



Daniele Clementi (foto)

Carlo Cardile

Alessio Biazzo

Valentina Zenobi

Luca Brunelli

Unità Operativa di Ortopedia
e Traumatologia, Ospedale
"Caduti Bollatesi", Bollate (MI)

Misurazioni antropometriche del piatto tibiale prossimale nelle protesi totali di ginocchio

*Anthropometric measurements of the proximal tibial plateau
in total knee arthroplasties*

Riassunto

Background. Le protesi totali di ginocchio (PTG) sono una procedura dall'esito soddisfacente per trattare varie forme di artropatia del ginocchio, con una percentuale di sopravvivenza a 10 anni per gli impianti primari di vari design variabile dal 95,5 al 100%. Il fallimento meccanico è più spesso dovuto a una mobilizzazione del piatto tibiale. I primi design delle PTG erano limitati nel numero delle taglie disponibili al chirurgo. L'evoluzione del design e della cinematica nella protesica di ginocchio ha portato un aumento delle taglie disponibili al fine di riprodurre più fedelmente l'anatomia del paziente.

Obiettivi. L'obiettivo di questo studio è di analizzare le misurazioni antropometriche del piatto tibiale nelle protesi totali di ginocchio per verificare se c'è una corrispondenza statisticamente significativa con il sesso, l'altezza e l'indice di massa corporea.

Materiali e metodi. Tra il marzo 2008 e l'aprile 2014 sono state effettuate 118 protesi totali di ginocchio per osteoartrite. Abbiamo misurato il piatto tibiale prossimale e calcolato l'ampiezza medio-laterale, antero-posteriore e il rapporto di superficie (*aspect ratio*, cioè il rapporto tra l'ampiezza medio-laterale e antero-posteriore).

Discussione. L'analisi statistica mostra una correlazione statisticamente significativa ($p < 0,01$) tra la dimensione del ginocchio e l'altezza del paziente ma non con il sesso e l'indice di massa corporea. La dimensione del ginocchio è correlata con la sua geometria: vale a dire che le ginocchia più piccole sono più ellittiche mentre quelle più grandi sono più sferiche.

Conclusioni. Le misurazioni antropometriche del piatto tibiale prossimale mostrano una grande variabilità perfino all'interno dello stesso gruppo di pazienti. Ulteriori studi sono necessari per valutare gli effetti clinici di impianti con differenti *aspects ratio*.

Parole chiave: protesi totali di ginocchio, rapporto di superficie della componente del piatto tibiale, variazioni anatomiche del ginocchio, taglia dei sistemi protesici di ginocchio

Summary

Background. Total knee arthroplasty is a safe procedure to treat knee osteoarthritis with 10-year survival rate between 95.5% and 100%. Mechanical failure is more often due to tibial plateau loosening. First prosthesis design were limited in terms of sizes. Design and kinematic evolution brought increasing available sizes in order to replace more closely human knee anatomy.

Objectives. The goal of this study is to analyze anthropometric measurements of the proximal tibial plateau in total knee arthroplasty in order to verify if there is a statistically significantly correspondence with gender, height and body mass index.

Materials and methods. Between March 2008 and April 2014 one-hundred and eighteen total knee arthroplasties were performed in our hospitals for knee osteoarthritis. We measured proximal tibial plateau and calculated medio-lateral width, anteroposterior width and aspect ratio (medio-lateral width/antero-posterior width).

Discussion. Statistical analysis shows statistically significantly correlation ($p < 0.01$) between knee

Indirizzo per corrispondenza:

Alessio Biazzo

Unità Operativa di Ortopedia e
Traumatologia, Ospedale Caduti Bollatesi
via Piave, 20
20021 Bollate (MI)

E-mail: ale.biazzo@yahoo.it

dimension and patient height but not with gender and body mass index. Knee dimension is related with its geometry: indeed, little knees are more ellipsoid than bigger ones that are more spherical.

Conclusion. Anthropometric measurements of proximal tibial plateau show great variability even in the same group of patients. Further studies are necessary to evaluate clinical effects of implants with different aspect ratio.

Key words: total knee arthroplasty, aspect ratio of tibial plateau component, knee anatomic variation, size of knee arthroplasty systems

Introduzione

Le protesi totali di ginocchio (PTG) sono una procedura dall'esito soddisfacente per trattare varie forme di artropatia del ginocchio, con una percentuale di sopravvivenza a 10 anni per gli impianti primari di vari design variabile dal 95,5 al 100%¹⁻³. D'altra parte l'esito di un certo numero di PTG è immediatamente deludente o diviene tale dopo poco tempo dall'impianto^{4,5}. In questi casi, in assenza di complicanze infettive o legate a condizioni mediche generali, il fallimento meccanico è solitamente dovuto al non corretto impianto della protesi, cioè il tipo, la taglia, e il posizionamento⁶. È noto che la componente tibiale è più soggetta a complicazioni nella PTG se comparata con quella femorale⁷. Risulta quindi essenziale il corretto posizionamento della componente tibiale per ottenere la miglior stabilità a lungo termine della protesi⁸. I primi design delle PTG erano limitati nel numero delle taglie disponibili al chirurgo. L'evoluzione del design e della cinematica nella protesica di ginocchio ha portato un aumento delle taglie disponibili al fine di riprodurre più fedelmente l'anatomia del paziente.

A fronte delle differenze antropometriche esistenti non solo tra le diverse etnie ma anche all'interno della stessa⁹ e perfino nello stesso individuo, risulta importante ottenere dati antropometrici per ottenere la miglior stabilità e longevità dell'impianto¹⁰. Questo studio ha analizzato prospetticamente i dati anatomici di un gruppo di pazienti sottoposto a intervento di PTG e ha utilizzato le misurazioni del piatto tibiale come punto di partenza per delle considerazioni confrontandosi con quanto già presente in letteratura.

Materiali e metodi

Sono stati presi in considerazione in modo prospettico i pazienti che sono stati sottoposti a intervento primario di PTG tra il marzo 2008 e l'aprile 2014 presso l'ospedale "Caduti Bollatesi" (Bollate) e l'ospedale di Circolo (Rho). Parametri di esclusione sono stati: una storia di fratture tibiali; la presenza di anomalie congenite; la necessità di augmentation a causa di perdita ossea; la presenza di una deformità in varo o valgo superiore ai 15°.

Tutte le operazioni sono state eseguite dallo stesso chirurgo esperto (D. Clementi). Le ginocchia sono state esposte attraverso una via di accesso pararotulea mediale. La sezione ossea della tibia prossimale è stata eseguita perpendicolarmente all'asse maggiore della tibia. Questa sezione è stata solitamente eseguita 10 mm al di sotto della superficie articolare tibiale meno affetta da osteoartriosi. Dopo i tagli ossei tutti gli osteofiti visibili circostanti il piatto tibiale sono stati rimossi prima dell'esecuzione delle misurazioni. Sulla superficie tibiale prossimale sezionata sono state eseguite le seguenti misurazioni: dimensione medio-laterale (ML), dimensione anteroposteriore mediale (MAP) e dimensione anteroposteriore laterale (LAP). Tutte le misurazioni sono state registrate in millimetri utilizzando un righello calibrato. Le dimensioni MAP e LAP sono definite come le linee perpendicolari all'asse medio laterale situate a 14 mm dal margine rispettivamente mediale e laterale del piatto tibiale. Inoltre sono state calcolate la dimensione anteroposteriore media (AP) e il rapporto di superficie (aspect ratio), cioè il rapporto della dimensione mediolaterale media (ML) con quella anteroposteriore media (AP). Il termine rapporto di superficie (Fig. 1) definisce il rapporto della dimensione mediolaterale (ML) con quella anteroposteriore (AP) del ginocchio e pertanto si comporta da guida per predire la forma anticipata della protesi. Un rapporto di superficie di 1 indica che la dimensione ML è uguale a quella AP ed è rappresentabile da un cerchio (Fig. 1A). Un rapporto di superficie inferiore a 1 indica che il

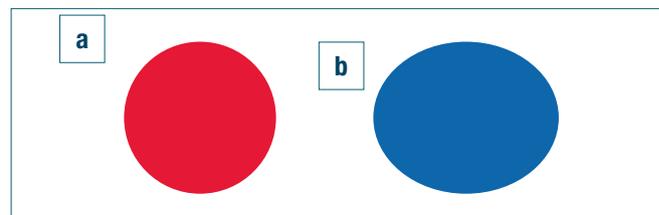


Figura 1. a) Un rapporto di superficie (dimensione ML/AP) di 1 indica che le dimensioni ML e AP sono uguali e possono essere rappresentate da un cerchio. **b)** Un rapporto di superficie superiore a 1 indica che la dimensione AP > ML, rappresentabile graficamente da un ovale in senso mediolaterale.

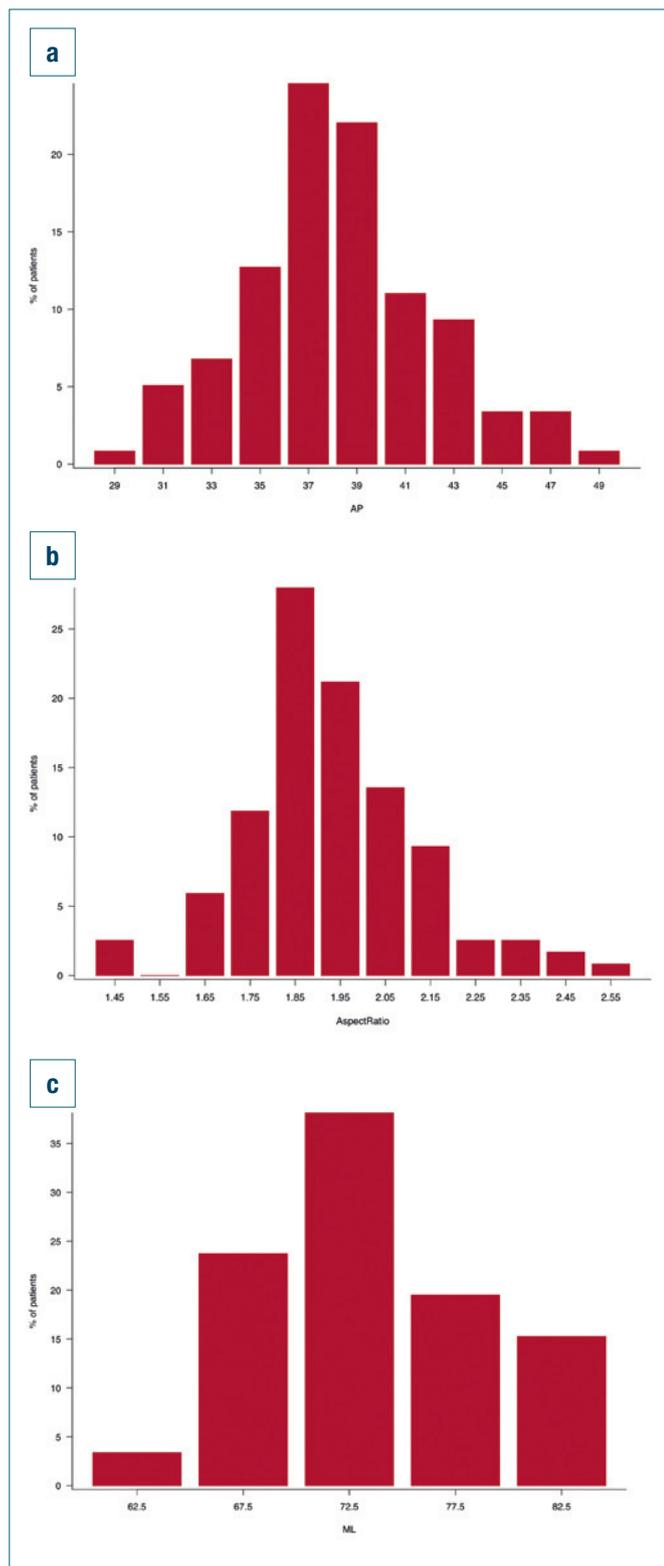


Figura 2. Mostra la distribuzione di frequenza dell'intero campione, nel pannello **a** la dimensione ML, nel pannello **b** le dimensione media AP, nel pannello **c** il rapporto di superficie.

cerchio diviene ovale in senso mediolaterale: significa che con ogni aumento della dimensione AP della tibia prossimale la forma diviene meno ovale mediolateralmente (Fig. 1B).

Per l'analisi statistica è stato utilizzato il software R (*R Core Team – 2013 – R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>*).

Sono state misurate intraoperatoriamente le dimensioni della tibia prossimale di 118 ginocchia in 118 pazienti consecutivi sottoposti a intervento primario di artroprotesi totale di ginocchio, 30 (25,4%) pazienti maschi e 88 (74,6%) pazienti femmina. L'età media dei pazienti maschi è $71 \pm 7,9$ anni; l'età media dei pazienti femmina è $72 \pm 7,4$ anni (p -value 0,58). L'altezza media dei pazienti maschi è $170 \pm 5,7$ cm, l'altezza media dei pazienti femmina è 160 ± 6 cm ($p < 0,0001$). Il peso medio dei pazienti maschi è 82 ± 11 kg; il peso medio dei pazienti femmina è 74 ± 13 kg ($p < 0,0001$). Il BMI medio dei pazienti maschi è $28 \pm 3,3$ kg/m², il BMI medio dei pazienti femmina è $28 \pm 5,5$ kg/m² ($p = 1$).

Risultati

Per la distribuzione di frequenza della dimensione ML sono stati rappresentati 5 gruppi, di cui solo i 3 mediani sono significativamente rappresentati (Fig. 2). Per la distribuzione di frequenza di media AP è stato utilizzato un maggior numero di gruppi, con la maggior rappresentatività per il gruppo di dimensioni medie; la rappresentatività diviene decrescente procedendo dal gruppo di dimensioni medie verso i gruppi di dimensioni estreme, il più piccolo e il più grande. La distribuzione di frequenza di *aspect ratio* è grande, con i gruppi maggiormente rappresentati $> 1,75$. La dimensione media di ML per i pazienti maschi è $80 \pm 4,2$ mm, per i pazienti femmina è ± 4 mm. La dimensione media di AP per i pazienti maschi è $41 \pm 4,2$ mm, per i pazienti femmina è $38 \pm 3,3$ mm.

Come mostrato in Figura 3, ML (pannello A) e media AP (AP) (pannello B) risultano essere significativamente correlate all'altezza del paziente, l'*aspect ratio* non risulta essere relata all'altezza del paziente (pannello C). Nessuna delle tre variabili prese in considerazione è risultata essere correlata al peso del paziente.

Le Figure 4, 5 e 6 mostrano rispettivamente la distribuzione delle dimensioni ML, media AP e del rapporto di superficie per sesso. Gli slope delle regressioni per i pazienti maschi e i pazienti femmina non mostrano differenze statisticamente significative per quanto riguarda la dimensione ML ($p = 0,36$), la dimensione AP ($p = 0,08$) e il rapporto di superficie ($p = 0,16$).

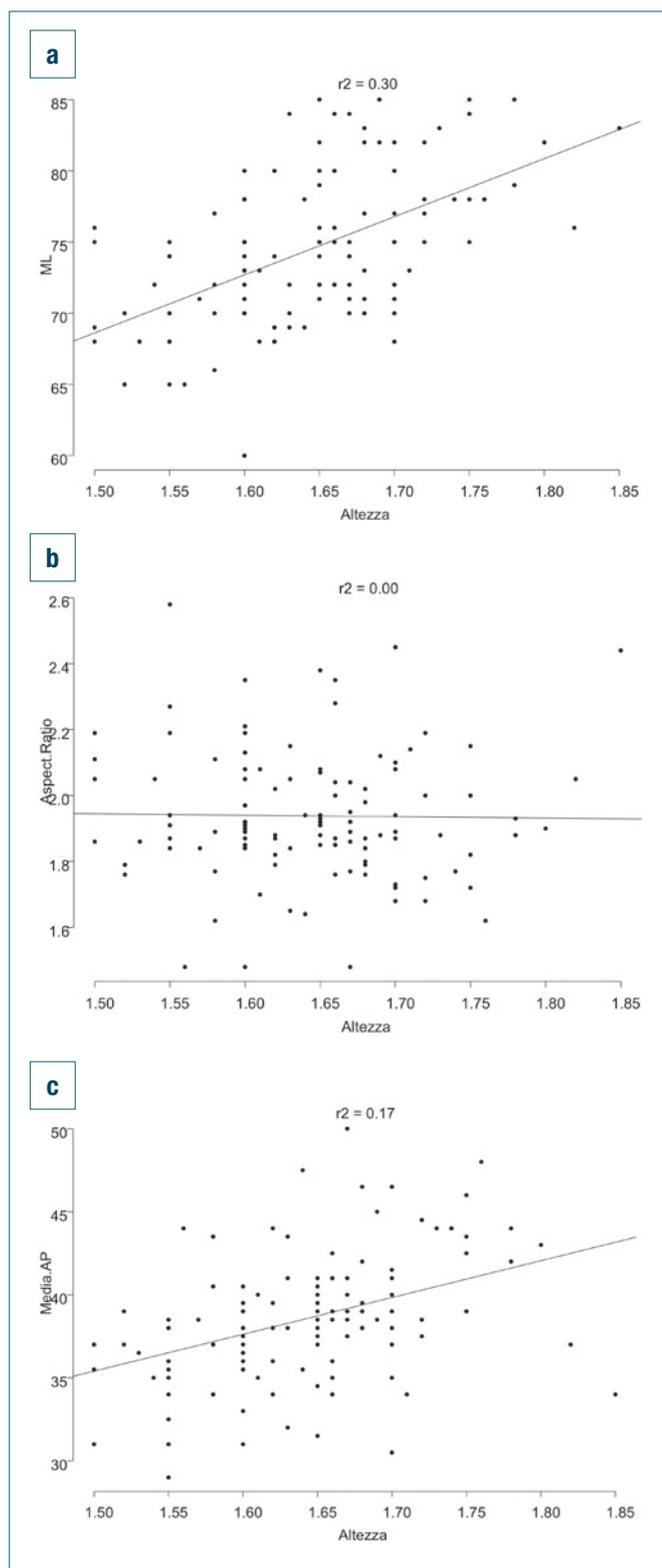


Figura 3. Mostra il rapporto tra l'altezza e la dimensione ML (pannello **A**), la dimensione media AP (pannello **B**) e il rapporto di superficie (pannello **C**).

Discussione

È fondamentale avere presenti i dati antropometrici dopo la resezione ossea per il design appropriato delle componenti protesiche. È stato condotto un limitato numero di studi riguardo le misurazioni antropometriche del ginocchio umano: riguardo la popolazione caucasica (Mensch e Amstutz¹¹, Westrich¹⁰, Hitt et al.¹²); riguardo la popolazione giapponese (Uehara et al.¹³); riguardo la popolazione coreana (Kwak et al.¹⁴) e riguardo la popolazione cinese (Yang et al.¹⁵). Questi studi hanno dimostrato che esistono differenti valori antropometrici tra le etnie. Anche nello stesso individuo esiste un'asimmetria tra il ginocchio destro e il sinistro. In letteratura quando sono state eseguite PTG bilaterali una prevalenza di asimmetria della taglia è stata ritrovata sia per la componente femorale (dal 6,7 al 31%)^{12,16} che per quella tibiale (21%)¹².

Dallo studio effettuato si evince che mediamente la dimensione del ginocchio degli uomini è maggiore di quella delle donne. Le dimensioni del ginocchio sono correlate con l'altezza dei pazienti mentre non correlano con il peso e il BMI. Dai dati ottenuti non esiste una differenza statisticamente significativa dei valori tra i pazienti di sesso maschile e femminile. Si è cercato di indagare anche possibili interazioni del rapporto di superficie, ma a riguardo non sono state trovate correlazioni.

Degli studi presenti in letteratura riguardo i dati antropometrici, solamente gli studi di Hitt et al.¹², Uehara et al.¹³ e Kwak et al.¹⁴ hanno valutato il rapporto di superficie. Basandosi sui dati antropometrici Hitt¹² e Kwak¹⁴ hanno rilevato un rapporto di superficie variabile di tipo decrementale all'aumentare della dimensione AP del ginocchio; Uehara¹³ ha rilevato con i suoi dati che all'aumentare della dimensione ML si ha un rapporto di superficie variabile di tipo incrementale. Per i convenzionali sistemi protesici simmetrici un rapporto di superficie costante implica una forma ovale relativamente costante e può portare a problemi di sporgenza o di sottodimensionamento con i cambiamenti della dimensione AP della tibia prossimale¹⁴. I dati morfologici hanno rilevato che il rapporto di superficie è più elevato per le ginocchia più piccole ed è proporzionalmente più basso per le ginocchia più grandi. Ciò significa che passando dalle ginocchia più piccole a quelle più grandi la forma della componente tibiale deve essere meno ovale mediolateralmente. La valutazione sia delle dimensioni del piatto tibiale che del design protesico ha mostrato che le taglie degli impianti più piccoli erano sottodimensionate mediolateralmente, e che allo stesso modo le taglie più grandi risultavano essere sovradimensionate mediolateralmente secondo i parametri morfologici^{12,14}. Sia lo studio di Hitt et al.¹² che quello di Kwak et al.¹⁴ riportano che la maggior parte degli impianti presi in considerazione hanno mostrato un rapporto di superficie co-

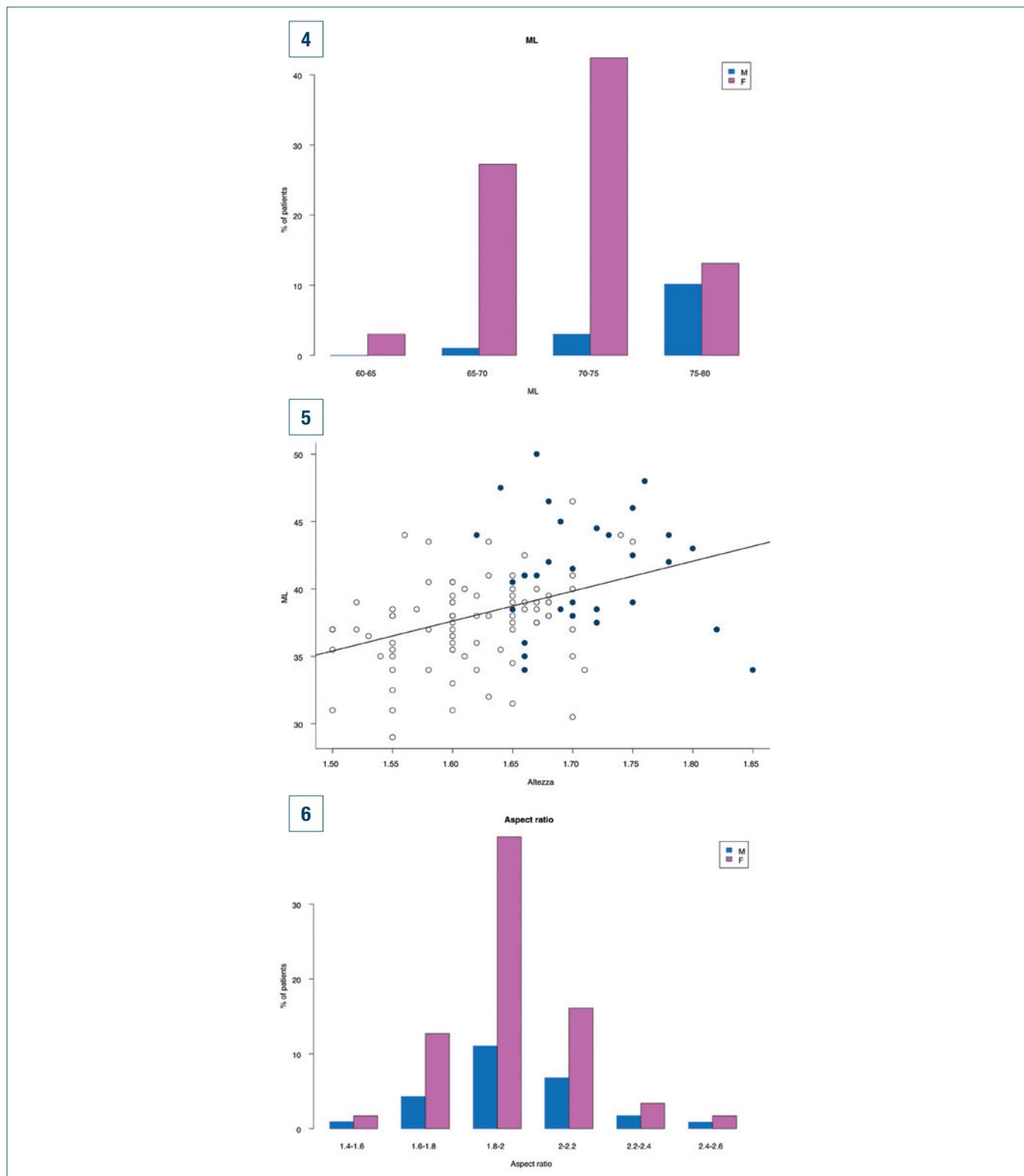


Figure 4-5-6: Le Figure mostrano la distribuzione di frequenza delle dimensioni ML (4), media AP (5) e del rapporto di superficie (6) per sesso. In bianco sono indicati i pazienti femmina, in nero i pazienti maschi. Gli slope delle regressioni per i pazienti maschi e i pazienti femmina non mostrano differenze per quanto riguarda la dimensione ML ($p = 0,36$), la dimensione AP ($p = 0,08$) e il rapporto di superficie ($p = 0,16$).

stante, ma sono presenti anche modelli protesici con rapporti di superficie variabili, sia di tipo incrementale che di tipo decrementale.

Compito dell'Autore è ricordare che quanto presente in letteratura derivante dalla correlazione dei dati antropometrici (in vivo e da cadaveri) con le dimensioni dei modelli protesici non può fornire una misura del risultato dell'impianto.

C'è dibattito anche riguardo la forma della componente tibiale, simmetrica o asimmetrica. Diversi autori preferiscono sistemi simmetrici¹⁷, mentre altri invocano l'utilizzo di sistemi asimmetrici per la componente tibiale¹⁸: tuttavia non sono presenti risultati significativi che facciano preferire una soluzione al posto dell'altra.

Un limite dello studio è il metodo di misurazione delle dimensioni LAP e MAP, ottenute misurando a una distanza di 14 mm rispettivamente dal margine laterale e mediale del ginocchio anziché cercare il loro maggior valore in senso anteroposteriore. Inoltre è stato utilizzato un righello calibrato con una precisione non inferiore al millimetro.

Conclusioni

Da questo studio prospettico emerge che le variazioni dimensionali del piatto tibiale sono correlate alla sua geometria: cioè le ginocchia più piccole risultano essere più ellittiche mentre quelle più grandi più sferiche.

Non esiste una serie di taglie ideale, a fronte di differenze antropometriche tra le etnie e in ogni individuo. Esiste la necessità di studiare le dimensioni morfologiche del ginocchio dopo i tagli ossei per la preparazione dell'impianto delle componenti protesiche. Gli studi radiologici non possono rappresentare la reale condizione in cui si impianta una protesi. Un rapporto di superficie variabile potrebbe, in linea teorica, portare a un migliore adattamento della componente protesica al piatto tibiale sottostante. Ulteriori studi sono necessari per valutare i reali effetti clinici degli impianti con differenti rapporti di superficie.

Bibliografia

- 1 Watanabe H, Akizuki S, Takizawa T, et al. *Survival analysis of a cementless, cruciate retaining total knee arthroplasty. Clinical and radiographic assessment 10 to 13 years after surgery.* J Bone Joint Surg Br 2004;86:824-9.
- 2 Wright RJ, Sledge CB, Poss R, et al. *Patient-reported outcome and survivorship after Kinemax total knee arthroplasty.* J Bone Joint Surg Am 2004;86-A:2464-70.
- 3 Khaw FM, Kirk LM, Gregg PJ. *Survival analysis of cemented Press-Fit Codylar total knee arthroplasty.* J Arthroplasty 2001;16:161-167.
- 4 Gioe TJ, Killeen KK, Grimm K, et al. *Why are total knee replacements revised? Analysis of early revision in a community knee implant registry.* Clin Orthop Relat Res 2004;428:100-6.
- 5 Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, et al. *Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today?* Clin Orthop Relat Res 2002;404:7-13.
- 6 Kelly MA. *Patellofemoral complications following total knee arthroplasty.* Instr Course Lect 2001;50:403-7.
- 7 Canale ST. *Campbell's operative Orthopaedics.* vol. 1. 10th ed. Philadelphia: Mosby 2003, p. 292.
- 8 Incavo SJ, Ronchetti PJ, Howe JG, et al. *Tibial plateau coverage in total knee arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1994;299:81-5.
- 9 Blaha JD, Mancinelli CA, Overgaard KA. *Failure of sex to predict the size and shape of the knee.* J Bone Joint Surg Am 2009;91:19-22.
- 10 Westrich GH, Haas SB, Insall JN, et al. *Resection specimen analysis of proximal tibial anatomy based on 100 total knee arthroplasty specimens.* J Arthroplasty 1995;10:47-51.
- 11 Mensch JS, Amstutz HC. *Knee morphology as a guide to knee replacement.* Clin Orthop Relat Res 1975;112:231-41.
- 12 Hitt K, Shurman JR 2nd, Greene K, et al. *Anthropometric measurements of the human knee: correlation to the sizing of current knee arthroplasty systems.* J Bone Joint Surg Am 2003;85:115-22.
- 13 Uehara K, Kadoya Y, Kobayashi A, et al. *Anthropometry of the proximal tibia to design a total knee prosthesis for the Japanese population.* J Arthroplasty 2002;17:1028-32.
- 14 Kwak DS, Surendran S, Pengatteeeri YH, et al. *Morphometry of the proximal tibia to design the tibial component of total knee arthroplasty for the Korean population.* The Knee 2007;14:295-300.
- 15 Yang Bo, Yu Jiakuo, Gong Xi, et al. *Intraoperative study on anthropometry and gender differences of the proximal tibial plateau at the arthroplasty resection surface.* Chin Med J 2014;127:92-5.
- 16 Brown TE, Diduch DR, Moskai JT. *Component size asymmetry in bilateral knee arthroplasty.* Am J Knee Surg 2001;14:81-4.
- 17 Insall JN, Dorr LD, Scott RD, et al. *Rationale of the Knee Society clinical rating system.* Clin Orthop Relat Res 1989;248:13-4.
- 18 Wevers HW, Simurda M, Griffin M, et al. *Improved fit by asymmetric tibial prosthesis for total knee arthroplasty.* Med Eng Phys 1994;16:297-300.