

Clinica Ortopedica « G. Gaslini » dell'Università di Genova
Direttore: Prof. *L. Giuntini*

STUDIO BIOMECCANICO DELLA ANATOMIA FUNZIONALE DELLA ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE

di

G. C. BERARDI

F. PICCHETTA

P. L. NAI FOVINO

L'indagine macroscopica ed in particolare lo studio dei rapporti geometrici di posizione di un complesso articolare è di fondamentale importanza appunto perché l'ortopedia rappresenta una disciplina morfologica per eccellenza (GIUNTINI e CAPECCHI) e lo studio della forma riveste un interesse grandissimo dal punto di vista funzionale e meccanico, per rilevare quei difetti di posizione che ne derivano, quando siano oltrepassati i limiti della variabilità individuale.

La normale funzionalità meccanica dell'articolazione coxo-femorale è contenuta entro gli stretti limiti di una variabilità morfologica individuale, da determinati rapporti di orientamento dei segmenti ossei a cui è attribuita la duplice finalità del carico e della deambulazione.

Lo studio ed il rilevamento delle caratteristiche matematiche e geometriche di questi segmenti assume grande importanza sia per quanto riguarda la diagnosi sia per quanto riguarda l'orientamento terapeutico e prognostico delle lesioni della coxo-femorale. Infatti gran parte delle condizioni morbose dell'anca sono imputabili ai paramorfismi ed ai dismorfismi dell'articolazione stessa che si traducono in una alterazione dei loro normali rapporti matematici e geometrici, per cui anche le misure terapeutiche devono concorrere a riportare nei limiti della normalità i valori abnormi riscontrati, ogni qual volta ciò sia possibile.

Per questo motivo abbiamo voluto raccogliere sinteticamente, tutti quei dati che ci potevano essere di aiuto sia nella diagnosi sia nella terapia sia nel formulare un corretto giudizio prognostico.

Dal punto di vista strettamente anatomico, secondo TESTUT, « l'articolazione coxo-femorale o articolazione dell'anca è quella perfetta enartrosi che riunisce il femore alla cintura pelvica e precisamente

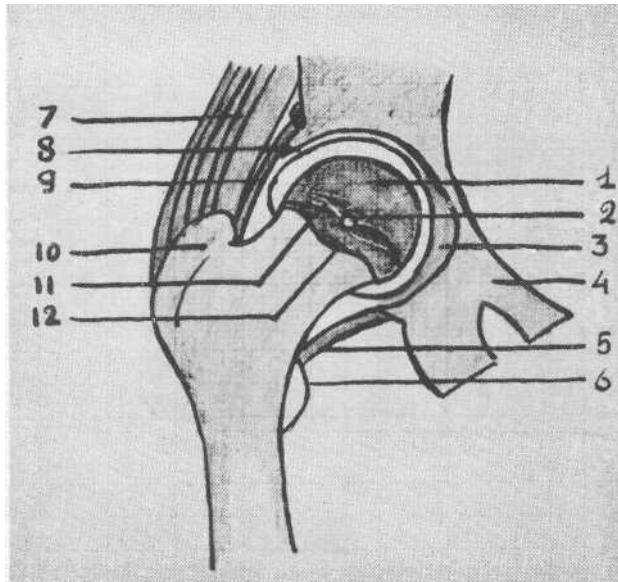


Fig. 1-A - Articolazione coxo-femorale al taglio frontale. - 1) Epifisi cefalica femorale. - 2) Centro dell'atesta femorale e dell'acetabolo. - 3) Fossa dell'acetabolo. - 4) Parte acetabolare dell'osso cubico. - 5) Parte mediale inferiore della capsula dell'articolazione coxo-femorale. - 6) Piccolo trocantere. - 7) Fascie muscolari del muscolo meio-gluteo. - 8) Tetto del ciglio cotiloideo. - 9) Capsula dell'articolazione coxo-femorale, parte superiore. - 10) Gran trocantere. - 11) Linea epifisaria. - 12) linea di separazione fra testa e collo femorale.

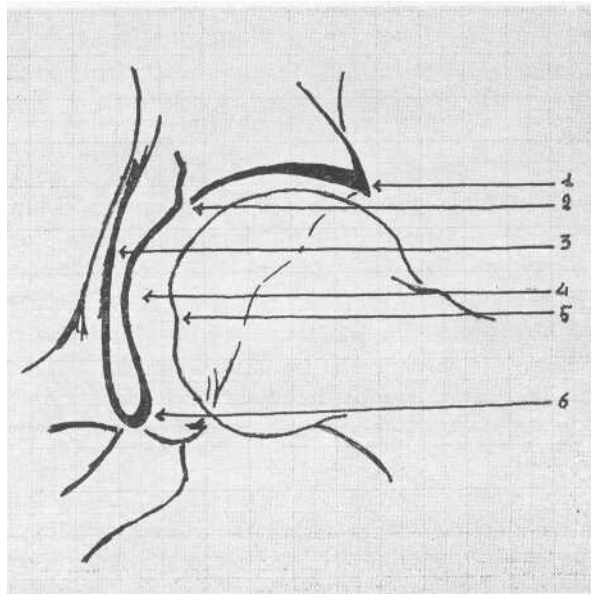


Fig. 1-B - Anatomia radiografica dell'articolazione coxo-femorale. (disegno schematico). - 1) Tetto dell'acetabolo. - 2) Incisura lacuna laterale. - 3) Eminenza ileo-pettinea. - 4) Fossa acetabolare. - 5) Fovea capitis. - 6) Incisura dell'acetabolo e corno anteriore del ciglio cotiloideo. Figura ad «U» o a lacrima.

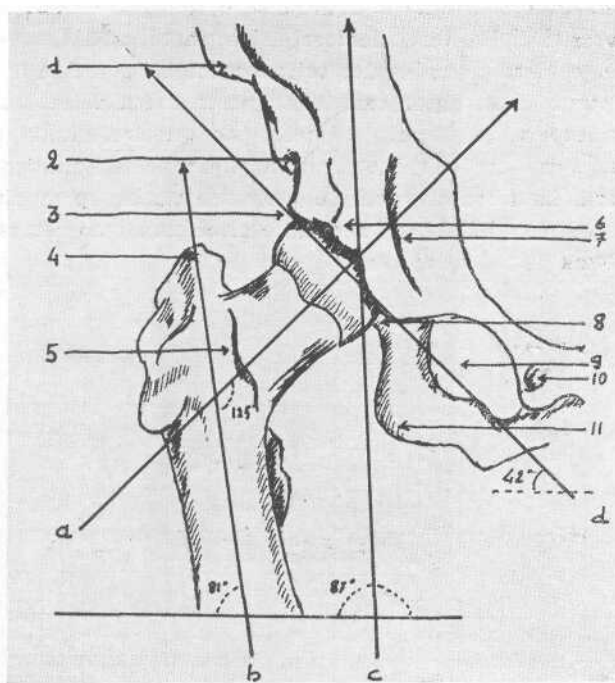


Fig. 1-C - Articolazione coxo-femorale dal punto di vista anatomico-geometrico. - a) Asse del collo femorale. - b) Asse diafisario femorale. - c) Asse meccanico femorale. - d) Linea terminale. - 1) Spina iliaca anteriore superiore. - 2) Spina iliaca anteriore inferiore. - 3) Tetto del ciglio cotiloideo. - 4) Apice del gran trocantere. - 5) Cresta intertrocanterica. - 6) Incisura lacunare laterale. - 7) Eminenza ileopettinea. - 8) Incisura dell'acetabolo. - 9) Forame otturatorio. - 10) Tubercolo pubico. - 11) Tubercolo ischiato.

all'osso iliaco ». Le sue superfici articolari sono costituite dalla testa femorale e dalla cavità cotiloide od acetabolo (Fig. 1-A, 1-B, 1-C).

Cavità cotiloide.

La cavità cotiloide o acetabolo è destinata a ricevere la testa del femore e presenta la forma di uno sferoide cavo ed è limitata verso la faccia esterna dell'osso da un orlo circolare, più o meno assottigliato, che ha nome di ciglio cotiloideo. Questo è composto dall'ileo, dal pube e dall'ischio ed è solcato per conseguenza da tre linee, che risultano dalla saldatura di queste tre ossa fra di loro.

Il punto centrale della cavità acetabolare ha una profondità massima di 2,5 centimetri. Insieme al limbus accoglie anche la metà della testa femorale ed i capi articolari si assestano solo su di una superficie semilunare o a ferro di cavallo (Fig. 2).

La concavità semilunare cotiloidea è maggiore della corrispondente convessità della testa femorale. La parte cartilaginea acetabolare si spinge oltre il ciglio del tetto cotiloideo per due o tre millimetri nel punto di maggior carico. La parte bassa della cavità acetabolare è riempita da tessuto adiposo per quattro-cinque centimetri di lunghezza, due-tre centimetri di larghezza e tre-quattro millimetri di altezza. La fossa acetabolare permette un libero movimento del legamento rotondo della testa femorale sì da non incarcerarsi (STRASSER 1917, FICK 1911, LANZ-WACHSMUTH 1938).

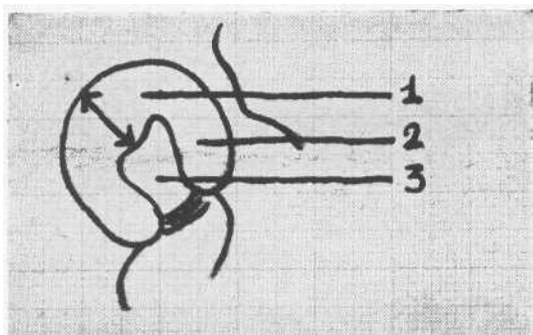


Fig. 2 - Cavità del cotile vista lateralmente e dall'esterno. - 1) Diametro maggiore della facies lunata. - 2) Facies lunata. - 3) Incisura dell'acetabolo presentante in basso il legamento trasverso.

Secondo le ricerche di GIUNTINI (1951) il cotile presenta una anti-ersione del valore medio di $10,8^\circ$ ed una inclinazione inferiore pari a $29,8^\circ$. La variabilità di questi valori è inoltre, secondo l'Autore, direttamente proporzionale a quella dei valori della torsione femorale (Fig. 3).

L'inclinazione della cavità cotiloidea è rappresentata secondo LANZ (1949) da una linea tangente il ciglio cotiloideo ed il corno anteriore del ciglio cotiloideo stesso (linea terminale di LANZ o piano di inclinazione acetabolare secondo GIUNTINI).

Questo piano forma con quello sagittale un angolo che si aggira intorno ai 42° , con uno scarto secondo LANZ da 37° a 47° . Nel neonato questo angolo ha un valore medio di 31° che raggiunge i 39° all'età di 10 anni (Fig. 4).

Testa femorale.

La testa femorale corrisponde ai due terzi di una sfera il cui centro coincide con quello della cavità acetabolare. Il suo diametro

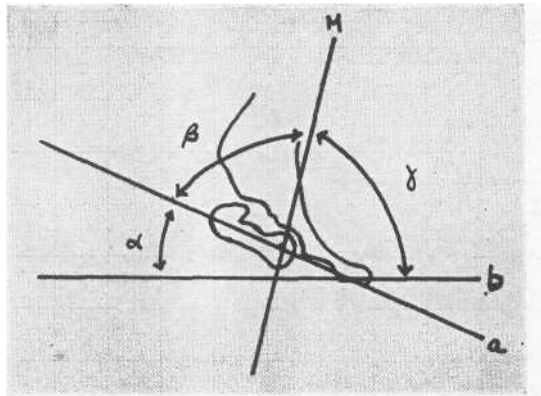


Fig. 3 - Angoli pelvici-femorali. - alfa = angolo di torsione femorale. - beta = angolo bacino femorale. - gamma = angolo della direzione dell'asse di carico del bacino. - a) Asse centrale del collo del femore. - b) Asse transcondiloideo femorale. - m) Asse di carico del bacino.

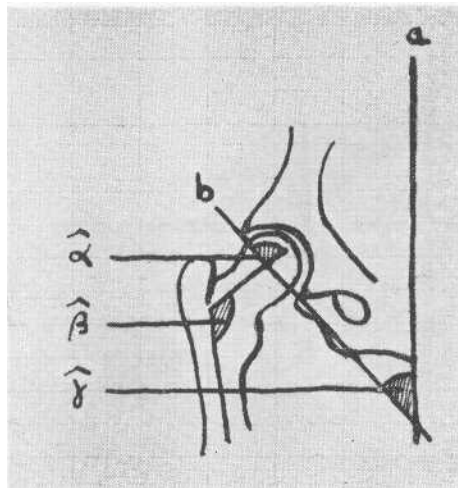


Fig. 4 - Piano di inclinazione dell'acetabolo ed angoli da esso formati. - a) Linea sagittale. - b) Linea tangente il tetto cotiloideo ed il corno anteriore inferiore dell'acetabolo (linea terminale che determina il piano di inclinazione dell'acetabolo). - alfa = angolo di incidenza dell'asse centrale del collo con la linea terminale che assume un valore di 90° quando l'angolo in beta o angolo di inclinazione femorale ha il valore di 126° . - gamma = angolo di inclinazione del bacino del valore medio di 42° .

è pari nell'uomo a circa 2,6 centimetri e nella donna a 2,4 centimetri (FICK 1911). La sua cartilagine di rivestimento è più spessa dove la testa è sottoposta a maggior carico dove raggiunge uno spessore massimo da 1 a 3,7 millimetri. La linea epifisaria non è al limite fra testa e collo femorale, ma attraversa la testa stessa. La testa femo-

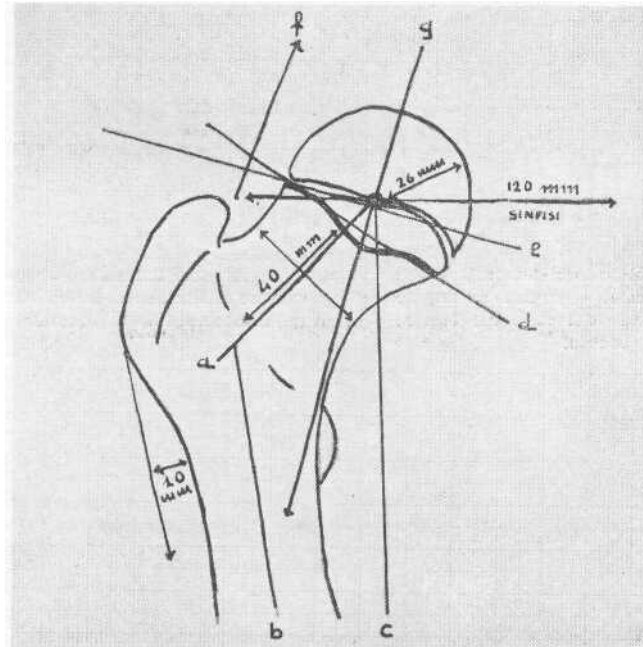


Fig. 5 - Assi e linee di forza dell'estremo prossimale del femore. - a) Asse centrale del collo femorale. - b) Asse diafisario femorale. - c) Asse meccanico femorale. - d) Linea di unione della testa al collo. - e) Linea epifisaria. - f) Risultante delle forze muscolari applicate al femore. - g) Risultante delle forze di carico applicate al femore.

rale è, per la maggior parte, posta al di sopra di questa linea e per una piccola parte, medialmente ed in basso, al di sotto a stretto contatto con quella porzione del collo femorale che forma la cosiddetta spina diafisaria (HILGENREINER 1939).

La linea epifisaria della testa femorale è normale alla risultante tra le linee di forza dei muscoli abduttori e la perpendicolare che si stacca dal centro di gravità del corpo (linea di carico secondo PAWELS 1936). La linea epifisaria forma un angolo aperto in basso rispetto al piano orizzontale di 16° considerando il femore in posizione fisiologica. Lo studio dei rapporti fra il limite inferiore della testa fe-

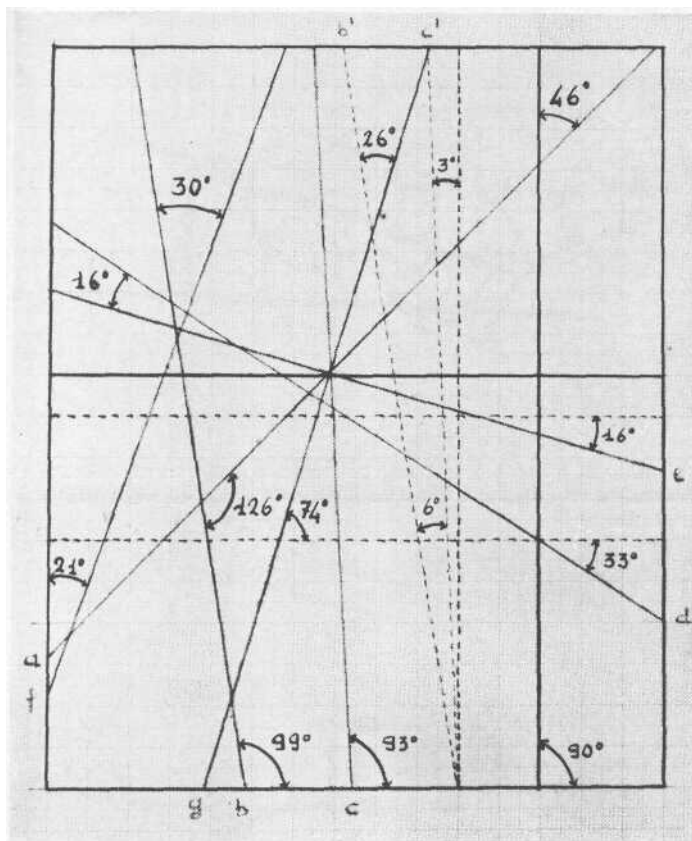


Fig. 6 - Rappresentazione geometrica dei valori angolari che gli assi, semirette e linee di forza della figura precedente formano tra di loro e con i piani verticali e trasversali.

morale (Kopfbegrenzung degli Autori tedeschi) ed il piano orizzontale è stato eseguito da STRASSER e STEINDER (1955) considerando l'asse femorale in posizione perpendicolare. Secondo questi Autori si tratterebbe di un angolo aperto verso il basso maggiore di 40° . Secondo noi si dovrebbe invece sempre considerare il femore orientato nella direzione fisiologica che assume verso il piano tangente i condili. Seguendo questo concetto si osserva che il valore di questo angolo assume il valore da noi riportato. (Fig. 5, 6).

Collo femorale.

Il collo femorale incomincia filogeneticamente al piano superiore della diafisi femorale, ed è compreso fra la linea di unione con la testa della cresta intetrocanterica misurando nell'adulto 35-40 milli-

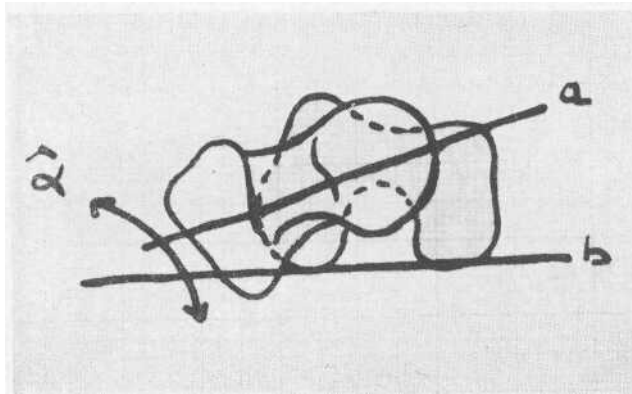


Fig. 7-A - L'angolo di torsione o declinazione femorale alfa e tracciato dell'asse centrale del collo femorale « a » e dall'asse transcondiloideo femorale « b » e da un valore medio di 12° nell'adulto.

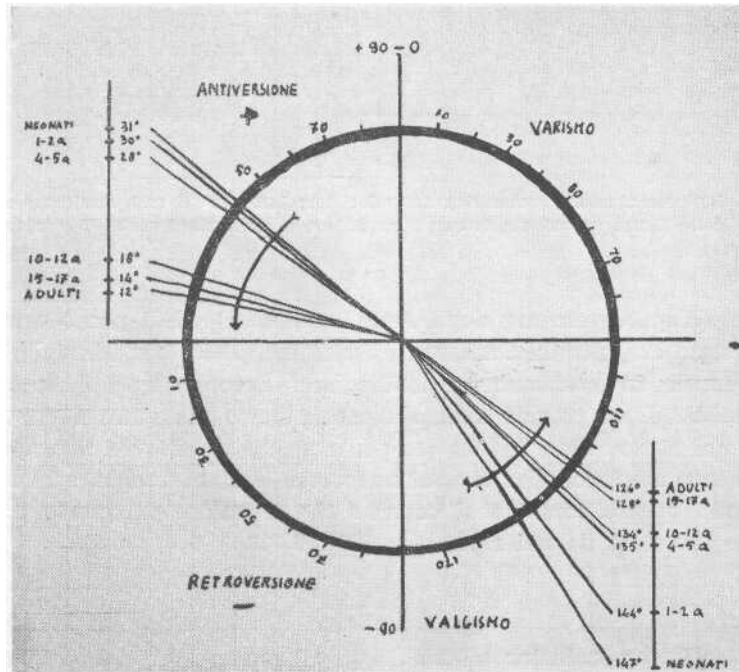


Fig. 7-B - Griglia coxo-femorale (rappresentazione grafica dei valori medi rispetto all'età degli angoli di inclinazione e declinazione femorale).

metri di lunghezza. Di grande interesse è l'angolo che l'asse del collo forma con l'asse diafisario (angolo di inclinazione o angolo collo diafisario-C.D.). L'angolo C.D. è aperto medialmente con valore medio di 125° - 126° (CHARPY 1892, MIKULICZ 1878, LANGE e PITZEN 1921) i cui valori estremi sono compresi secondo LANGE tra i 120° e i 133° .

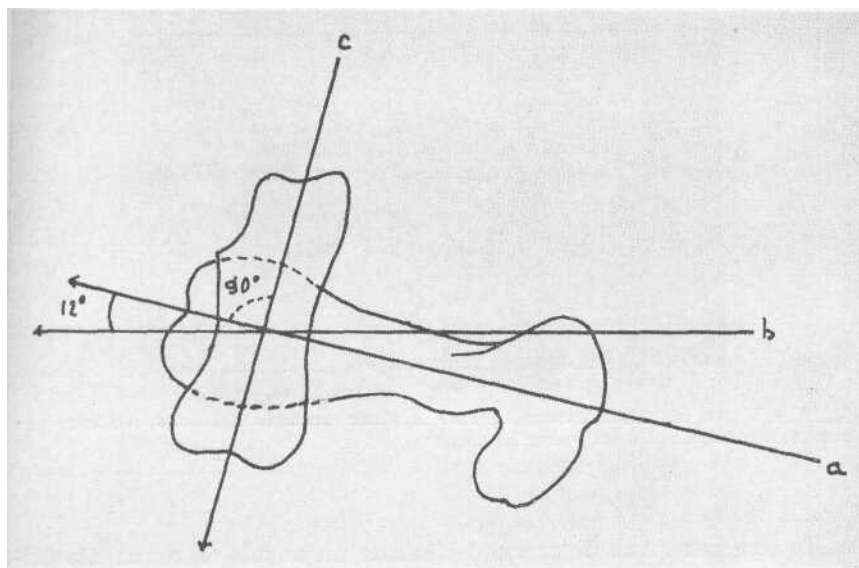


Fig. 8 - Disegno schematico raffigurante «la costante di Genna» rappresentato dal valore costante di 90° dell'angolo aperto tra l'asse centrale del collo «a» e l'asse centrale di lunghezza del calcagno «c», mentre «b» rappresenta l'asse transcondiloideo femorale.

Esso raggiunge i 150° nel neonato riducendosi progressivamente a 133° verso i 15 anni, per subire poi una ulteriore riduzione al termine dell'accrescimento. L'angolo di inclinazione secondo LANZ (1949) e MAU (1954) è l'espressione dell'equilibrio tra forze abduatrici ed adduttrici mentre per PAWELS è determinato dall'orientamento della linea di carico.

Nell'individuo normale il collo femorale presenta un certo grado di antiversione rispetto all'asse passante attraverso i condili femorali. Il valore di questa antiversione si aggira intorno ai 12° (LANGE e PITZEN 1921, GIUNTINI 1951, KINGSLEY OLMSTED 1948). Nel neonato questo valore è più alto, intorno ai 31° , e valori più alti si possono trovare nella lussazione congenita dell'anca mentre nella coxa vara congenita e nelle epifisiolisi non è raro trovare valori negativi (Fig. 7-A, 7-B).

Sul piano frontale l'asse del collo femorale forma con la linea terminale della cavità acetabolare un angolo di 90° quando siano normali il valore dell'angolo formato dalla linea terminale con il piano sagittale (42°) ed il valore della inclinazione femorale (125°).

L'apertura di quest'angolo esprime all'incirca la zona di carico della testa femorale e dell'acetabolo. L'asse del collo del femore for-

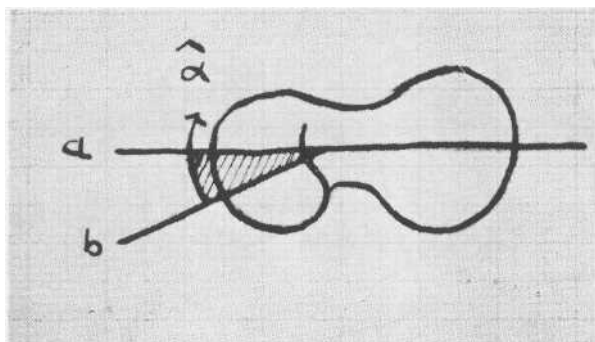


Fig. 9 - L'asse del gran trocantere « b » e l'asse centrale del collo femorale « a » formano un angolo alfa del valore di 25° .

ma inoltre con l'asse di carico del bacino un angolo, detto angolo della direzione dell'asse di carico del bacino (angolo femoro-pelvico) che corretto per il valore della inclinatio pelvis (GIUNTINI e CAPECCHI) tende costantemente nell'adulto ad essere retto (ortogonalità femoro-pelvica).

L'angolo femoro-pelvico è pure in rapporto con l'età e raggiunge un valore medio di 60° nel bambino di 1 anno, di 75° a 6 anni, mentre negli adulti questo valore si aggira intorno agli 80° .

L'asse di carico del bacino è un asse di movimento che unisce l'articolazione sacro-iliaca al centro del cotile per cui l'ortogonalità femoro-pelvica è in relazione complementare con l'ortogonalità femoro-calcaneare (costante di GENNA) (Fig. 8).

Gran trocantere.

L'asse del gran trocantere forma con l'asse del collo femorale un angolo aperto all'esterno di circa 25° mentre l'apice del gran trocantere nei reperti normali si trova alla stessa altezza del centro della testa femorale (Fig. 9).

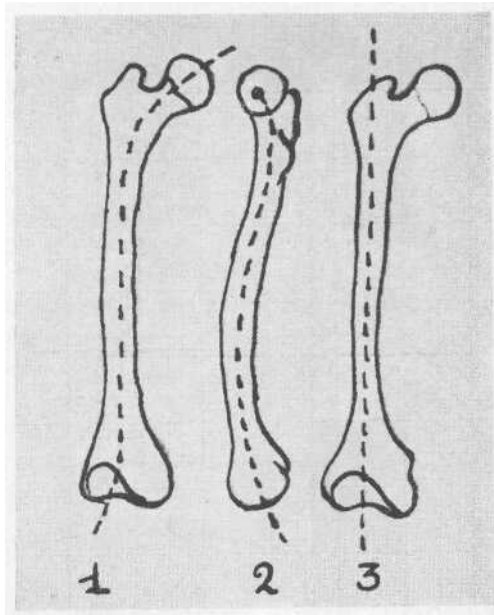


Fig. 10-A - Gli assi femorali. - 1) Linea mediana o asse stereometrico femorale nel piano frontale. - 2) Asse stereometrico nel piano sagittale. - 3) Asse diafisario femorale o asse anatomico.

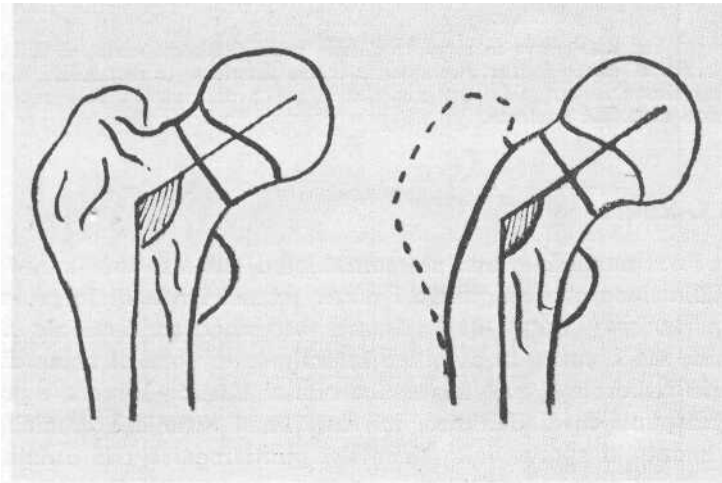


Fig. 10-B - Disegno schematico dimostrante che il valore dell'angolo di inclinazione femorale non varia in presenza od in assenza del gran trocantere.

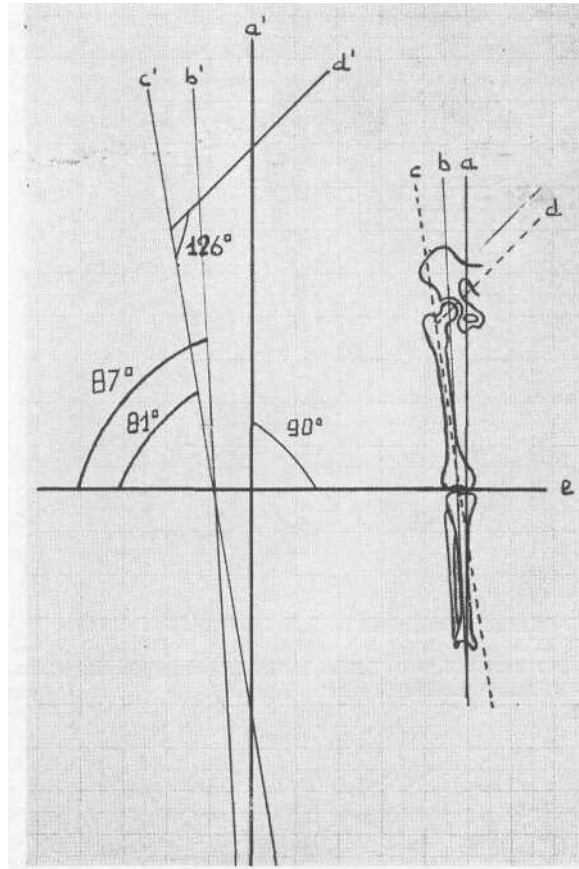


Fig. 11 - Oli assi del (emore in rapporto all'asse transcondiloideo. - a-a' = Verticale. - b-b' = Linea di carico o asse meccanico dell'arto inferiore (congiungente il centro della testa femorale con quello del ginocchio e quello del mortaio tibio-peroneale. - c-c' = Asse diafisaria femorale.

Diafisi femorale.

La linea mediana o asse stereometrico di un osso tubolare, è tracciato dalla linea che congiunge i punti geometrici medi in proiezione anteroposteriore (FICK 1911). L'asse stereometrico femorale non è rettilineo, ma è curvo in avanti e lateralmente. Sotto il nome di asse diafisario femorale o asse anatomico non si intende la vera e propria linea dei punti medi dell'osso, ma una linea retta che cranialmente e distalmente si sposta dalla linea dei punti medi e che è data dalla normale ai piani tracciati agli estremi del tubo diafisario passante per il centro della diafisi (Fig. 10-A, 10-B).

L'asse meccanico longitudinale dell'arto inferiore (PAWELS) o linea di carico (LANZ) è rappresentato dalla linea che abbassata dal centro della testa femorale passa per il centro del ginocchio ed il centro del mortaio tibio-peroneale.

Il valore dell'angolo fra l'asse diafisario e l'asse meccanico ha valori diversi individuali. Esso varia a seconda della posizione che assume il ginocchio (valgo-varo) ed ha secondo MIKULICZ (1878), FICZ (1911), LANZ (1949), PAWELS (1936) un valore differenziale che si aggira intorno ai 5-7 gradi.

Nell'uomo in stazione eretta e con gli arti inferiori ravvicinati, l'asse meccanico femorale non giace verticalmente ma è alquanto spostato verso la linea mediale in basso e all'esterno in alto.

Il piano transcondiloideo, che di norma è perpendicolare al piano verticale o sagittale, forma con l'asse diafisario femorale un angolo di 81° circa, mentre l'angolo formato con l'asse meccanico ha un valore di 87°. In questo modo il carico è uniformemente distribuito sul piano tangente condili femorali (Fig. 11).

Riassunto

Gli Autori hanno voluto raccogliere sinteticamente attraverso un esame della letteratura e l'esperienza personale, i dati anatomici matematici e geometrici che riguardano l'articolazione coxo-femorale.

Résumé

Les AA. présentent une synthèse dérivée d'un examen de la littérature et de l'expérience personnelle sur les données mathématiques et géométriques concernant l'articulation coxo-fémorale.

Summary

The AA. basing upon a review of the literature and on their personal experience present the mathematical and geometrical anatomical data concerning the coxo-femoral articulation.

Zusammenfassung:

Auf Grund einer synthetischen Literaturübersicht und der persönlichen Erfahrung bringen die Verf. die mathematischen und geometrischen anatomischen Angaben über das Coxo-femorale Gelenk.

Bibliografia

- CHARPYI : *Etudes d'anatomie appliquée*. Paris 1892, zit. nach. v. Lanz.
CHAIRUGGI G.: *Istituzione dell'anatomia dell'uomo*. S.E.I., 1, Milano, 1946.
FICK R.: *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke III*. Jena, 1911.
GENNA G. E.: *La posizione degli assi dei piani trasversi dell'arto inferiore nell'uomo e negli antropoidi*. Arch. Ortop. e Etnolog., LXVI, 1946.
GIUNTINI L.: *Eziopatogenesi della displasia congenita dell'anca*. Cappelli Ed., 1951, Bologna.

- GIUNTINI L., CAPECCHI V.: *Dei rapporti di posizione fra pelvi ed arto inferiore e loro significato funzionale e morfologico.* Chir. Org. Mov., XXXV, 67-96, 1950.
- HILGENREINER H.: *Zur angeborenen Dysplasie der Hüfte.* Zschr. Orthop., 69, 30-51, 1939.
- KINGSLEY B. C., OLMSTED K. L.: *A study to Determine the Angle of Antiversion of the Neck of the femur.* J. Bone J. Surg., 30/A, 745-751, 1948.
- LANGE F., PITZEN P.: *Zur Anatomie des oberen Femurendes.* Zschr. Orthop. Chir., 41, 103-134, 1921.
- LANZ T.: *Anatomie und Entwicklung des menschlichen Hüftgelenkens.* Verh. Dtsch. Orthop. Ges., 37, Kgr., 7-42, 1949.
- LANZ T.: *Ueber umwegige Entwicklungen am menschlichen Hüftgelenk* Schweiz. med. Wschr., 43, 1053, 1951.
- LANZ T., WACHSMUTH W.: *Praktische Anatomie Teil 1/4 eBin und Statik.* Springer, Berlin, 1938.
- LUZZATTI G.: *Studio anatomico e radiologico dell'estremo prossimale del femore.* Arch. Ortop., Milano, 68, 107-176, 1955.
- MARINO ZUCO C.: *Ortopedia e Traumatologia.* S.E.I., Roma, 1959.
- MAU H.: *Die Hüftgelenkveränderungen bei spastischen Lähmungen.* Zschr. Orthop., 84, 407 bis, 445, 1954.
- MIKULICZ J.: *Ueber individuelle Formdifferenzen al Femur und an der Tibia des Menschen.* His Arch., 351-405, 1878.
- MÜLLER M. E.: *Die Hüftnalen Femurosteotomien.* G. Thieme Verlag-Stuttgart, 1957.
- PAUWELS F.: *Zur Frage der den Schenkehals aufrichtebdeb Kräfte.* Verh. Dtsch. Orthop. Ges., 30 Kgr., 361-371, 1936.
- PERNKOFE.: *Atlante di anatomia sistematica e topografica dell'uomo.* Piccin Ed., Padova, 1964.
- PIETROGRANDE V., MARIOTTI A.: *Considerazioni di anatomia funzionale sulla struttura del femore applicata all'ortopedia.* Ortop. Od. Riabil., IV, 113-125, 1959.
- PIZEN P.: *Das menschliche Femur während der Entwicklung.* Arch. Anthrop. n. G., 19, 57, 1923.
- STEINDLER A.: *Kinesiology of the Human Body.* Thomas ed. Springfield, III, 1955.
- STRASSER H.: *Lehrbuch der Muskel und Gelenkmechanik III.* Berlin, 1917.
- TESTUT-JACOB: *Anatomia topografica.* U.T.T.E.T., Torino, II, 1950.