



## Megaprotesi dell'arto inferiore: complicanze e sopravvivenza in pazienti non oncologici

### *Megaprosthesis of the lower limb: complications and survival rates in non-oncologic patients*

Stefano Grossi<sup>1</sup> (foto), Gabriele Gariffo<sup>1</sup>, Antonio D'Arienzo<sup>1</sup>, Lorenzo Andreani<sup>1</sup>, Mustafa Citak<sup>2</sup>, Thorsten Gehrke<sup>2</sup>, Federico Sacchetti<sup>3</sup>, Domenico Campanacci<sup>3</sup>, Rodolfo Capanna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ortopedia e Traumatologia 2, Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, Cisanello, Pisa;

<sup>2</sup> Endoprothetik Zentrum, Helios ENDO-Klinik, Hamburg (HB); <sup>3</sup> Ortopedia Oncologica e Ricostruttiva, Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, CTO, Firenze

#### Riassunto

**Introduzione.** L'utilizzo di megaprotesi (MP) dell'arto inferiore in campo non oncologico è una realtà ortopedica ormai assodata. Si rende necessaria nelle condizioni in cui il paziente presenta una severa perdita ossea, come nei casi di gravi traumi o sequele di traumi, fallimenti di sintesi di fratture periprotetische, revisioni protesiche o fallimenti di trapianti ossei.

**Materiali e metodi.** Da gennaio 2001 a ottobre 2018 sono stati reclutati un totale di 137 pazienti, con un follow-up minimo di 15 mesi, sottoposti ad impianto di MP. Le complicanze sono state classificate secondo la classificazione di Henderson<sup>1</sup> in I (fallimento dei tessuti molli), II (mobilizzazione asettica), III (fallimento strutturale), IV (infezione peri-protesica).

**Risultati.** Il follow-up medio è stato di 55 mesi (15-216), con mediana di 41 mesi. In media, a 43 mesi dall'intervento, 27 pazienti sono usciti dal follow-up (LTF). 71 (52%), non hanno avuto alcuna complicanza sino al loro ultimo follow-up, mentre 66 (48%), ne hanno sviluppato almeno una. Si è rilevata una sopravvivenza globale ad 1 anno dell'89% ed a 2 anni dell'84%, mentre a 5 ed a 10 anni, rispettivamente del 75% e del 68%.

**Discussione.** Le percentuali di sopravvivenza protesica osservate, sono in linea con quelle della letteratura. Le discordanze più rilevanti, in alcuni casi, sono imputabili al fatto che, diversi studi, prendono in considerazione differenti definizioni di *failure* (fallimento protesico). Bisogna considerare che l'impianto di megaprotesi è un trattamento di *Limb Salvage* e i pazienti sono stati sottoposti a trattamenti chirurgici precedenti considerati falliti. Inoltre, il follow-up in diversi casi è superiore ai 15 anni, quindi maggiore della vita stimata di molte protesi di primo impianto.

**Conclusioni.** Le megaprotesi sono un'opzione utilizzabile, ma vanno riservate esclusivamente a casi selezionati, in cui sia presente un grave "*bone loss*", una qualità dell'osso scadente o nei casi selezionati in cui i precedenti interventi chirurgici siano falliti.

**Parole chiave:** megaprotesi, protesi da resezione modulari, MegaC, Limb Salvage

#### Summary

**Introduction.** The implant of megaprosthesis (MP) of the lower limb in non-oncologic patients is considered a reliable orthopaedic procedure. It is considered a valid option for patients with severe bone loss, failure of periprosthetic osteosynthesis, prosthetic revision, failure of bone grafting.

**Materials and methods.** Between January 2001 and October 2018, 137 patients underwent reconstruction with MP with a 15 months (15-216) minimum follow-up. Henderson<sup>1</sup> classification was used to evaluate the complications: I (soft tissue failure), II (aseptic loosening), III (structural failure), IV (periprosthetic infection).

**Results.** Average Follow-up was 55 months (15-216), with 41 months median F/U. 27 patients

Ricevuto: 17 giugno 2020  
Accettato: 22 novembre 2021

#### Corrispondenza

Stefano Grossi

Dipartimento di Ricerca Traslationale e Nuove  
Tecnologie in Medicina e Chirurgia - UO Ortopedia e  
Traumatologia II, Università di Pisa  
E-mail: stefanogrossimd@gmail.com

#### Conflitto di interessi

Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di  
interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

**Come citare questo articolo:** Grossi S, Gariffo G,  
D'Arienzo A, et al. Megaprotesi dell'arto inferiore:  
complicanze e sopravvivenza in pazienti non  
oncologici. Giornale Italiano di Ortopedia e  
Traumatologia 2022;48:93-99; [https://doi.  
org/10.32050/0390-0134-255](https://doi.org/10.32050/0390-0134-255)

© Copyright by Pacini Editore Srl



OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della  
licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione –  
Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale).  
L'articolo può essere usato indicando la menzione  
di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non  
commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

were lost at follow-up (LTF) at a 43 months average from the surgical operation. 71 patients never had any complications until last F/U., while 66 (48%) developed at least one. Implant survivorship was 89% at 1 year, 84% at 2 years, 75% at 5 years and 68% at 10 years.

**Discussion.** Survival rates and complications founded, match the recent literature. The most relevant divergencies, in few cases, are likely due to different definitions of "prosthetic failure" and different classification adopted. Furthermore, MP are considered Limb Salvage procedures and these patients already underwent previous surgery. In addition in several cases, F/U is longer than 15 years, thus greater than the average lifetime of a first prosthetic implant.

**Conclusion.** MP are a viable option, but must be reserved to selected patients, where the bone quality is poor, the bone loss is massive or previous surgery are failed.

**Key words:** megaprosthesis, Modular Resection Prosthesis, MegaC, Limb Salvage Surgery

## Introduzione

Da molti anni ormai, l'impianto di megaprotesi (MP), si è affermato tra le tecniche di prima scelta nel trattamento delle perdite massive di tessuto osseo, conseguenti a resezione di neoplasie osteoarticolari<sup>2</sup>. Storicamente, l'utilizzo di queste protesi, è stato associato ad un'elevata incidenza di complicanze post-operatorie che, nel passato, ne ha limitato l'indicazione, alla sola sfera oncologica. Negli ultimi decenni, tuttavia, i rilevanti miglioramenti nelle profilassi antibiotiche e gli sviluppi tecnico-ingegneristici che si sono avuti in ambito protesico, hanno consentito di ottenere design innovativi e superfici protesiche sempre migliori. Queste innovazioni hanno comportato, per le moderne MP, una diminuzione dell'incidenza di complicanze post-operatorie e quindi, un miglioramento del loro *outcome* terapeutico. Tutto questo ha permesso un ampliamento delle indicazioni anche in campo non oncologico, specialmente negli esiti di gravi traumi, nei fallimenti di sintesi di fratture periprotetiche e non, nelle rerevisioni protesiche e nei fallimenti di trapianti ossei<sup>3</sup>. Ad oggi, gli studi riguardanti l'applicazione di MP in ambito non oncologico, sono tuttavia ancora pochi e, spesso, prendono in considerazione una coorte di pazienti poco numerosa. Di qui, la necessità di intraprendere nuovi studi, che validino l'impianto di queste protesi nei pazienti non oncologici. Molti dei risultati pubblicati in letteratura sono comunque promettenti e sembrerebbero quindi sostenere, in pazienti selezionati, le nuove indicazioni al loro impianto<sup>4,5</sup>. Scopo di questo studio, è quello di contribuire all'evidenza scientifica, riguardo all'appropriatezza dell'impianto di MP in pazienti con indicazione diversa da quella neoplastica. Si valuterà l'incidenza di complicanze post-operatorie, e quindi la sopravvivenza protesica, in 137 pazienti non oncologici, operati tra gennaio 2001 e ottobre 2018, con una protesi da resezione modulare di femore prossimale, distale o totale.

## Materiali e metodi

Sono stati selezionati pazienti con condizioni non oncologiche o post oncologiche, ovvero pazienti ritenuti guariti

dalla malattia neoplastica e trattati con MP, a seguito del fallimento di una precedente chirurgia oncologica, trattati con l'impianto di una megaprotesi di femore e di tibia prossimale. Sono stati invece esclusi dallo studio, pazienti con malattia neoplastica in atto e coloro i quali abbiano presentato un F/U minimo minore di 15 mesi. I pazienti sono stati operati da gennaio 2001 a ottobre 2018. Prendendo in considerazione i criteri di inclusione e di esclusione, sono stati identificati 137 pazienti portatori di altrettante MP. La popolazione in analisi, ha un'età media di 63,5 anni; 84 (61,3%) pazienti di sesso femminile e 53 (38,7%) di sesso maschile. Le indicazioni all'impianto di una MP sono state suddivise in 4 gruppi (Fig. 1).

Per tutti i pazienti in studio è stato adottato il Megasystem-C® (Waldemar LINK GmbH & Co. KG, Hamburg, FRG) in forma di MP di femore prossimale (53), femore distale (55), femore totale (8), tibia prossimale (12), artrodesi di ginocchio (8) o di femore distale e tibia prossimale nello stesso paziente (1). I pazienti con infezione del sito anatomico di interesse, al tempo 0, ovvero prima dell'impianto della MP, sono stati 34 (24,8%). Dei quali 22 hanno ricevuto una protesi con rivestimento in argento, al fine di ridurre la probabilità di infezione post-operatoria. Sono quindi state indagate le complicanze insorte nel periodo post-operatorio ed i rispettivi trattamenti. In particolare, gli eventi avversi sono stati classificati secondo la classificazione di Henderson et al.<sup>6</sup>, adattata all'ambito non oncologico<sup>7</sup>, così suddivisi:

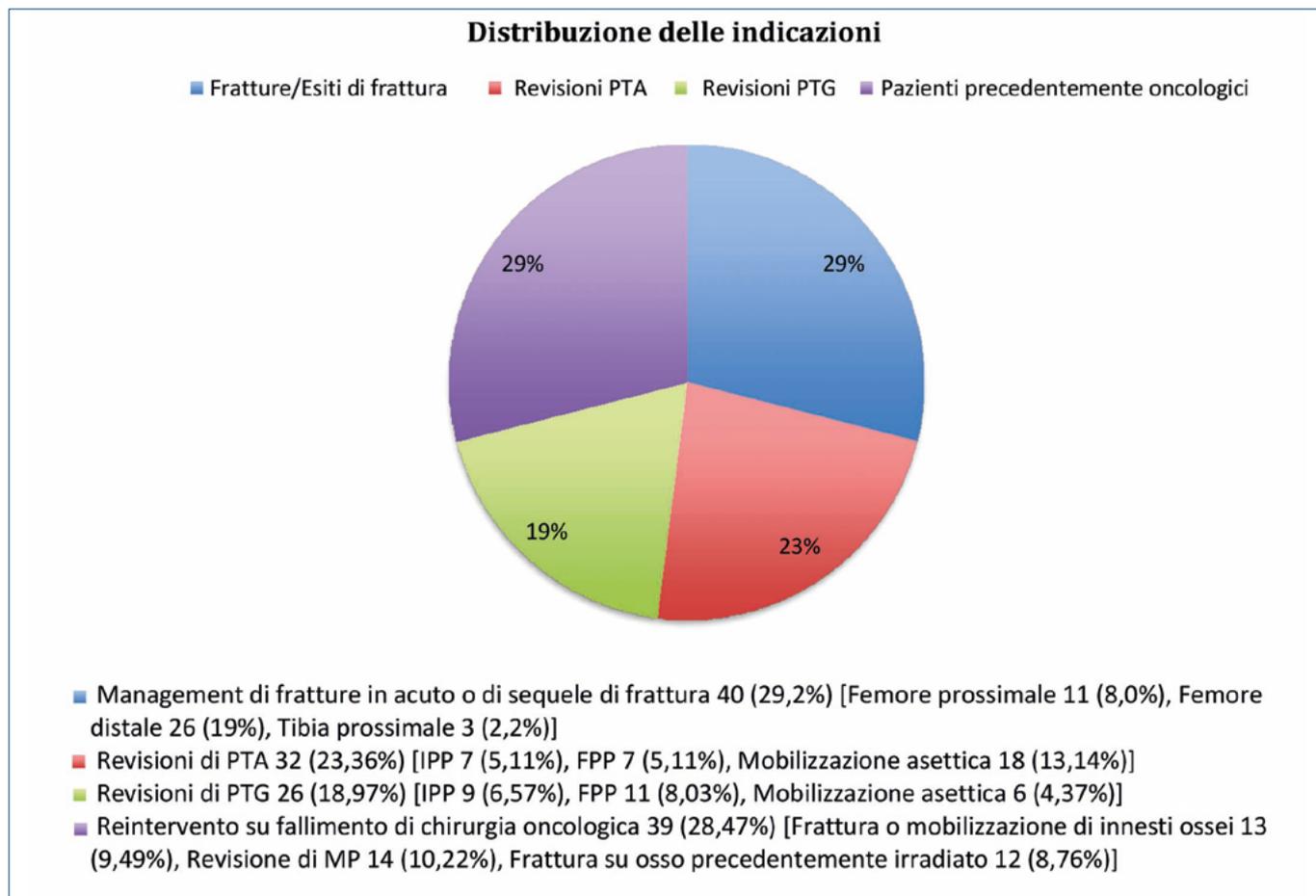
Complicanze meccaniche:

- Tipo I "Soft tissue failure", associate ai tessuti molli. Tra queste annoveriamo in particolare le lussazioni e le rotture tendinee; rientrano inoltre in questa categoria, i ritardi di guarigione delle ferite.
- Tipo II Evidenza clinica o radiografica di mobilizzazione asettica.
- Tipo III Fallimento strutturale, associato a fratture periprotetiche, o a rottura delle componenti protesiche stesse.

Complicanze non meccaniche:

- Tipo IV Infezione peri-protesica.

Per fallimento dell'impianto, si sono intesi i casi in cui si sia



**Figura 1.** Distribuzione delle indicazioni. In blu: fratture in acuto o sequele di fratture. In rosso: revisioni di PTA. In verde: revisioni di PTG. In viola: esiti di pregresso intervento oncologico.

reso necessario, uno o più dei seguenti trattamenti:

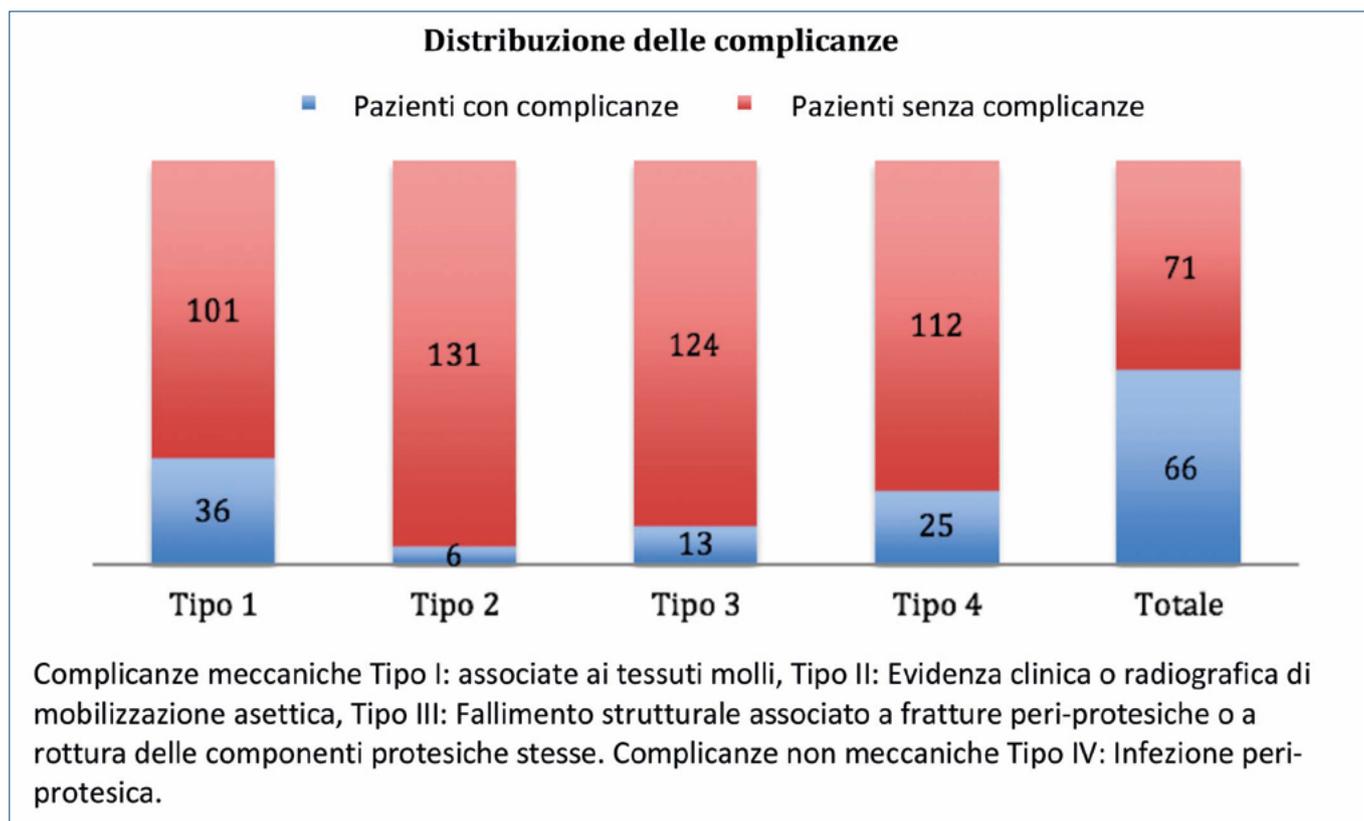
- Revisione completa o parziale (di una delle componenti) della protesi
- Fissazione di una frattura peri-protetica
- Ricostruzione dei tessuti molli peri-protetici, garanti della stabilità articolare
- Rimozione della protesi, con successiva artrodesi dell'articolazione,
- Amputazione o disarticolazione dell'arto.

Il F/U medio è stato di 55 mesi (15-216 mesi), con mediana di 41 mesi. In media, a 43 mesi dall'intervento, 27 pazienti sono usciti dal F/U. Sul totale dei 137 pazienti presi in considerazione, 71 (52%), non hanno avuto alcuna complicanza sino al loro ultimo follow-up, mentre 66 (48%), ne hanno sviluppato almeno una (Fig. 2).

Dalla Figura 2, si evince che la somma dei pazienti con le differenti complicanze (campi blu, dalla colonna "tipo 1" alla colonna "tipo 4") è maggiore del numero complessivo

dei pazienti con complicanze (campo blu, colonna "complessivo"). Questo si spiega per il fatto che, alcuni pazienti, hanno sviluppato più di un tipo di complicanza. È da sottolineare, inoltre, il fatto che, nonostante le complicanze di tipo 1 ("soft tissue failure") constino del numero assoluto maggiore, sono le complicanze infettive (di tipo 4) ad aver richiesto complessivamente il maggior numero di re-interventi, e che quindi, più frequentemente, hanno portato al fallimento dell'impianto protesico. La percentuale di pazienti che, a 10 anni dall'intervento, hanno avuto una complicanza determinante il fallimento protesico è stata del 66%, sul totale dei pazienti con complicanze. Prendendo in considerazione i fallimenti protesici associati a tutte le complicanze, si è rilevata una sopravvivenza globale ad 1 anno dell'89% ed a 2 anni dell'84%, mentre a 5 ed a 10 anni, rispettivamente del 75% e del 68%.

36 pazienti hanno avuto complicanze di tipo 1, di cui 3 verificatesi non come prime complicanze, ma successiva-



**Figura 2.** Distribuzione delle complicanze secondo la classificazione di Henderson<sup>1</sup> adattata all'ambito non oncologico.

mente all'avvenimento di una complicanza di altro tipo. In 12 pazienti, su 61 con MP di femore prossimale o totale (19,7%), si è verificata almeno una lussazione, in media a 4 mesi dall'intervento (1-18). Di questi, 6 hanno avuto almeno un'altra recidiva. In 8 casi è stata necessaria una revisione con cotile a ritenzione e/o della componente femorale, mentre nei rimanenti è stata sufficiente una riduzione incruenta. Due pazienti, in seguito a MP di femore distale (su un totale di 55), hanno sviluppato rigidità articolare, per cui sono stati trattati con artromiolisi secondo Judet. Otto pazienti hanno manifestato deficit sensitivi legati alla compromissione del nervo sciatico popliteo esterno. In 5 sono andati incontro a risoluzione, mentre in 3 persistono (parestesie e/o deficit motori). Due pazienti hanno sviluppato trombosi venosa profonda, trattata con terapia medica anticoagulante. Un paziente ha sviluppato idrartro, per il quale non è stata necessaria la revisione protesica. Dei 13 pazienti con sostituzione della tibia prossimale, 2 hanno manifestato un distacco parziale del tendine rotuleo (a 46 e 52 mesi dall'intervento), 1 ha avuto due allentamenti delle viti di ancoraggio del TR alla tuberosità tibiale (a 13 ed a 19 mesi dall'intervento), 1 ha sviluppato una mobilizzazione della placca del TR (a 52 mesi) mentre ad 1 paziente, si è

dislocata la vite di ancoraggio (a 144 mesi). In un paziente si è verificato a un mese dall'intervento un distacco del TR. In quest'ultimo caso, è stata eseguita una revisione dell'apparato estensore, mentre, i 2 distacchi, parziali, del TR sono stati trattati conservativamente. Negli altri pazienti, sono state riposizionate le viti allentatesi e, per la mobilizzazione della placca del TR, dato che non sussisteva deficit della capacità ad estendere l'arto, si è eseguita la sua rimozione. Due pazienti hanno sviluppato una frattura di rotula traumatica (trauma sul lavoro, trauma accidentale) e sono stati trattati conservativamente. Se come *end-point* si considerano i fallimenti protesici associati alle sole complicanze di tipo 1, si evince che le megaprotesi impiantate hanno avuto una sopravvivenza priva di fallimenti (*failure free survival*) ad 1 anno del 95,6%, a 2 anni del 93,3%, a 5 anni del 91,2% ed a 10 anni, del 90,2%.

Sul totale dei 137 pazienti operati, si sono verificati 6 casi di mobilizzazione asettica, avvenuti in media a 63 mesi dall'intervento (13-106). Questi hanno richiesto la revisione con MP di femore totale (in 1 caso), la revisione della componente acetabolare (in 2 casi) e la revisione della componente femorale (in 1 caso), mentre, 2 pazienti, sono ancora in attesa di essere trattati.

In 1 caso la mobilizzazione si è verificata non come complicanza primaria, ma in seguito all'avvenimento di un'altra complicanza. Prendendo in considerazione i fallimenti legati alle sole complicanze di tipo 2, si ha una sopravvivenza ad 1 ed a 2 anni del 100%, a 5 anni del 99,2% ed a 10 anni del 96,6%.

Complessivamente si sono verificate 13 complicanze di tipo 3, in media a 60 mesi (14-130) dall'intervento. Tre di queste, si sono verificate come complicanze secondarie, ovvero successive al trattamento di altre complicanze.

Nel periodo in esame, si sono rilevate 6 fratture peri-protesiche (1 di tibia, 2 di femore distale, 3 di femore prossimale), 2 rotture di testina in ceramica, 1 rottura di cono morse, 1 rottura di stelo protesico, 1 allentamento del giunto protesico e 2 usure dell'interfaccia in polietilene (femore distale). Escludendo 1 FPP trattata incruentamente mediante l'immobilizzazione dell'arto, tutti gli altri pazienti sono stati ri-operati. I re-interventi hanno incluso: la revisione delle componenti protesiche, la riduzione delle fratture mediante cerchiaggi, osteosintesi con placche e viti, la revisione con MP di femore totale (un solo caso) e la revisione dello stelo protesico originale con stelo cementato (un solo caso).

La sopravvivenza associata ai fallimenti per complicanze di tipo 3 risulta essere del 100% ad 1 anno, del 99,2% a 2 anni, del 94,3% a 5 anni e del 91,2% a 10 anni.

Complessivamente, si sono verificate, come prima complicanza post-operatoria, 19 IPP (6 su femore prossimale, 11 su femore distale, 2 su tibia prossimale), presentandosi in media a 24,9 mesi (1-89) dall'intervento. Dei pazienti interessati da questa complicanza, 8 (42,1%) avevano già una storia di infezione del sito anatomico in cui si è impiantata la MP. Tutti i pazienti sono stati revisionati in *one-stage* o in *two-stages* ad eccezione di 3 casi, dei quali uno si è rifiutato di sottoporsi al trattamento e due sono stati trattati con debridement, VAC-therapy e antibiotici, sebbene, per uno di questi, sia in programma la revisione protesica. Si sono inoltre verificate 6 infezioni, in seguito al reintervento per una complicanza primitiva non infettiva (4 complicanze tipo 3 e 2 complicanze tipo 1), in media a 54 mesi dall'intervento primario.

All'ultimo F/U, l'infezione persiste in 5 pazienti, di cui 1 si rifiuta di essere operato e 2 sono in attesa di rimuovere lo spaziatore antibiotato.

Per 3 pazienti inoltre è stato necessario ricorrere all'intervento di disarticolazione.

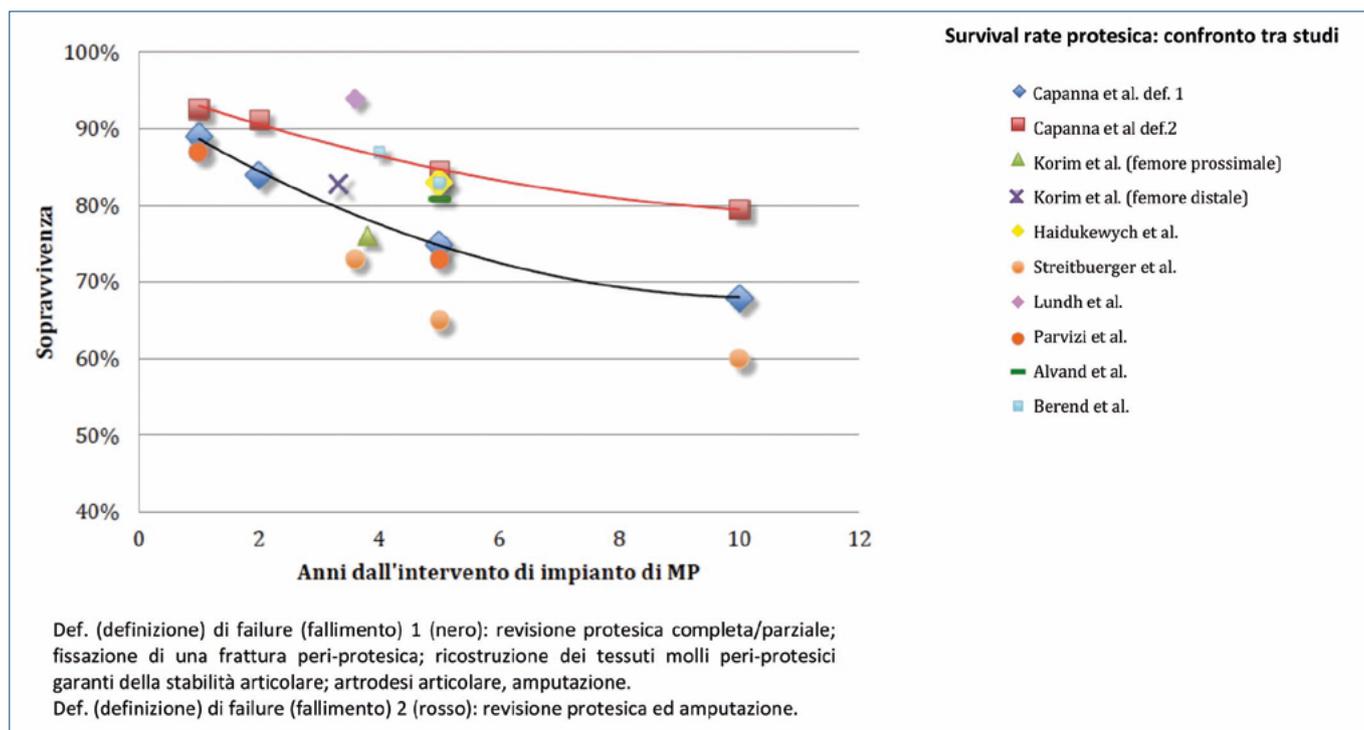
Prendendo come riferimento, anche in questo caso, i fallimenti associati esclusivamente alle complicanze infettive, si rileva che ad 1 anno, la sopravvivenza delle megaprotesi impiantate è stata del 93,3%, a 2 anni del 91,9%, a 5 anni dell'87,9% ed a 10 anni del 79,1%. (Le percentuali prendono in considerazione anche le infezioni conseguenti ad una ri-operazione, per complicanze diverse da quelle infettive).

## Discussione

Le megaprotesi sono di frequente utilizzo in ortopedia oncologica. La loro finalità è quella di garantire la sopravvivenza e la funzionalità di un arto, in cui venga asportato un segmento osseo, affetto da malattia neoplastica. Tuttavia, i recenti sviluppi in ambito protesico ne hanno ampliato le indicazioni, estendendone il campo di applicazione anche a pazienti non oncologici. Con l'aumento dell'età della popolazione, della prevalenza di osteoporosi e della popolarità della chirurgia protesica articolare, si è osservato un aumento sempre maggiore di pazienti con scarso bone stock, con fratture difficili da trattare con tecniche convenzionali, o con fallimenti di plurimi interventi di sintesi, questo ha portato a un graduale incremento di impianto di MP<sup>8</sup>. Sebbene in letteratura gli studi riguardo a queste indicazioni, stiano dando risultati promettenti, non si può prescindere da un'attenta selezione dei pazienti candidabili al loro impianto<sup>9</sup>. Considerate e alte percentuali di incidenza di complicanze post-operatorie rispetto ai trattamenti tradizionali, l'impianto di P rimane ad oggi una tecnica di utilizzo infrequente. Questa, è da prendersi in considerazione come metodica *limb sparing*, quando le altre tecniche chirurgiche non siano più opzionabili e da utilizzarsi in centri specializzati con adeguata esperienza in questo campo<sup>10</sup>.

I risultati rilevati sono stati confrontati in letteratura sia che con quelli messi in luce da altri *case series*, sia con quelli identificati da alcune *reviews*, tra cui quelle di Korim et al.<sup>11,12</sup>, quella di Windhager et al.<sup>13</sup> e quella di Artiaco et al.<sup>14</sup>. La sopravvivenza globale delle MP è stata dell'89% ad 1 anno, dell'84% a 2 anni, del 75% a 5 anni e del 68% a 10 anni. Come si evince dalla Figura 3, che mette a confronto i nostri risultati con quelli rilevati in letteratura, si comprende bene quale sia il fattore che, ancora oggi, sta limitando l'utilizzo di questo genere di protesi: il numero di complicanze e quindi la *failure free survival*<sup>15</sup>.

Le percentuali di sopravvivenza protesica del nostro studio sono in linea con quelle riscontrate in letteratura. Le discordanze più rilevanti sono imputabili al fatto che diversi studi prendono in considerazione differenti definizioni di *failure* (fallimento protesico). Lundh et al.<sup>16</sup>, Haidukewych et al.<sup>17</sup> e Alvand et al.<sup>18</sup>, nei loro studi, hanno preso come *end-point*, la revisione protesica o l'amputazione (definizione di *failure* 2), mentre, nel nostro studio, sono state considerate *failure*, oltre alle protesi revisionate ed alle amputazioni anche quelle che hanno necessitato della fissazione di una frattura peri-protesica o della ricostruzione dei tessuti molli peri-protesici (definizione di *failure* 1). Se si adotta la definizione di *failure* 2, si nota infatti, un avvicinamento tra i nostri risultati e quelli dello studio di Lundh, Alvand e Haidukewych. Inoltre, si nota come le percentuali di sopravvivenza tra gli studi qui a confronto, non differiscano significativamente, al variare dell'indicazione al trattamento. I diversi studi elencati infatti (Tab. I), pur prendendo in considerazione indicazioni differenti, mo-



**Figura 3.** Analisi statistica della failure free survival in considerazione delle definizioni di failure valutate dagli autori.

strano risultati sovrapponibili (Fig. 3). In un’attenta analisi sulle fratture periprotetiche di ginocchio, Parvizi et al., suggeriscono l’utilizzo di MP per quei pazienti con scarso bone stock associato a mobilizzazione protesica, che non possano tollerare un allettamento prolungato o che non siano in grado di utilizzare un carico parziale sull’arto interessato <sup>19</sup>.

**Tabella I.** Studi a confronto con percentuali di failure free survival con differenza statisticamente non significativa (p-value < 0,05)

| Studi                              | Indicazioni  |
|------------------------------------|--|
| Alvand et al. <sup>17</sup>        | IPP di PTG e PTA   |
| Streitbuerger et al. <sup>24</sup> | IPP, FPP e mobilizzazione asettica di PTG  |
| Parvizi et al. <sup>5</sup>        | FPP, IPP e mobilizzazione di PTA, PA femore prossimale ed osteonecrosi radio-indotta   |
| Korim et al. 2013 <sup>11</sup>    | Review: non oncologiche femore distale   |
| Korim et al. 2014 <sup>12</sup>    | Review: non oncologiche femore prossimale  |
| Berend et al. <sup>24</sup>        | IPP, FPP, mobilizzazioni asettiche, pseudoartrosi, fratture in acuto di femore distale |
| Haidukewych et al. <sup>16</sup>   | PA femore distale  |

## Conclusioni

L’utilizzo di MP in ambito non oncologico è ad oggi considerato una procedura *limb sparing*, a cui ricorrere quando le tecniche tradizionali non siano in grado di garantire un’adeguata stabilità strutturale all’arto interessato <sup>20, 21</sup>. L’incidenza delle complicanze post-operatorie attualmente risulta ancora maggiore rispetto a quella riscontrata per le tecniche di chirurgia ortopedica standard. Nonostante questo, molti studi, confermati anche dalla presente ricerca, hanno dimostrato risultati incoraggianti, in pazienti complessi considerati difficili da trattare. Nel caso, infatti, di revisioni protesiche con grave perdita di sostanza ossea associata a infezione, a metallosi o a fratture peri-protesiche, oppure in caso di gravi fratture pluriframmentarie e pseudoartrosi revisionate, l’impianto di MP, rappresenta una valida opzione, ai fini di preservare la funzionalità e la “salvezza” dell’arto interessato <sup>22</sup>. Allo scopo di garantire la minore incidenza possibile di complicanze post-operatorie, si raccomanda l’impianto di megaprotesi esclusivamente in centri specializzati, che abbiano un’adeguata esperienza nel trattare queste gravi perdite di “bone stock” <sup>23</sup>. Secondo alcuni autori, l’utilizzo di megaprotesi è l’unica possibilità chirurgica in quei casi selezionati in cui la *bone stock* sia così compromesso che la strategia tradizionale di sintesi interna, fissazione esterna, o protesica, non possa garantire la stabilità minima necessaria per permettere una mobilizza-

zione precoce dell'arto, o la longevità dell'impianto<sup>24</sup>. Inoltre, va considerato che il progressivo invecchiamento della popolazione si correla sia con l'incremento dell'incidenza di fratture complesse su osso osteoporotico, che con l'utilizzo sempre più frequente di impianti protesici. Questo comporterà inevitabilmente un aumento in termini di valore assoluto del numero di pseudoartrosi, fratture peri-protesiche, revisioni e fallimenti protesici. Si comprende quindi, la necessità di validare mediante studi retrospettivi o, ancor meglio, prospettici, procedure ortopediche, idonee a trattare questa complessa coorte di pazienti, tra le tecniche a disposizione, appunto, anche le megaprotesi.

## Bibliografia

- 1 Henderson ER, O'Connor MI, Ruggieri P, et al. Classification of failure of limb salvage after reconstructive surgery for bone tumours: a modified system Including biological and expandable reconstructions. *Bone Joint J* 2014;96-B(11):1436-1440. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B11.34747>
- 2 Wiesel SW, Malawer MM, Parvizi J, et al. *Techniques in Orthopaedic Surgery*. Philadelphia 2011.
- 3 Gkavardina A and Tsagozis P. The use of megaprotheses for reconstruction of large skeletal defects in the extremities: a critical review. *Open Orthop J* 2014;8:384-389. <https://doi.org/10.2174/1874325001408010384>
- 4 Grammatopoulos G, Alvand A, Martin H, et al. Five-year outcome of proximal femoral endoprosthetic arthroplasty for non-tumour indications. *Bone Joint J* 2016;98-B:1463-1470. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B11.BJJ-2016-0244.R1>
- 5 Parvizi J, Tarity TD, Slenker N, et al. Proximal femoral replacement in patients with non-neoplastic conditions. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1036-1043. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00241>
- 6 Henderson ER, Groundland JS, Pala E, et al. Failure mode classification for tumor endoprostheses: retrospective review of five institutions and a literature review. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:418-429. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00834>
- 7 Korim MT, Esler CN, Ashford RU. Systematic review of proximal femoral arthroplasty for non-neoplastic conditions. *J Arthroplasty* 2014;29:2117-2121. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.06.012>
- 8 Lindahl H. Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty. *Injury* 2007;38:651-654. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.02.048>
- 9 Lombardi AV, Berend KR, Adams JB. Management of bone loss in revision TKA: it's a changing world. *Orthopedics* 2010;33:662. <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-37>
- 10 Windhager R, Schreiner M, Staats K, et al. Megaprotheses in the treatment of periprosthetic fractures of the knee joint: indication, technique, results and review of literature. *Int Orthop* 2016;40:935-943. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2991-4>
- 11 Korim MT, Esler CN, Ashford RU. Systematic review of proximal femoral arthroplasty for non-neoplastic conditions. *J Arthroplasty* 2014;29:2117-2121. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2014.06.012>
- 12 Korim MT, Esler CN, Reddy VR, et al. A systematic review of endoprosthetic replacement for non-tumour indications around the knee joint. *Knee* 2013;20:367-375. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.09.001>
- 13 Windhager R, Schreiner M, Staats K, et al. Megaprotheses in the treatment of periprosthetic fractures of the knee joint: indication, technique, results and review of literature. *Int Orthop* 2016;40:935-943. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2991-4>
- 14 Artiaco S, Boggio F, Colzani G, et al. Megaprotheses in the revision of infected total hip arthroplasty. clinical series and literature review. *Bull Hosp Jt Dis* (2013). 2015;73:229-232.
- 15 De Gori M, Scoccianti G, Frenos F, et al. Modular endoprostheses for nonneoplastic conditions: midterm complications and survival. *Biomed Res Int* 2016;2016:2606521. <https://doi.org/10.1155/2016/2606521>
- 16 Lundh F, Sayed-Noor AS, Brosjo O, et al. Megaprosthesis reconstruction for periprosthetic or highly comminuted fractures of the hip and knee. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:553-557. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1237-7>
- 17 Haidukewych GJ, Springer BD, Jacofsky DJ, et al. Total knee arthroplasty for salvage of failed internal fixation or nonunion of the distal femur. *J Arthroplasty* 2005;20:344-349. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2004.03.026>
- 18 Alvand A, Grammatopoulos G, de Vos F, et al. Clinical outcome of massive endoprostheses used for managing periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Arthroplasty* 2018;33:829-834. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.046>
- 19 Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, et al. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res* 446:167-175. <https://doi.org/10.1097/O1.blo.0000214417.29335.19>
- 20 Alvand A, Grammatopoulos G, de Vos F, et al. Clinical outcome of massive endoprostheses used for managing periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Arthroplasty* 2018;33:829-834. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.046>
- 21 Dean BJ, Matthews JJ, Price A, et al. Modular endoprosthetic replacement for failed internal fixation of the proximal femur following trauma. *Int Orthop* 2012;36:731-734. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1332-5>
- 22 Vaishya R, Singh AP, Hasija R, et al. Treatment of resistant nonunion of supracondylar fractures femur by megaprosthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:1137-1140. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1416-1>
- 23 Windhager R, Schreiner M, Staats K, et al. Megaprotheses in the treatment of periprosthetic fractures of the knee joint: indication, technique, results and review of literature. *Int Orthop* 2016;40:935-943. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-2991-4>
- 24 Evans S, Laugharne E, Kotecha A, et al. Megaprotheses in the management of trauma of the knee. *J Orthop* 2016;13:467-471. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2015.10.024>