

Anatomia e malattie degenerative dell'anca

Anatomy and degenerative hip disease

C. Ruosi
A. Loffredo¹
G. Santoro
M. Misasi¹

RIASSUNTO

Background. La morfologia e la struttura del femore prossimale sono state influenzate nell'ambito della evoluzione dalla progressiva stazione eretta. Il femore umano assume caratteri morfologici peculiari proprio per soddisfare tali esigenze. Le strette correlazioni tra morfologia e patologia rende attuale lo studio morfometrico del femore nella nostra popolazione.

Obiettivi. Identificare patterns morfologici e parametri geometrici del femore prossimale che possano far interpretare la eziopatogenesi di alcuni disordini biomeccanici e condizioni patologiche conseguenti.

Metodi. Studio di alcuni importanti parametri geometrici mediante esami radiografici e tomografici a partire da femori secchi provenienti randomicamente da popolazione di soggetti in assenza di patologia dell'anca e del femore prossimale.

Risultati. Esiste una grande variabilità nei vari parametri geometrici studiati; non esiste correlazione tra anatomia periostale ed endostale del femore.

Conclusioni. Lo studio morfologico del femore prossimale deve essere accurato e ben documentato: a studi morfologici speculativi deve far sempre riscontro una accurata valutazione radiografica e tomografica dei singoli casi.

Parole chiave: anatomia femore prossimale, biomeccanica, patologie degenerative

SUMMARY

Background. The morphology and the structure of the proximal femur are influenced by the progressive upright position during the evolution. The human femur has peculiar morphologic characters to fulfil that needs. The tight correlation between morphology and pathology makes actual the morphometric study of the femur in our population.

Objectives. To identify morphological patterns and geometrical parameters of the proximal femur and so to have knowledge of the etiopathogenesis of the some biomechanical disorders and consequent pathological conditions.

Methods. Study of some important geometrical parameters with radiographical and tomographical exams on the dried femur taken random from a population of subjects without hip or proximal femur pathology.

Results. There is a big changeability in the various geometrical studied parameters. there isn't correlation between periosteal and endosteal femur anatomy.

Conclusions. The morphological study of the proximal femur must be careful and very documented: morphological speculative studies are always followed by a careful radiographical and tomographical valuation of the individual cases.

Università "Federico II" di Napoli, Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Ortopediche, Traumatologiche ed Emergenze, 1° Clinica Ortopedica
¹ A.O.R.N. "A. Cardarelli", I Divisione Ortopedia e Traumatologia

Ricevuto il 14 febbraio 2003
Accettato il 16 luglio 2003

Key words: Proximal femur anatomy, biomechanics, degenerative pathology

INTRODUZIONE

L'evoluzione della forma e della struttura del femore prossimale nel corso della filogenesi è legata in maniera indissolubile alla progressiva acquisizione della stazione eretta e della andatura bipodolica tipica del genere umano, culmine del processo evolutivo. La stazione eretta rappresenta il presupposto di una completa vita di relazione, in quanto rende disponibili gli arti superiori, per una serie di azioni diverse da quelle connesse con la locomozione: il bipedismo, correlato al nuovo modello di socialità sviluppato in nicchie ecologiche più favorevoli, è l'espressione della evoluzione del bacino e del femore prossimale verso le forme umane.

Se la stazione eretta e il bipedismo sono ristretti esclusivamente agli uccelli ed all'uomo, negli uccelli il baricentro è disposto inferiormente al fulcro articolare dell'anca¹. In tal modo si realizza una condizione di equilibrio pendolare stabile che non richiede un significativo impegno muscolare. Infatti esistono specie di uccelli che non sono capaci di volare e che, peraltro, assumono la posizione accovacciata solo di rado; nell'uomo, invece, il baricentro è posizionato al di sopra dell'articolazione dell'anca, tanto che questa è il fulcro di un sistema instabile. Durante la stazione eretta nell'uomo, per prevenire la caduta, è richiesto un continuo impegno muscolare di alcuni potenti gruppi muscolari (muscolatura antigravitaria), ed in particolare del ventaglio gluteo. L'azione di questi gruppi muscolari è ancora più importante durante la deambulazione, soprattutto nella fase di appoggio monopodalico.

Il femore prossimale dell'uomo è caratterizzato dalla lunghezza del collo che garantisce lo sbalzo e il braccio di leva per i muscoli abduttori. Sicuramente il femore prossimale è una delle più eleganti strutture concepite in natura, costruita nel rispetto dei principi della leggerezza e della economia del materiale. Lo studio della morfometria e della morfologia del femore prossimale forniscono dati molto importanti anche sulle ipotesi eziopatogenetiche di molte patologie dell'anca.

MATERIALI E METODI

Grazie alla gentile collaborazione dell'istituto di Anatomia Umana Normale del nostro Policlinico che ci ha

fornito il materiale oggetto di studio, abbiamo studiato otto femori normalmente usati dal laboratorio di osteoartromiologia per le esercitazioni degli studenti. I segmenti scheletrici oggetto dello studio sono stati selezionati in modalità randomica, avendo cura di escludere ossa che fossero affette da malformazioni o qualsiasi altra patologia che potesse alterarne la morfologia. Questi femori sono stati sottoposti a indagini strumentali per valutarne alcuni parametri endomidollari ed extramidollari.

I femori sono stati fotografati utilizzando una macchina fotografica digitale: i femori erano appoggiati su di un piano rivestito di carta millimetrata con al lato un righello per poterne, poi, scalare le misure reali dopo la digitalizzazione (Fig. 1). Il passo successivo è stato sottoporre i femori a indagini RX; si è scelto di radiografarli secondo tre proiezioni anteroposteriori: in una il femore era appoggiato naturalmente sul piano della cassetta, nelle altre due si imponeva una extrarotazione di 30° ed una intrarotazione di 20° utilizzando cunei di cartone appositamente realizzati che venivano posti al disotto del piano condilico (Fig. 2).

Successivamente i femori sono stati sottoposti ad esame TAC avendo particolare cura nel rappresentare più in dettaglio le estremità prossimali e distali dei femori: le scansioni del massiccio prossimale e del massiccio distale erano distanziate di 3 mm, mentre quelle in zona diafisaria ogni 10 mm. Successivamente anche queste immagini TAC sono state sottoposte a digitalizzazione usando un normale scanner retroilluminato.

Le immagini, radiografiche e TAC, sono state elaborate utilizzando un programma di grafica per Personal Computer (Corel Photo Paint e Corel Draw) per la prima elaborazione in grafica a matrice di punti (Bitmap) e per la successiva misurazione dei parametri in grafica vettoriale. Sui femori fotografati abbiamo misurato la lunghezza totale del femore, altezza e diametro della testa femorale; sui radiogrammi abbiamo calcolato la misura dello offset così come risultava nelle tre differenti proiezioni, dell'angolo di inclinazione così come risultava nelle tre differenti proiezioni. I parametri rilevati sono presentati nella Tabella I.

DISCUSSIONE

Lo studio dell'anatomia del femore prossimale è strumento indispensabile nell'approccio alle più importanti patologie dell'anca perché, nel confronto tra morfologia e patologia, consente di prospettare ipotesi eziologiche e patterns evolutivi^{2,3} e di mettere a punto strumenti terapeutici^{4,6}.

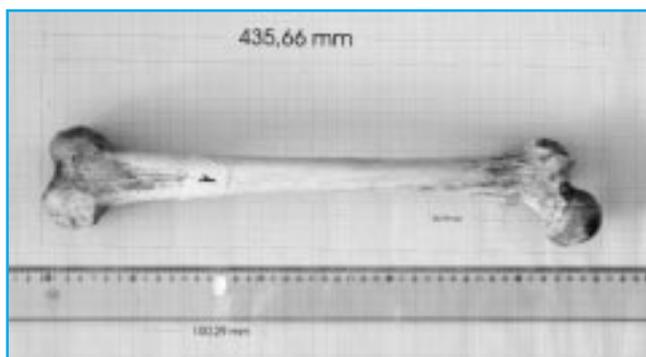


Fig. 1. Foto di uno dei femori esaminati riportato su carta millimetrata per le opportune misurazioni.

Le indagini sulla morfologia del femore presenti in letteratura rispecchiano approcci differenti; gli studi qualitativi volti ad identificare patterns particolari di forma e morfologia^{2,3}, trovano logico completamento negli studi analitici quantitativi, basati su accurate misurazioni tendenti ad identificare modelli geometrici specifici^{5,6} caratterizzati da correlazioni statisticamente significative tra le varie dimensioni. I ricercatori hanno utilizzato, per lo più, tecniche radiografiche tradizionali bidimensionali^{5,6} e tecniche tomografiche tridimensionali^{4,7}. Accanto agli studi morfologici, sono stati condotti anche studi strutturali, utilizzando le più moderne tecniche densitometriche, con l'intento di identificare pattern strutturali⁸. Queste indagini hanno portato alla identificazione, nel femore, di due aspetti significativi ma distinti: l'anatomia periostale e l'anatomia endostale⁵.

Se la comprensione del concetto di anatomia periostale ben si collega allo studio di patologie classiche (epifisiolisi, displasia congenita dell'anca, artrosi primaria e secondaria, malattia di Perthes ecc.), quello di anatomia endostale è collegato, quasi esclusivamente, al capitolo della sostituzione protesica articolare dell'anca.

L'anatomia periostale è strettamente correlata alla biomeccanica dell'anca, perché la morfologia e la morfometria del femore influenzano in maniera determinante la distribuzione di forze e sollecitazioni sull'intera articolazione; ovviamente nel considerare le forme esterne dobbiamo riferirci sia al femore in quanto tale che al femore che ospiti uno stelo femorale.

Noble nel suo lavoro fondamentale ha misurato numerosissimi parametri endostali e periostali del femore. Nello studio della possibile correlazione tra anatomia e patologia, alcuni rivestono grande rilevanza:

- Femoral head offset. È la distanza misurata portando la perpendicolare all'asse anatomico diafisario passante

per il centro della testa. In pratica questo indice misura in valore assoluto lo sbalzo della epifisi prossimale, risultando direttamente influenzato dalla lunghezza del collo, dalla larghezza del diametro della testa e, soprattutto, dall'angolo di inclinazione femorale.

- Femoral head position, ovvero distanza verticale tra centro della testa e livello del piccolo trocantere.
- Inclinazione del collo femorale.

I rilievi statistici presenti in letteratura sulle campionature anatomiche hanno evidenziato che i parametri studiati sono distribuiti approssimativamente su di una curva Gaussiana; l'analisi comparata dei dati fa rilevare come i parametri extramidollari siano tra loro statisticamente correlati in maniera significativa (ad esempio lunghezza del femore e diametro della testa). Questo non accade, ad esempio, per i parametri intramidollari; ad esempio la posizione e la larghezza dell'istmo femorale è mal correlabile a qualsiasi altra dimensione endostale periostale del femore⁵.

L'analisi correlata per sesso e per età dimostra differenze tra femori di soggetti maschili e femminili; sostanzialmente maggiore altezza della testa femorale in quelli maschili. Nessuna differenza nell'angolo di inclinazione tra maschi e femmine, ma significativa differenza nell'angolo di inclinazione del collo che si rileva più varo nei giovani rispetto agli anziani.

Molte patologie dell'anca sono collegate a deformazioni dell'estremo femorale prossimale. Abbiamo già discusso delle importanti correlazioni tra la morfologia del femore prossimale e la biomeccanica dell'anca; le conseguenze biomeccaniche di tali deformità sono diverse a seconda si considerino le patologie dell'età evolutiva e quelle dell'età adulta. Nell'ambito delle patologie dell'età evolutiva occorre considerare che, al vizio strutturale iniziale, nel tempo si sovrappongono ulteriori deformità innescate dalla progressiva degenerazione articolare secondaria. L'esempio più evidente è costituito dalla displasia congenita dell'anca che, presente sin dalla nascita per definizione, determina, nel tempo, importanti alterazioni secondarie: è questa l'artrosi secondaria post-displasica dai caratteri differenti rispetto all'artrosi primaria. Ci sembra opportuno sottolineare, comunque, che nella storia naturale della DCA le conseguenze più invalidanti sono proprio le tardive alterazioni artrosiche che ben si configurano, quindi, come vizi secondari ad una anomalia biomeccanica più che vizi strutturali. Nella displasia dell'anca, ad esempio, il cotile perde la sua capacità contenitiva. Il massiccio femorale si presenta spesso in forte antiversione, con un angolo cervico diafisario aumentato (coxa valga) e con una testa femorale più piccola. Il massiccio trocanterico è fortemente poste-

riorizzato. La malattia di Perthes è invece una patologia evolutiva che interessa primariamente l'estremo femorale prossimale. Le alterazioni femorali, per così dire, sono primitive e caratterizzate da un collo femorale corto e tozzo, fortemente varizzato, con una testa slargata ed appiattita (coxa plana, coxa magna). Le deformità radiografiche sono caratterizzate da una perdita del centraggio della testa sul collo femorale, con appiattimento della superficie laterale del collo e con formazione di una immagine ad uncino sul versante mediale².

Nella epifisiolisi femorale superiore, invece, la deformità è triplanare, caratterizzato da un varismo cervi cefalico più o meno accentuato, con una retroposizione della epifisi femorale superiore. Il margine superiore del collo femorale, normalmente concavo, appare appiattito; sulla superficie anterolaterale del collo femorale si sviluppa una bozza; alla giunzione tra collo e testa femorale si disegna un uncino; la testa femorale risulta eccentrica rispetto al collo nelle due proiezioni.

Tutte queste patologie se non curate portano ad una alterazione dell'anca conosciuta come artrosi secondaria. Le alterate condizioni biomeccaniche, sia del cotile che del massiccio femorale superiore, sono la causa di queste patologie. La artrosi nasce primariamente come malattia della cartilagine, e la cartilagine articolare è un tessuto fortemente specializzato che risente in maniera sensibile delle sollecitazioni e dei carichi applicati. Se queste sollecitazioni o carichi sono eccessivi o si producono secondo modalità antifisiologiche, insorge una precoce degenerazione articolare. Su queste basi possiamo, pertanto, ricollegarci al capitolo della artrosi cosiddetta primaria. Abbiamo già citato, in precedenza³, che potrebbero esistere patterns morfologici predisponenti all'artrosi. Acquisizione incerta è, invece, il concetto complementare per cui molti quadri di



Fig. 2. Radiogramma di uno dei femori, radiografato in proiezione antero-posteriore, in extrarotazione di 30°, ed in intrarotazione di 20°: evidente la variazione dell'angolo di inclinazione e l'offset femorale.

artrosi primaria, ad una più attenta osservazione si rivelano come casi di artrosi secondaria patologie dell'età evolutiva in forma frustra o, comunque, passata inosservata². Secondo gli studi di Harris molti casi di osteoartrosi primaria sarebbero invece da collegarsi a displasia, m. di Perthes o epifisiolisi. Il pattern morfologico comune alla evoluzione di queste patologie in forma minimale è costituita dalla cosiddetta "pistol grip deformity", una tipica

Tab. I.

	Lunghezza del femore	Diametro della testa	Altezza della testa	Angolo di inclinazione calcolata su proiezione in orto	Angolo di inclinazione calcolata su proiezione in extrarotazione	Angolo di inclinazione calcolata su proiezione in intrarotazione	OFFSET STD	OFFSET INTRA	OFFSET EXTRA
FEMORE 1	435,66	47,54	50,79	130	142	132	33,75	40,56	20,21
FEMORE 2	471,82	47,81	58,58	137	144	134	39,06	44,87	35,82
FEMORE 3	483,39	56,2	61,86	125	151	127	41,08	46,56	33,87
FEMORE 4	477,42	53,94	60,23	131	149	137	44,75	48,68	37,30
FEMORE 5	420,17	43,21	53,58	124	150	124	43,27	44,22	32,45
FEMORE 6	392,26	39,14	53,74	130	146	138	39,21	31,85	25,31
FEMORE 7	490,07	53,25	68,86	131	148	123	48,89	56,16	32,55
FEMORE 8	445,54	50,36	60,09	125	139	117	44,76	44,98	38,61

anomalia alla giunzione tra testa femorale e collo che simula, appunto, il manico di una pistola.

Pertanto, a voler citare Harris, “non esiste una patologia a cui possa attribuirsi la denominazione di artrosi primitiva; comunque se esiste essa è piuttosto rara”.

Tra i parametri che definiscono la morfologia del femore prossimale l'offset femorale è quello che maggiormente condiziona la biomeccanica dell'anca in quanto influenza il valore dei momenti creati dalla forza peso e dalla forza dei muscoli abduttori intorno al centro di rotazione dell'anca. Ciò comporta una distribuzione diversa delle sollecitazioni nel senso di un loro aumento, se l'offset diminuisce; effetto opposto se l'offset aumenta⁹. Recentemente è stato ipotizzato che alcune forme di osteoartrosi primaria dell'anca potrebbero essere collegate ad un ridotto valore di offset femorale e, conseguentemente, ad un aumento delle sollecitazioni globali sull'articolazione che influenzerebbero la degenerazione articolare³.

Il concetto di offset femorale ha assunto una importanza ancora maggiore in relazione al diffondersi del capitolo della protesizzazione d'anca⁶⁻⁹⁻¹². Il valore dell'offset femorale, così, influenza in maniera determinante le sollecitazioni imposte alla articolazione, ed è strettamente correlato all'angolo di inclinazione femorale: questi due parametri non sono sempre di così facile apprezzamento e misurazione su radiogrammi a causa della variabilità delle proiezioni radiografiche. Spesso i radiogrammi sono viziati dalla intra o extrarotazione del segmento scheletrico da esplorare, così come risultano soggetti a magnificazione radiografica di diversa entità¹⁰⁻¹³; tutte queste distorsioni causano errori nella valutazione di questi parametri. La scelta migliore sembra quella di effettuare radiogrammi con femore in rotazione interna di 20°¹⁰ tanto da annullare la antiversione del collo femorale ed ottenere in questo modo una corretta valutazione dell'offset ed una corretta valutazione della inclinazione femorale, dal momento che risultano notevoli differenze nella rilevazione di questi parametri a seconda della variazione della proiezione radiografica, così come è confermato anche dal nostro studio.

CONCLUSIONI

Lo studio della morfologia del femore prossimale è importante per la comprensione eziopatogenetica di molte delle principali affezioni degenerative dell'articolazione coxo femorale e non solo. Ovviamente tali rilievi

patomeccanici nulla possono escludere relativamente alle ipotesi eziologiche che tendono ad identificare vizi strutturali soprattutto nella cartilagine, anche se molti studi indicano chiaramente che molte anomalie minori possono essere sottovalutate nell'inquadramento etiopatogenetico di casi che per consuetudine vengono identificati come idiopatici. Per questo noi concludiamo che lo studio morfologico del femore prossimale deve essere accurato e ben documentato: a studi morfologici speculativi come il nostro deve far sempre riscontro una accurata valutazione morfologica dei singoli casi che sia sottesa da uno studio radiografico sempre corretto e standardizzato secondo parametri ripetibili.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Radin EL. *Biomechanics of the human hip*. Clin Orthop and Rel Res 1980;152:28-34.
- 2 Harris WH. *Etiology of osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Rel Res 1986;213:20-33.
- 3 Mills HJ, Horne JG, Purdie GL. *The relationship between proximal femoral anatomy and osteoarthritis of the hip*. Clin Orthop Rel Res 1993;288:205-8.
- 4 Husmann O, Rubin PJ, Leyvraz PF, De Roguin B, Argenson JN. *Three dimensional morphology of the proximal femur*. J Arthroplasty 1997;4:444-50.
- 5 Noble PC, Alexander JW, Lindahl LJ, Yew DT, Granberry WM, Tullos HS. *The anatomic basis of femoral component design*. Clin Orthop Rel Res 1988;235:148-65.
- 6 Massin P, Geais L, Astoin E, Simondi M, Lavaste F. *The anatomic basis for the concept of lateralized femoral stems*. J Arthroplasty 2000;1:93-191.
- 7 Mesgarzadeh M, Revesz G, Bonakdarpour A. *Femoral Neck torsion angle measurement by computed tomography*. J Computer Assisted Tomography 1987;5:799-803.
- 8 Beck TJ, Looker AC, Ruff CB, Sievanen H, Wahner HW. *Structural trends in the aging femoral neck and proximal shaft: analysis of the Third national health and nutrition examination survey dual energy X ray absorptiometry data*. J Bone Miner Res 2000;15:2297-304.
- 9 Charnley J. *Biomechanics in low friction arthroplasty of the hip*. NY: Springer Verlag 1979.
- 10 Lindgren JU, Rysavy J. *Restoration of femoral offset during hip replacement*. Acta Orthop Scandinavica 1992;4:407-10.
- 11 Johnson RC, Brand RA, Crowninshield RD. *Reconstruction of the hip: a mathematical approach to determine optimum geometric relationship*. J.B.J.S. Am 1979;61A:639 e segg.
- 12 Davey JR, O'Connor DO, Burke DW, Harris WH. *Femoral component offset*. J Arthroplasty 1993;1:23-6.
- 13 Eckrich SGJ, Noble PC, Tullos HS. *Effect of rotation on the radiographic appearance of the femoral canal*. J Arthroplasty 1994;9:419-2.