsiasi. Infatti esse debbono essere rilevate in numero sufficiente e secondo direzioni ben determinate. Tuttavia è da ascrivere a GÜNTHER il merito di avere cercato di stabilire il nesso tra la forma reale delle facce articolari ed il meccanismo del movimento.

Nel 1859 HENKE condusse studi per determinare la partecipazione delle articolazioni radiocarpica e mediocarpica ai vari movimenti della mano e per stabilirne gli assi di rotazione. Fissò degli aghi nelle ossa della filiera prossimale del carpo e nell'osso capitato. Quindi, partendo dalla posizione di massima flessione dorsale, cioè dalla posizione nella quale sia l'articolazione radiocarpica che l'articolazione mediocarpica sono completamente estese, 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 assumeva 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. Constatò inoltre che per raggiungere la flessione palmare completa, nei due casi, doveva rispettivamente provocare la flessione dell'articolazione mediocarpica o radiocarpica con meccanismo complementare.

Per la determinazione degli assi immaginari dell'articolazione del polso HENKE osservò che gli aghi infissi nelle ossa del carpo, durante i movimenti della mano, descrivono dei coni di rotazione il cui asse, stabilito ad occhio dall'Autore, rappresentava l'asse di rotazione dell'osso. Semplificando la metodica prese i movimenti dell'osso scafoide come punto di partenza delle sue ricerche. Determinò quindi gli assi di rotazione di questo osso rispetto alle articolazioni radiocarpica e mediocarpica e li adottò per le intere articolazioni.

Dopo il 1895 la meccanica funzionale del polso fu studiata da numerosi Autori con l'ausilio dell'indagine radiografica comparata a quella anatomica. In verità tali ricerche, radiografiche ed anatomiche, all'inizio si limitarono a descrivere l'anatomia radiografica delle ossa del carpo nei vari atteggiamenti della mano, senza ulteriori interpretazioni teoriche della meccanica articolare (BRYCE, 1896; ZUCKERKANDL, 1897; BUHLER, 1899; CUNEO e VEAU, 1897). In seguito WIRCHOV (1899, 1902, 1903) dopo studi condotti con metodo anatomico e radiografico, apportò un significativo contributo allo studio dell'articolazione del polso, confutando in parte la teoria di HENKE.

In particolare WIRCHOV, data l'importanza storica assunta dagli assi di HENKE, tentò di confermarne l'esistenza con tecnica originale. Praticò dei fori nel preparato anatomico congelato di una mano in direzione degli assi indicati da HENKE deducendone l'inaccettabilità per l'intera articolazione.

Tra gli Autori che portarono un notevole contributo all'argomento con l'indagine combinata, anatomica e radiografica, ricordiamo: LYCKLAMA e NIJEHOLT, 1900; R. FICK, 1901; FORRSELL, 1902; LESSHAFT, 1901-1902; BENDA e BIESALSHI, 1906; JOHNSTON, 1907; MOLIER, 1924; VON BONIN, 1929; WRIGHT,

1936; GRIGI, 1939; ORTIS LLORCA, 1944; PATURET, 1953; BRAUS, 1954; CHIAPPETTA, 1957; OTTONELLO, 1948; FORNI e CAPPELLINI, 1956.

GHIGI, 1939, studiò la funzione dei legamenti nelle posizioni estreme del lamano e l'ampiezza delle escursioni articolari con proiezioni radiografiche ortogonali. BRADLEY e SUNDERLAND nel 1953 hanno confrontato la ampiezza dei movimenti delle articolazioni radiocarpica e mediocarpica di un paziente affetto da anchilosi della mediocarpica con i movimenti del polso sano. NEMTHI nel 1953 ha effettuato ricerche statistiche su 1000 soggetti tra i 17 ed i 50 anni, per valutare l'ampiezza media dei movimenti del polso. LAMOEN (1957-1959-1961) condusse degli studi sulla meccanica funzionale del carpo rilevando le curvature delle facce articolari con metodo ottico e radiografico. OTTONELLO (1958) applicò allo studio della meccanica articolare del polso l'indagine roentgen-cinematografica.

Dobbiamo inoltre ricordare la vasta letteratura clinica degli ultimi della mano e l'ampiezza delle escursioni articolari con proiezioni radiografica, applicata a particolari situazioni patologiche, ha portato un notevole contributo allo studio della fisiopatologia e della biomeccanica articolare del polso.

Come abbiamo esposto nella nota precedente, dalla bibliografia consultata emerge che le opinioni riguardo al meccanismo di movimento dell'articolazione del polso sono spesso tra di loro contrastanti. A nostro modesto avviso, ciò è in parte 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 cinematica, 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 della dinamica del polso.

Pertanto, abbiamo ritenuto di una certa utilità cercare di stabilire una relazione tra la forma irregolare delle facce articolari ed il meccanismo del movimento.

Al fine di effettuare il rilievo della reale conformazione delle facce articolari del carpo, ci siamo avvalsi di un metodo strumentale e grafico eseguito su preparati anatomici. Lo strumento da noi adottato, consta di un comune apparecchio comparatore minimetro con adeguati adattamenti al nostro particolare uso (figg. 1, 2).

Abbiamo considerato successivi profili di sezioni ideali parallele della superficie articolare in esame, mediante spostamenti unitari (1 mm) del piatto porta oggetti con la vite micrometrica « A ».

Gli assi normali ai piani paralleli di sezione ideale della superficie articolare, sono stati presi a coppie ortogonali, mediante la rotazione di 90° del piatto con la leva « D », in modo che la serie di profili valutate, fossero tra loro perpendicolari.

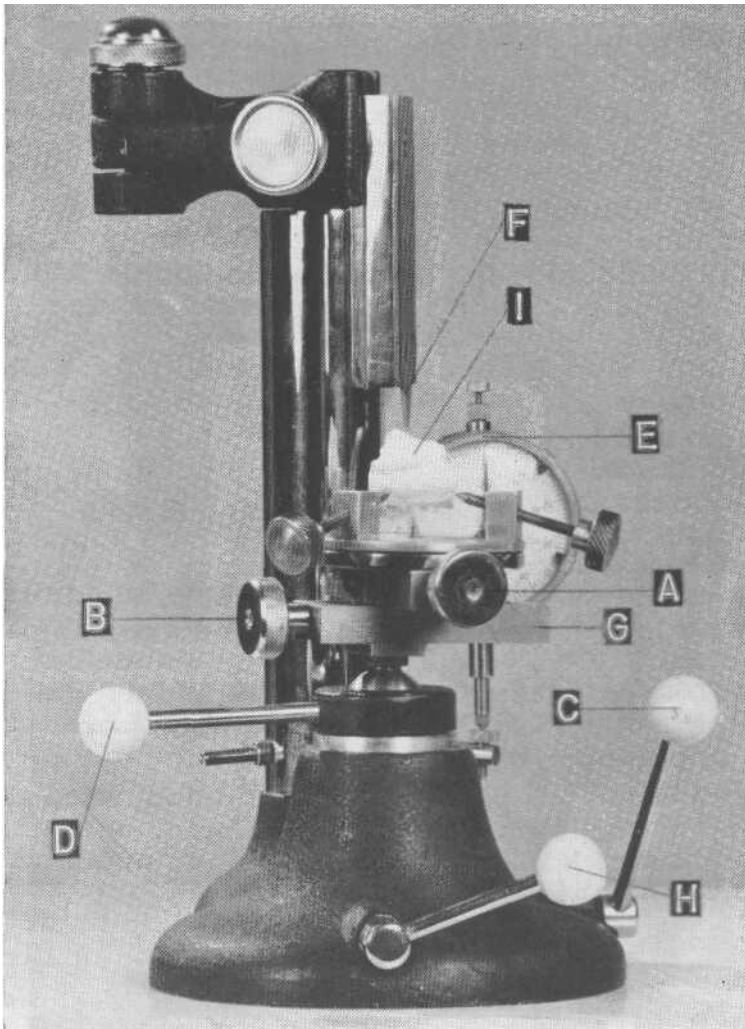


Fig. 1 - Fotografia dell'apparecchio da noi adottato per il rilievo della forma delle laccie articolari: A) Vite micrometrica per spostamenti orizzontali del piatto porta oggetti. - B) Vite micrometrica per spostamenti orizzontali del piatto porta oggetti. - C) Leva per gli spostamenti verticali del piatto porta oggetti. - D) Leva per la rotazione del piatto porta oggetti. - E) Comparatore minimetro. - P) Ago fisso di quota. - G) Piatto porta oggetti, con viti di fissaggio. - H) Leva di bloccaggio del piatto porta oggetti negli spostamenti verticali. - I) Preparato anatomico o calco in gesso della superficie articolare in esame.

Per determinare ciascun profilo sono state rilevate in successione le quote dei punti tangenti la superficie articolare ad intervalli di 1 mm con spostamenti rettilinei del piatto per mezzo della vite micrometrica « B ». Le differenze di quota tra detti punti, espressione delle pendenze della linea del profilo, sono leggibili sul quadrante comparatore mini-

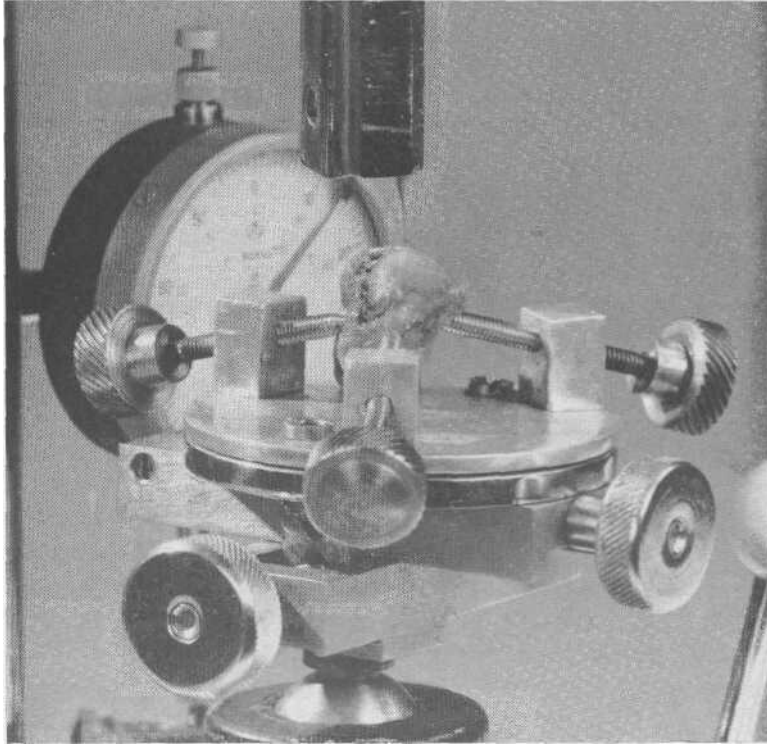


Fig. 2 - Particolare del piatto porta oggetti con preparato anatomico in esame.

metro « E », sensibile a spostamenti verticali del piatto rispetto all'ago fisso di quota « F » di $1/200$ di mm. Questi spostamenti verticali si effettuano con la leva « C ».

Con questa metodica abbiamo effettuato misurazioni statisticamente sufficienti a determinare le zone di massima e minima curvatura delle facce articolari prese in esame. Ciò è stato possibile mediante la rappresentazione grafica dei profili su carta millimetrata in scala 10/1 (fig.4).

Inoltre, sempre su carta millimetrata, abbiamo riportato in scala (5 : 1), i reticoli delle piante delle facce articolari con la rappresentazione

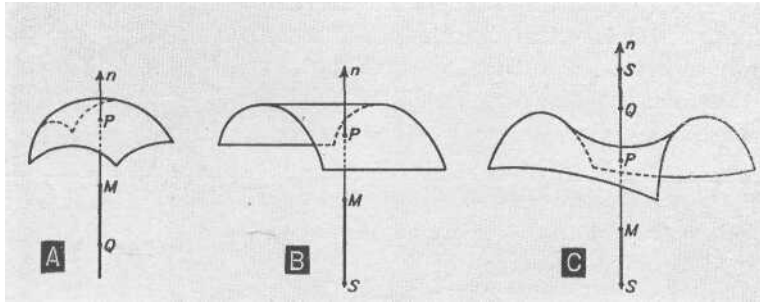


Fig. 3 - I piani passanti per la normale ad una superficie in un suo punto «P» (piani normali) segano la superficie secondo linee (sezioni normali) che hanno tutte il centro di curvatura da una stessa parte del piano tangente se il punto è ellittico (A) o parabolico (B), da parti opposte se il punto è iperbolico (C).

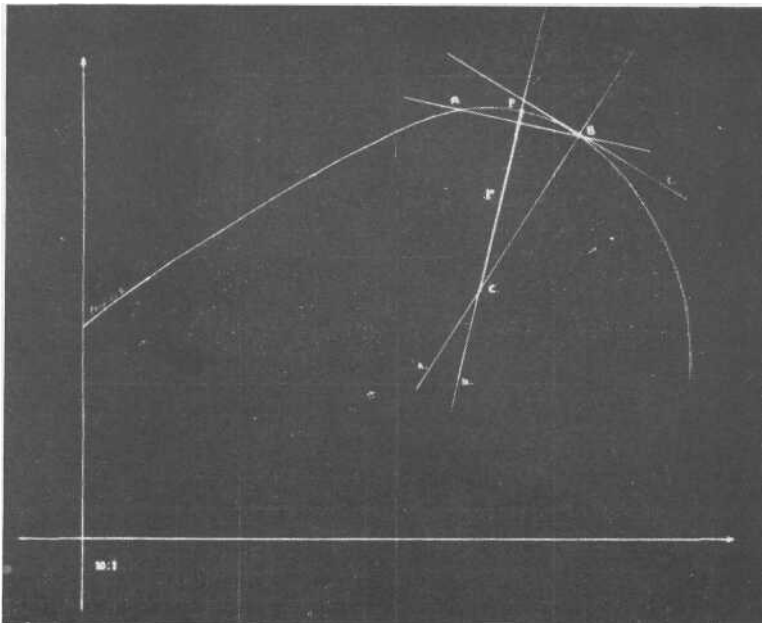


Fig. 4 - Rappresentazione grafica di un profilo e costruzione geometrica del raggio di un arco in zona di massima curvatura.

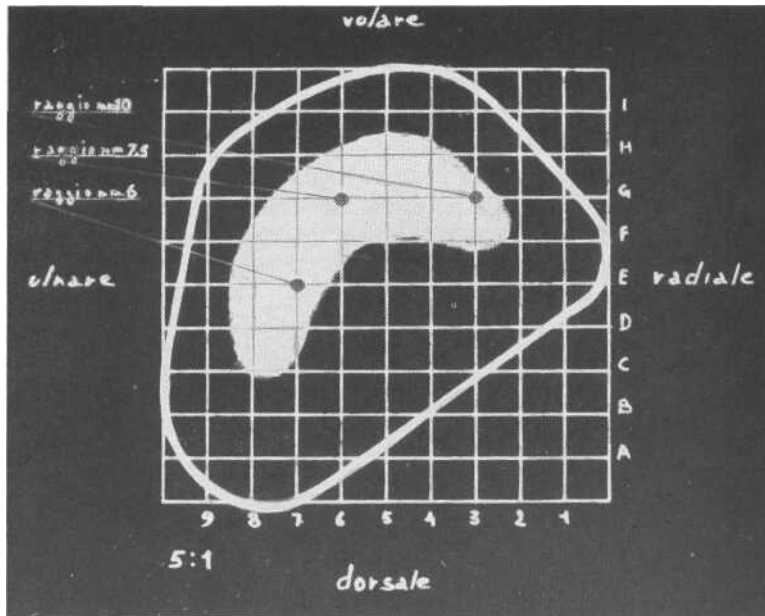


Fig. 5 - Reticolo della pianta delle pendenze della faccia articolare prossimale di un osso scafoide con rappresentazione della zona di massima curvatura. Sono rappresentati i raggi di curvatura di alcuni profili.

topografica delle pendenze delle curve dei profili (Fig. 5). Dallo studio delle rappresentazioni grafiche, è stato quindi possibile valutare quanto segue:

- 1 - I raggi di curvatura massimi e minimi di ogni profilo.
- 2 - Le massime e minime pendenze per ogni serie di profili paralleli.
- 3 - L'andamento, la direzione ed il verso delle pendenze delle facce articolari esaminate.
- 4 - Le zone di massima e minima curvatura o pendenza, delle facce articolari.
- 5 - La valutazione dei rapporti di articolarietà con rilievo di eventuali incongruenze tra superfici articolari opposte.

Il metodo da noi adottato si basa sul principio che i piani passanti per la normale ad una superficie in un suo punto « P » (piani normali) segano la superficie secondo linee (sezioni normali) che hanno tutte il centro di curvatura da una stessa parte del piano tangente se il punto è ellittico o parabolico; da parti apposte se il punto è iperbolico (fig. 3

A, B, C). Inoltre le sezioni condotte alla superficie su due piani ortogonali ed in numero sufficiente descriveranno delle linee la cui pendenza sarà espressione della curvatura dell'intera superficie.

Per calcolare graficamente il valore del raggio abbiamo considerato di curvatura regolare un piccolo tratto del profilo della superficie articolare in esame ed abbiamo misurato il raggio dell'arco teso da una corda di 4 cm (4 mm in grandezza naturale). E' ovvio che tali misurazioni le abbiamo eseguite nelle porzioni di curva che dalla osservazione del grafico risultavano più necessarie (fig. 4).

In verità la determinazione della curvatura dovrebbe essere effettuata, con il calcolo del raggio di curvatura, per le intere linee dei profili in ogni direzione. Ciò risulterebbe tecnicamente impossibile e statisticamente non necessario. Dobbiamo anche considerare che le curvature rilevate hanno presentato una pendenza graduale, pur restando fermo il concetto che le facce articolari sono di forma irregolare e non permettono assolutamente un paragone con i solidi di rotazione.

Inoltre, in base al fatto che le superfici articolari sono concave o convesse e che le variazioni di pendenza, pur essendo irregolari, si sono dimostrate graduali senza rientranze o sporgenze improvvise, possiamo affermare che le curvature massime e minime da noi rilevate non esprimeranno forse la massima e minima curvatura di una determinata faccia articolare, ma ne indicheranno l'esatta direzione di pendenza ed i valori reali più approssimati e statisticamente accettabili.

Oltre all'ampiezza di curvatura, per un arco dato, nella zona di massima pendenza, abbiamo anche determinato i raggi che passano per altri punti del profilo per ottenere così una idea abbastanza esatta dell'andamento della curva.

Questi raggi di curvatura sono stati confrontati con i raggi ottenuti dai profili ortogonali passanti per gli stessi punti. Con questo metodo di confronto, nel caso di punti ellittici e parabolici, abbiamo ottenuto valori molto approssimati o pressoché uguali a conferma di un trascurabile errore di calcolo. Nel caso invece di punti iperbolici, i raggi di massima curvatura dei profili ortogonali passanti approssimativamente per gli stessi punti, hanno dato ovviamente valori più ampiamente diversi in quanto espressione di pendenze aventi il centro di curvatura situato da parti opposte della superficie articolare. Queste ricerche, condotte su preparati anatomici di dieci polsi umani, ci hanno dimostrato la presenza di apprezzabili variazioni individuali riguardo i valori di pendenza delle facce articolari, determinanti irregolarità topografica delle zone di massima curvatura da caso a caso.

Pertanto riteniamo opportuno precisare che i valori numerici ottenuti non ci hanno permesso di valutare le curvature medie delle facce articolari delle ossa del carpo, ma si sono dimostrati idonei allo studio

dei rapporti di articularità con rilievo di eventuali incongruenze tra superfici articolari opposte.

(Le indicazioni bibliografiche sono riportate nella Nota 1; Acta Orthopaedica, 1964, da completare a cura del Big. Redattore).

Riassunto

Dopo avere ricordato alcuni tra i numerosi metodi di indagine degli Autori che in passato si sono dedicati allo studio anatomo-funzionale del carpo, viene descritto un metodo originale strumentale e grafico atto a rilevare la forma reale delle facce articolari di questa articolazione.

Lo strumento adottato dagli Autori consta di un comune apparecchio comparatore minimetro, sensibile a differenze di quota di 1/200 di millimetro tra punti di una superficie curva concava o convessa. Mediante la rappresentazione grafica delle quote dei punti di sezioni ideali delle superfici articolari esaminate, hanno ottenuto in scala le pendenze delle curve delle serie di profili ortogonali rilevati su preparati anatomici e su calchi in gesso delle ossa del carpo. Dallo studio delle rappresentazioni grafiche è stato quindi possibile valutare quanto segue:

- 1) i raggi di curvatura massimi e minimi di ogni profilo;
- 2) le massime e minime pendenze per ogni serie di profili paralleli;
- 3) l'andamento, la direzione ed il verso delle pendenze delle facce articolari esaminate;
- 4) le zone di massima e minima curvatura delle facce articolari e la loro rappresentazione topografica;
- 5) la valutazione dei rapporti di articularità con rilievo di eventuali incongruenze tra superfici articolari opposte.

Résumé

Après avoir rappelé quelques-uns parmi les nombreuses méthodes d'investigation des AA. lesquels pour les passe se sont dédiés a l'étude anatomo-fonctionnelle du carpe, on décrit une méthode originelle instrumentelle et graphique pour l'enregistrement de la forme réelle des facettes articulaires de cette articulation.

L'instrument adopté par les AA. consiste en un appareil comparateur minimètre commun sensible a une différence d'hauteur de 1/200 de millimètre entre points d'une surface concave ou convexe. Par la représentation graphique des hauteurs des points de sections idéaux des surfaces articulaires examinées, on a obtenu en échelle les pentes des courbes des séries de profils orthogonaux obtenus sur préparations anatomiques et sur calques en plâtre des os du carpe. L'étude des représentations graphiques a donc permi d'arriver aux évaluations suivantes:

- 1) Rayons de courbure maximale et minimale de chaque proni.
- 2) Pente maximale et minimale pour chaque série de profils parallèle.
- 3) Allure, direction et côte des pendencies des faces articulaires examinées.
- 4) Zones de courbure maximale et minimale des facettes articulaires et leur représentation topographique.

5) Rapports d'articulation et signalation éventuelle d'incongruités entre surfaces articulaires opposées.

Summary

Attention is first given to some among the large number of investigation techniques suggested for the past by AA. dealing with the anatomo-functional investigation of the pulse; then the AA. describe an original instrumental and graphic method for establishing the real form of the articular faces of this articulation.

The instrument adopted by the AA. consists in a common comparative minimeter apparatus registering a difference of height of 1/200 of millimeter between points of a convex or concave curved surface. By means of a graphic representation of the heights of points of ideal sections of the articular surfaces examined, a scale has been obtained of the gradients of curves of series of orthogonal prophytes obtained on anatomical specimen and on plaster-of-Paris casts of the bones of the pulse. The study of the graphic representations has allowed for the following evaluations:

- 1) The minimum and maximum radius of sweep of each prophyte.
- 2) The maximum and minimum pent of each series of parallel prophytes.
- 3) The evolution, the direction and the side of pents of articular faces examined.
- 4) The zones of maximum and minimum curve of the articular faces and their topographic aspect.
- 5) The evaluation of the relationships in the Joint and of possible inconsistencies between opposed articular surfaces.

Zusammenfassung

Nach einem Hinweis auf einige der vielen Untersuchungsmethoden der Verff., die sich in vergangenen Jahren der anatomisch-funktionellen Untersuchung des Puls gewidmet haben, beschreiben die Verff. eine originelle instrumentale und graphische Methodik zur Feststellung der realen Form der Gelenkoberflächen dieses Gelenks.

Das Instrument der Verff. besteht in einem einfachen minimetralen Vergleichungsapparat, der einen Höhenunterschied von 1/200 Millimeter zwischen Punkten einer konkaven oder konvexen gekrümmten Oberfläche registriert. Durch die graphischen Representierung der Hohen der Punkte von idealen Sektionen der untersuchten Gelenkoberflächen, hat man eine Abstufung der Form der Kurven der Serie von orthogonalen Prophyten aus anatomischen Präparaten oder Gypsabgiessen der Pulsknochen erreicht. Die Untersuchung der graphischen Representierungen ermöglichte folgende Bewertungen:

- 1) Maximaler und minimaler Kurvenradius jedes Profils.
- 2) Maximaler und minimaler Abweichungen jeder Serie von parallelen Profilen.
- 3) Orientierung, Verlauf und Direktion der Abweichungen der Gelenkoberflächen untersuchten.
- 4) Zonen der Hochst- und Mindestkrümmung der Gelenkoberflächen und deren topographische Representierung.
- 5) Bewertung der Artikulationsbeziehungen und Feststellung der möglichen Ungleichheiten zwischen entgegengesetzten Gelenkoberflächen.