

## Introduzione

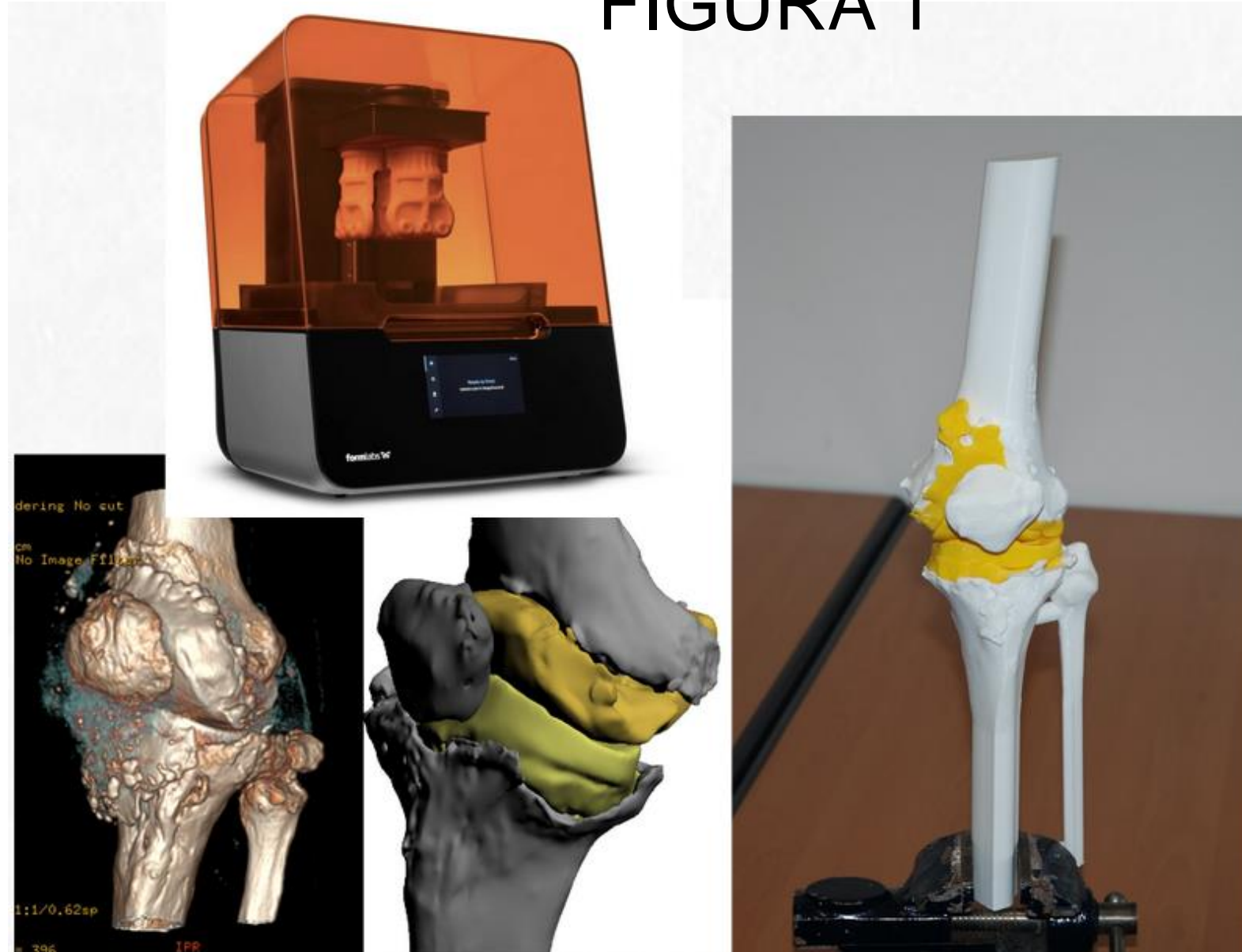
La stampa 3D permette di ottenere degli oggetti solidi a partire dall'immagine in digitale. Proposta negli anni 1900 da Charles W. Hull, fu utilizzata nel campo medico solo nei primi anni 2000. In particolare, nella chirurgia ortopedica di revisione la tecnica di stampa 3D può produrre impianti personalizzati che possono fornire supporto durante procedure complesse<sup>1-3-4</sup>. (Fig.1)

Gli interventi di protesi totale di ginocchio (PTG) sono in continua crescita poiché la popolazione anziana è in aumento e ha esigenze funzionali e sportive crescenti. Tra le cause di fallimento più comuni si annoverano le infezioni protesiche (33.2%), la mobilizzazione asettica (35.1%) instabilità (16%)<sup>2</sup>. In questi casi, è necessario procedere ad un intervento di revisione totale di ginocchio.

Considerata la complessità delle revisioni di Protesi Totali di Ginocchio dove l'anatomia spesso è completamente sovrvertita, associata a perdite di sostanza ossea, ad elevati tassi di complicanze e reinterventi, l'utilizzo dei modellini 3D risulta essere uno strumento utile a supporto dell'imaging 2D, specialmente in caso di estesi riassorbimenti o gap ossei<sup>3-4-5-6-7</sup>.

Lo scopo del presente studio è di valutare i vantaggi e gli svantaggi delle tecniche di modellazione 3D in rTKA concentrandosi su  
(a) concordanza tra le componenti testate sui modelli 3D rispetto alle componenti impiantate sul paziente  
(b) Tempo operatorio chirurgico.

FIGURA 1



## Materiali e Metodi

Lo studio ha incluso 12 pazienti (gruppo di studio – 6 pazienti con infezione) sottoposti a revisione dell'artroplastica totale del ginocchio (rTKA) da dicembre 2019 a marzo 2021, per i quali è stato utilizzato un modello 3D per la prova e la guida preoperatoria e 12 pazienti (gruppo di controllo - 6 pazienti con infezione) sottoposti a rTKA senza guida con il modello 3D.

Si descrivono quindi 3 tempi: 1) stampa: dalla TC le immagini sono state processate da un software gestito da M3DICS ((Hyper-Accuracy 3D, HA3D™) per la riproduzione di un modellino in acido polilattico (PLA) (Fig.2) che rappresenta fedelmente l'articolazione del paziente 3D b) simulazioni su modellino: prima dell'intervento è stato impiantato sul modellino la protesi scelta con gli stessi strumenti utilizzati in sala operatoria. Oltre al chirurgo esperto, la prova è stata realizzata anche da specializzandi di ortopedia che hanno potuto prendere confidenza con gli strumentari (Fig.3) c) tempo chirurgico: gli interventi sono stati eseguiti con tecnica standard con protesi Depuy Attune Revision.

Tutti i dati relativi all'impianto e al tempo sono stati raccolti in fase preoperatoria e post-intervento chirurgico:

a) Corrispondenza: sono state annotate le dimensioni delle componenti impiantate durante la simulazione e confrontate con le dimensioni delle componenti impiantate sul paziente (dimensione della tibia, dimensione del femore, stelo della tibia, stelo del femore, offset tibiale, offset femorale, wedge tibiali, wedge femorali)

b) Tempo chirurgico totale: la durata dei tempi chirurgici utilizzati per eseguire la procedura sui dodici pazienti dopo aver effettuato la simulazione sul modello 3D sono stati confrontati con i tempi chirurgici eseguiti dalla stessa equipe di chirurghi utilizzata per eseguire dodici procedure di revisione senza la simulazione 3D.

FIGURA 2



## Risultati

a) Corrispondenza: Tutte le misurazioni testate durante la simulazione erano le stesse impiantate sul paziente in sala operatoria tranne che per 5 misure: In particolare, le dimensioni della componente femorale e dello stelo femorale di un paziente sono state sottostimate (6 14x60 invece di 7 16x110), in altri due pazienti solo la dimensione della componente femore è stata sovrastimata (5 invece di 4 e 6 invece di 5), e infine sono stati sovrastimati i cunei femorali di un altro paziente (Postero-Laterale 8 e Postero-Mediale 8 invece di PL 4 e PM 4). In media, la corrispondenza tra le componenti testate e quella impiantata è stata del 95%.

a) Tempo chirurgico: Il chirurgo ha eseguito l'intervento con una media di 24 minuti in meno sui pazienti sui quali aveva già testato la simulazione preoperatoria. La differenza non è statisticamente significativa.

La simulazione preoperatoria ha anticipato con grande precisione (95%) le dimensioni delle componenti, inclusi i wedge. Il chirurgo si sente più sicuro dopo la simulazione riducendo il tempo operatorio. Le complicanze possono essere previste in anticipo. Eseguire la simulazione insieme all'infermiere strumentista ha preparato l'intero team. I modelli stampati in 3D possono anche essere uno strumento utile per la formazione di chirurghi e specializzandi.

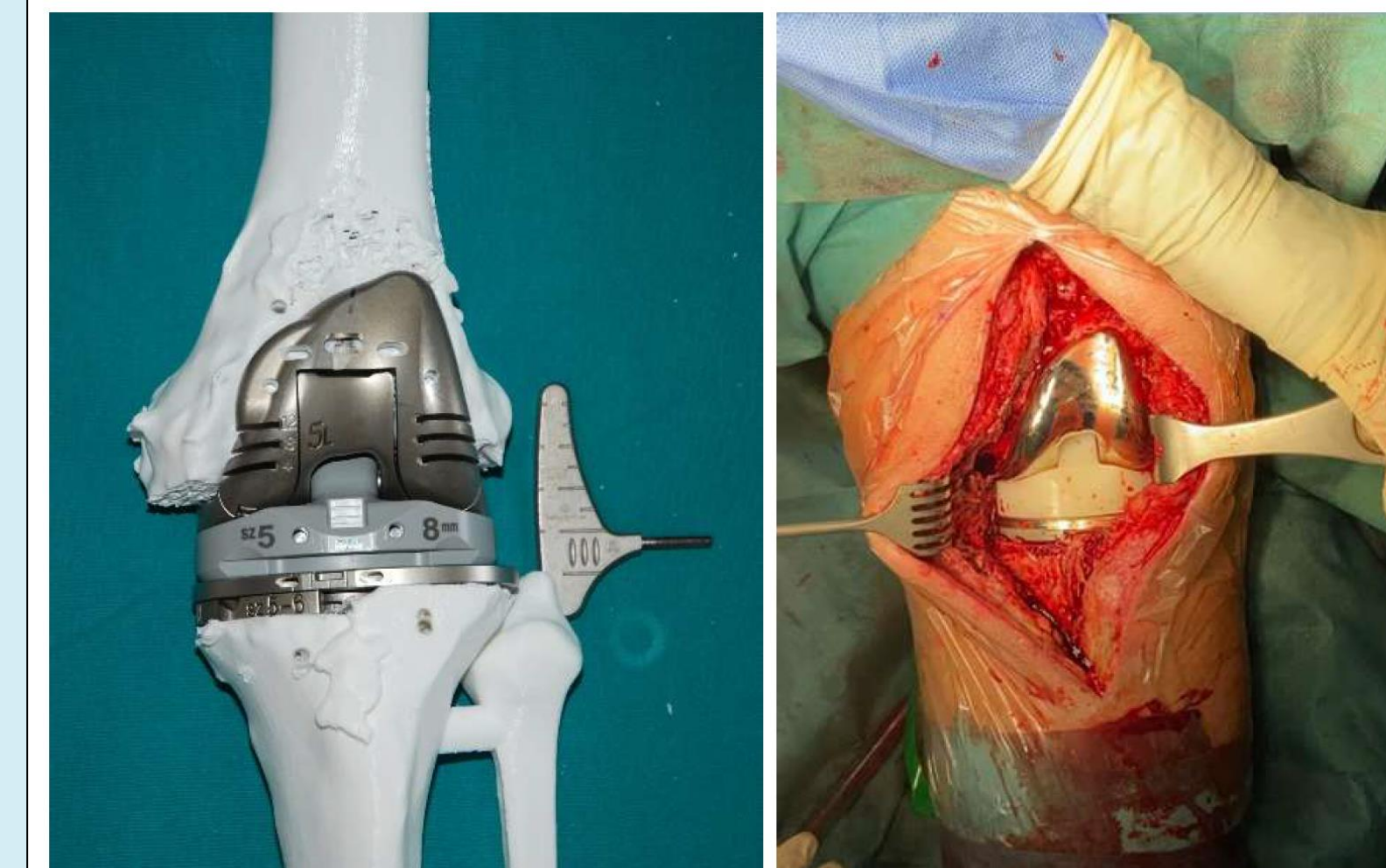
FIGURA 3



## Conclusioni

La simulazione pre-operatoria 3D suggerisce in modo preciso le componenti e il posizionamento dell'impianto protesico (corrispondenza al 95%) (Fig. 4). In particolare, in caso di esiti di complesse fratture l'anatomia può risultare sovrvertita e la possibilità di averne una rappresentazione solida rende il chirurgo più preparato e rapido sul campo. Inoltre essa rappresenta un ottimo strumento di esercitazione per i giovani specializzandi che possono allenarsi nei gesti chirurgici in sicurezza. In più, sembra che la stampa 3D consenta di ridurre lo strumentario da dover portare in sala, i tempi di intervento e quindi di conseguenza i costi. Ulteriori studi sono tuttavia necessari per valutare nuovi outcomes e standardizzare la tecnica per sviluppare nuove strategie chirurgiche ortopediche

FIGURA 4



## Bibliografia

- Martelli N, Serrano C, Van Den Brink H, et al. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surg (United States)*. 2016;159(6):1485-1500. doi:10.1016/j.surg.2015.12.017
- Tarazi M, Zhongming Chen, Scuderi R, Mont A. The Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg*. 2021. Nov;34(13):1396-1401. doi: 10.1055/s-0041-1735282
- Wong KC. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. *Orthop Res Rev*. 2016;8:57-66. doi:10.2147/ORR.S99614
- Tserovski S, Georgieva S, Simeonov R, Bigdeli A, Röttinger H, Kinov P. Advantages and disadvantages of 3D printing for pre-operative planning of revision hip surgery. *J Surg Case Reports*. 2019;2019(7). doi:10.1093/jscr/rjz214
- Qiu YY, Yan CH, Chiu KY, Ng FY. Review article: bone defect classifications in revision total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2011;19(2):238-243. doi:10.1177/230949901101900223
- Wang KC, Jones A, Kambhampati S, et al. CT-Based 3D Printing of the Glenoid Prior to Shoulder Arthroplasty: Bony Morphology and Model Evaluation. *J Digit Imaging*. 2019;32(5):816-826. doi:10.1007/s10278-019-00177-4
- Bagaria V, Bhansali R, Pawar P. 3D printing- creating a blueprint for the future of orthopedics: Current concept review and the road ahead! *J Clin Orthop Trauma*. 2018;9(3):207-212. doi:10.1016/j.jcot.2018.07.007