

# L'INTERVENTO DI POSIZIONAMENTO DI ARTROPROTESI TOTALE DI GINOCCHIO È EFFICACE NELLA RIDUZIONE DEL DOLORE MA NON MODIFICA LA BIOMECCANICA DEL CAMMINO A 3 MESI DALL'INTERVENTO

L. APICELLA<sup>1</sup>, F. BERTOLUCCI<sup>1</sup>, B. ROSSI<sup>1</sup>, S. MARCHETTI<sup>2</sup>, C. CHISARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Reparto di Neuroriabilitazione, Ospedale Universitario di Pisa (Italia)

<sup>2</sup> Reparto di Ortopedia e Traumatologia, Ospedale Universitario di Pisa (Italia)

## RIASSUNTO

**Scopo:** Oggetto dello studio è la valutazione clinico-strumentale di pazienti sottoposti a intervento di artroplastica totale di ginocchio (PTG) per gonartrosi, con l'ipotesi che l'intervento determini una riduzione del dolore non accompagnata in fase precoce da miglioramento funzionale oggettivo e della biomeccanica del cammino.

**Materiali e metodi:** 13 pazienti sono stati valutati prima (T0), un mese (T1) e tre mesi (T2) dopo PTG mediante *Gait Analysis* e EMG di superficie, associando valutazioni cliniche: *Knee Society Score*, *Berg Balance Scale*, *Six Minutes Walking Test*, *10 Meters Walking Test*, forza isometrica dei muscoli flessori/estensori di ginocchio.

**Risultati:** Sono risultati significativi il miglioramento del KSS da T0 a T2, la riduzione nel tempo di doppio appoggio tra T0 e T2, la correlazione tra la forza del quadricipite e il BBS, il 6MWT e il KSS e tra il ROM in flessione-estensione di ginocchio e 6MWT. Le altre scale funzionali non hanno mostrato variazioni significative.

**Conclusioni:** La PTG è efficace nel ridurre il dolore ma non modifica la biomeccanica del cammino in fase precoce. Il progetto riabilitativo deve essere impostato primariamente sul recupero del ROM articolare e sul rinforzo simmetrico del quadricipite.

**Parole chiave:** Artroprotesi Totale di Ginocchio · Gait Analysis · Elettromiografia di Superficie · Valutazione Globale · Trattamento riabilitativo

## ABSTRACT

**Background:** The subject of the study was a clinical and instrumental evaluation of patients undergoing total knee arthroplasty (TKA) for gonarthrosis, with the hypothesis that surgery results in a reduction of pain without an objective functional improvement and without an improvement in biomechanics of the gait in the early phase.

**Materials and Methods:** 13 patients enrolled for TKA have been evaluated before TKA (T0), one month (T1) and three months after intervention (T2) by means of Knee Society Score (KSS), Berg Balance Scale (BBS), Six-Minute Walking Test (6MWT) and the Ten-Meter Walking Test (10MWT). Instrumental assessments comprised evaluation of knee flexor/extensor muscles strength with an isokinetic dynamometer and 3D Gait Analysis with surface EMG recording

**Results:** A significant improvement of KSS from T0 to T2 and a significant reduction in Time of Double Support between T0 and T2 have been observed. A positive correlation between quadriceps strength and BBS, 6MWT and the clinical part of KSS, and a positive correlation between the total joint range of knee flexion-extension and both the functional part of KSS and the 6MWT have been observed. No significant variation were observed in the other scales

**Conclusions:** Our results suggest that TKA is effective in reducing pain symptom but does not modify motor performance or biomechanics of gait three months after the surgical intervention. A rehabilitation program should be set on the early regain of knee Range of Motion and symmetric strengthening of the quadriceps muscles.

**Key words:** Total Knee Arthroplasty · 3D Gait Analysis · Knee osteoarthritis treatment · TKA rehabilitation

## INTRODUZIONE

L'artrosi del ginocchio è una malattia degenerativa caratterizzata da rimaneggiamento della cartilagine articolare, ipertrofia del tessuto osseo con produzione di osteofiti e restringimento dello spazio articolare. Colpisce il 27% degli individui di età inferiore ai 70 anni e il 44% degli individui di età superiore agli 80 anni, con una maggiore prevalenza nel sesso femminile<sup>1</sup>, causando dolore e disturbi del cammino tali da compromettere la qualità della vita<sup>2</sup>. L'incidenza di questa patologia è in progressivo aumento a causa dell'invecchiamento della popolazione generale e della prevalenza di malattie croniche quali l'obesità<sup>1</sup>. L'intervento di posizionamento di artroprotesi totale di ginocchio (PTG) è una delle principali opzioni terapeutiche nella popolazione affetta da gonartrosi, trovando indicazione nei pazienti con dolore severo non responsivo al trattamento con farmaci anti-infiammatori non-steroidi, oppioidi, iniezioni intra-articolari di corticosteroidi<sup>3,4</sup>, di acido ialuronico<sup>5</sup> e di Platelet-Rich Plasma<sup>6</sup>. La PTG è l'intervento di chirurgia elettiva più eseguito in pazienti di età superiore ai 60 anni<sup>7,8</sup>. L'intervento consiste in una sostituzione delle superfici articolari con componenti artificiali e nella maggior parte dei pazienti porta ad una riduzione del dolore, alla correzione dell'allineamento articolare con un conseguente recupero dell'arco di movimento di ginocchio (ROM) tale da portare ad una migliore performance nelle *Activities of Daily Living* (ADL)<sup>9,10</sup>. Tuttavia, diversi studi riportano che un numero significativo di pazienti riporta disabilità funzionale dopo PTG<sup>11,12</sup>. Una piccola percentuale delle limitazioni funzionali riportate è imputabile a complicazioni post-chirurgiche quali l'usura del polietilene, talvolta tali da portare ad una revisione chirurgica della protesi<sup>13</sup>; tuttavia nella maggior parte di questa popolazione la disabilità funzionale persistente non è correlata al fallimento chirurgico<sup>11,12,14,15</sup>.

Alcuni studi utilizzano la *Gait Analysis* al fine di individuare alterazioni nel cammino prima e dopo PTG, rilevando che *patterns* di deambulazione anomali persistono anche dopo il trattamento chirurgico<sup>9,16</sup>. Tuttavia, la sola analisi della biomeccanica del cammino non è sufficiente per comprendere il reale impatto della PTG sul recupero funzionale dei pazienti.

Pertanto, dato il frequente ricorso a questo trattamento chirurgico e data la mancanza di una strategia globale di valutazione in grado di stabilire la sua reale efficacia, lo scopo del nostro studio è stato quello di analizzare la capacità funzionale in pazienti sottoposti a TKA prima dell'intervento chirurgico, un mese e tre mesi dopo la chirurgia associando alla *Gait Analysis* e all'elettromiografia di superficie una valutazione clinica e strumentale della forza muscolare, dell'equilibrio e della capacità di deambulazione. Abbiamo incluso un *follow-up* a un mese e a tre mesi dopo l'intervento chirurgico al fine di valutare e quantificare i primi cambiamenti portati dalla PTG da un punto di vista funzionale. Abbiamo ipotizzato che i pazienti sottoposti a PTG presentano una riduzione del dolore, non necessariamente accompagnata da un miglioramento funzionale oggettivo e da un miglioramento nella biomeccanica del cammino tre mesi dopo l'intervento chirurgico. Inoltre uno studio globale (strumentale e clinico) dei pazienti sottoposti a PTG può essere utile per individuare specifici obiettivi nell'impostazione del trattamento riabilitativo.

## MATERIALI E METODI

### Pazienti

Sono stati arruolati 13 pazienti (7 uomini e 6 donne, età media  $70,1 \pm 5,4$ ; range 62-80) in attesa di PTG. Sono stati considerati criteri di esclusione: (i) la presenza di malattie neurologiche tali da compromettere l'equilibrio; (ii) la presenza di altre protesi. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a posizionamento di protesi tricompartimentale: 10 pazienti sono stati sottoposti a un intervento di posizionamento di protesi con inserto fisso e 3 pazienti con inserto mobile. In tutti i pazienti non è stata protesizzata la rotula. Dopo l'intervento i pazienti sono stati sottoposti a un trattamento di riabilitazione ortopedica intensiva a livello ospedaliero (nella prima settimana postoperatoria) e successivamente a livello territoriale, sulla base di un protocollo comune indicato dall'équipe medica<sup>17</sup> ma in ambiti e strutture differenti tra loro. I pazienti sono stati valutati prima dell'intervento di PTG (T0), un mese (T1) e tre mesi dopo l'intervento (T2).

## Valutazione strumentale

### Gait Analysis

La *Gait Analysis* è stata eseguita in un laboratorio attrezzato con 2 piattaforme dinamometriche collocate in una piattaforma di 5 metri e 6 telecamere a infrarossi. Sono stati collocati Markers riflettenti di superficie secondo<sup>18</sup> il protocollo Davis. Il protocollo di valutazione consisteva in una valutazione in *standing* e sei test di cammino a velocità auto-selezionata. Per valutare le caratteristiche generali del cammino abbiamo considerato i seguenti parametri spazio-temporali: lunghezza del passo a destra e a sinistra (m), larghezza del passo (m), durata della fase di appoggio- *stance* (espresso in percentuale rispetto all'intero ciclo del passo), velocità della fase di oscillazione - *swing* (m/s), cadenza (passi/minuto) e velocità media (m/s). La valutazione cinematica è stata effettuata analizzando l'arco di movimento in flessione-estensione di anca, ginocchio e caviglia nel corso di un ciclo del passo; obliquità pelvica, inclinazione pelvica, rotazione pelvica; abduzione, intra-extrarotazione di anca; dorsiflessione di caviglia. Tutti i dati sono stati analizzati per mezzo del software Elite Clinic® (BTS SpA, Milano, Italia).

L'elettromiografia di superficie è stata registrata durante il cammino utilizzando elettrodi di superficie posizionati bilateralmente sui seguenti muscoli: erettore della colonna (sacrospinale), gluteo medio, retto femorale mediale, gastrocnemio, tibiale anteriore, semitendinoso, bicipite femorale, vasto laterale. *Timing* e ampiezza dei segnali EMG sono stati registrati da un elettromiografo a otto canali, a trasmissione wireless (Free EMG® - BTS SpA, Milano, Italia), utilizzando elettrodi bipolari. Dati EMG sono stati calcolati dal software Elite Clinic® (BTS SpA, Milano, Italia).

### Forza isometrica

La valutazione del picco di massima forza isometrica dei muscoli flessori/estensori è stata eseguita utilizzando un dinamometro isocinetico. I pazienti sono stati invitati a eseguire una flessione ed estensione isometrica durante contrazioni volontarie a ginocchio flesso a 60 ° per mezzo della piattaforma PrimusRS (BTE® Tecnologia, Hanover, Maryland e Greenwood Village, Colorado). I pazienti hanno effettuato una serie di tre secon-

di di estensione/flessione al fine di raggiungere il picco massimo di contrazione volontaria (MVC) con entrambe le gambe (N).

## Valutazioni cliniche

(I) *Knee Society Score* (KSS): questa scala di valutazione consiste in due sezioni: una sezione clinica e una sezione funzionale. La sezione clinica esamina il dolore, il ROM di ginocchio in flessione, il ROM di ginocchio in estensione, la stabilità antero-posteriore del ginocchio, la stabilità del ginocchio nello stress varo/valgo, l'allineamento del ginocchio sul piano frontale. La parte funzionale indaga la capacità di camminare, la capacità di utilizzare le scale e l'utilizzo di ausili<sup>19</sup>.

(II) *Berg Balance Scale* (BBS): la BBS è una scala di valutazione della capacità di mantenere l'equilibrio, sia in statica che durante l'esecuzione di movimenti. Si compone di 14 *task* osservabili comuni nella vita di tutti i giorni, misurato su una scala ordinale, attribuendo 5 punti ad ogni *task*<sup>20</sup>.

(III) *10-Meter Walking Test* (10mWT): il 10mWT è un test di valutazione della velocità del cammino; per questa prova, i partecipanti devono deambulare per 10 metri al loro passo. La valutazione cronometrica viene iniziata quando il soggetto ha già percorso due metri e vengono poi lasciati due metri per la decelerazione. La velocità viene calcolata solo per i 10 metri centrali, escludendo le fasi di accelerazione/decelerazione<sup>21</sup>.

(IV) *Test dei 6 minuti* (6MWT): il 6mWT è un test di misura della capacità funzionale. I soggetti sono stati istruiti a camminare per quanto possibile, in sei minuti. Il soggetto cammina lungo una piattaforma di 25 metri senza incoraggiamento; viene quindi calcolata la distanza percorsa<sup>22</sup>.

## Analisi statistica

Tutti i dati sono stati analizzati utilizzando SPSS Statistics 20 software (IBM Corp., Armonk, New York, Stati Uniti d'America), applicando il test di Wilcoxon. Il valore di significatività è stato fissato a  $p < 0,05$ . Risultati strumentali e clinici sono stati analizzati al fine di trovare possibili correlazioni utilizzando il test di Pearson. Il valore di significatività è stato fissato a  $p < 0,05$ .

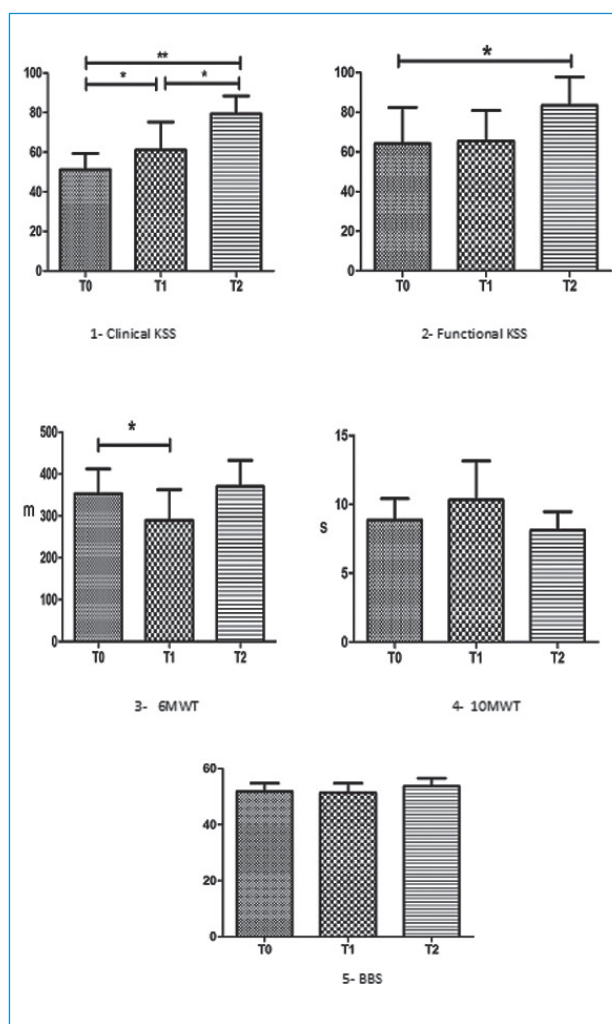
## Timing dello studio

Ogni paziente è stato sottoposto a *Gait Analysis*, di superficie EMG, KSS, 6MWT, 10 MWT, BBS e la valutazione di forza isometrica e isocinetica prima dell'intervento (T0). Un mese dopo l'intervento chirurgico (T1) ogni paziente è stato sottoposto a KSS, 6MWT, 10 MWT, BBS e la valutazione di forza isometrica e isocinetica dei muscoli flessori-estensori del ginocchio. Tre mesi dopo l'intervento (T2) ogni paziente è stato sottoposto ai medesimi test di valutazione utilizzati a T0 (figura 1).

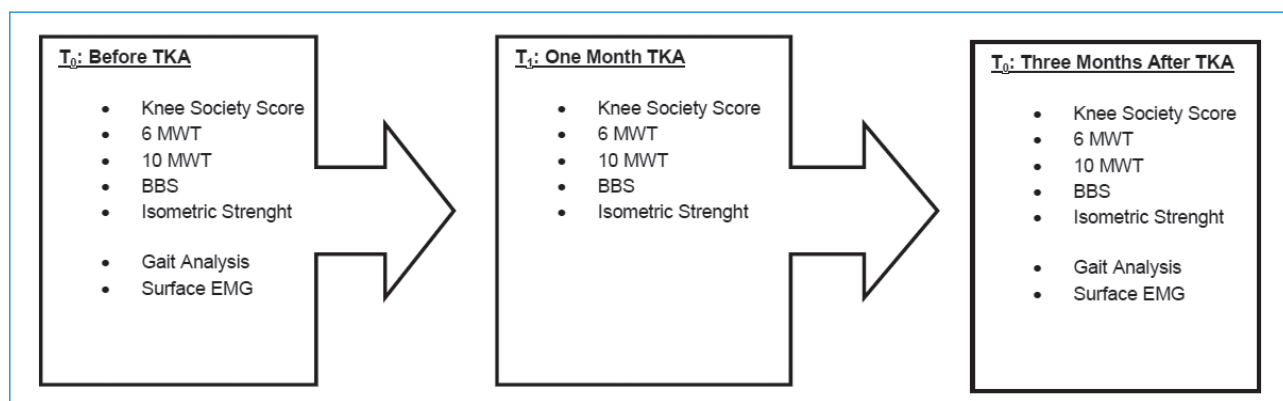
## RISULTATI

### La valutazione clinica

È stato osservato un miglioramento statisticamente significativo nella parte clinica di KSS ( $p = 0,003$ ) tra T0 e T1 e tra T1 e T2 ( $p = 0,002$ ) (figura 2A) e nella parte funzionale di KSS tra T0 e T2 ( $p = 0,012$ ) (figura 2B). È stato osservato un peggioramento statisticamente significativo in 6MWT tra T0 e T1 ( $p = 0,015$ ) (figura 2C). Il 10mWT e la BBS non hanno mostrato variazioni statisticamente significative (figure 2D; 2E). Non sono emerse differenze statisticamente significative nelle scale cliniche tra i pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto fisso e pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto mobile.



**Fig. 2 - Valutazioni Cliniche:** Valutazioni cliniche a T0 (1 mese prima dell'intervento di PTG), T1 (1 mese dopo PTG) and T2 (3 mesi dopo PTG). KSS = Knee Society Score; 6 MWT = Six-Minute Walking Test; 10 MWT = Ten-Meter Walking Test; BBS = Berg Balance Scale.



**Fig. 1 - Timing dello studio:** TKA = Protesi Totale di Ginocchio; KSS = Knee Society Score; 6 MWT = Six-Minute Walking Test; 10 MWT = Ten-Meter Walking Test; BBS = Berg Balance Scale.

## Valutazione strumentale

La *Gait Analysis* ha mostrato una riduzione statisticamente significativa nel tempo di doppio supporto tra T0 e T2; non sono state osservate altre variazioni tra T0 e T2 dei parametri spazio-temporali (figura 3). L'analisi cinematica nel piano sagittale ha mostrato una tendenza alla diminuzione della flessione del ginocchio durante la fase di carico prima e dopo PTG e una riduzione nel ROM di flesso-estensione del ginocchio, sia a T0 e a T2 (figura 4) rispetto al ROM fisiologico di flesso-estensione di ginocchio durante il ciclo del passo riportato in letteratura<sup>23</sup>; è stato inoltre osservato un aumento della flessione dell'anca sia a T0 e a T2 rispetto ai valori fisiologici (figura 5). Non è stata documentata nessuna alterazione nella cinematica della caviglia (figura 6). All'analisi cinematica non è stata documentata nessuna altra alterazione sul piano trasversale e sul piano frontale. Non sono emerse differenze statisticamente significative nell'analisi cinematica tra i pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto fisso e pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto mobile. L'EMG di superficie ha documentato in 9 soggetti una attivazione continua del muscolo semitendinoso in tutte le fasi del ciclo del passo a T0 e in

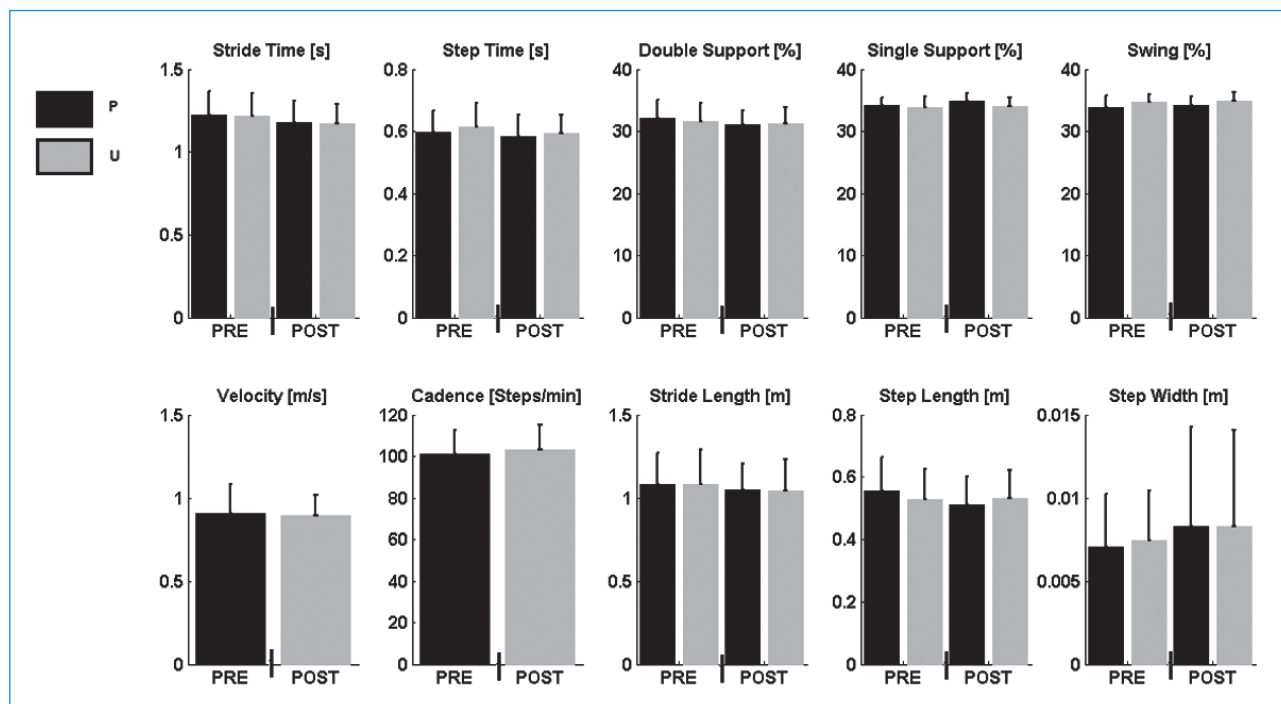
T2, una attivazione del vasto laterale a T1 in fase di oscillazione e una attivazione impropria di erettori spinali in tutte le fasi del cammino a T0 e a T2 (figura 7).

La valutazione della forza isometrica ha mostrato una riduzione statisticamente significativa in flessione ( $p = 0,005$ ) ed estensione ( $p = 0,006$ ) del ginocchio in T1 rispetto a T0. I valori tendono a ritornare simili ai valori pre-operatori in T2 (figura 8).

## Analisi di correlazione

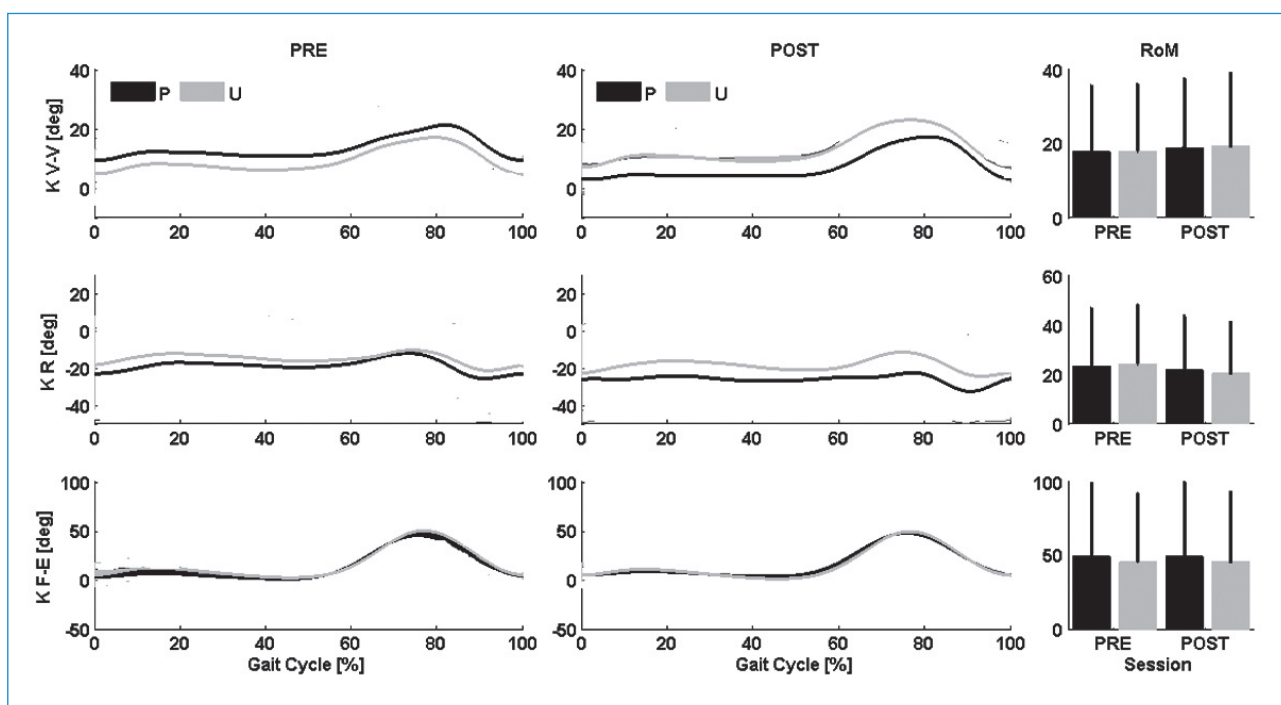
È stata documentata una correlazione positiva tra il BBS e la forza isometrica in flessione nel lato operato a T2 (figura 9A). È stata inoltre osservata una correlazione positiva tra la parte clinica del KSS e la forza isometrica (sia in estensione e in flessione) di entrambi i lati (operato e non operato) in T2 (figura 9B); è stata osservata una correlazione positiva tra 6MWT e forza isometrica sia in estensione che in flessione (figura 9C).

Abbiamo anche osservato una correlazione positiva tra la parte funzionale di KSS e il ROM totale di flesso-estensione di ginocchio a T2 (figura 9D) e una correlazione positiva tra il 6MWT e il ROM totale di flesso-estensione di ginocchio a

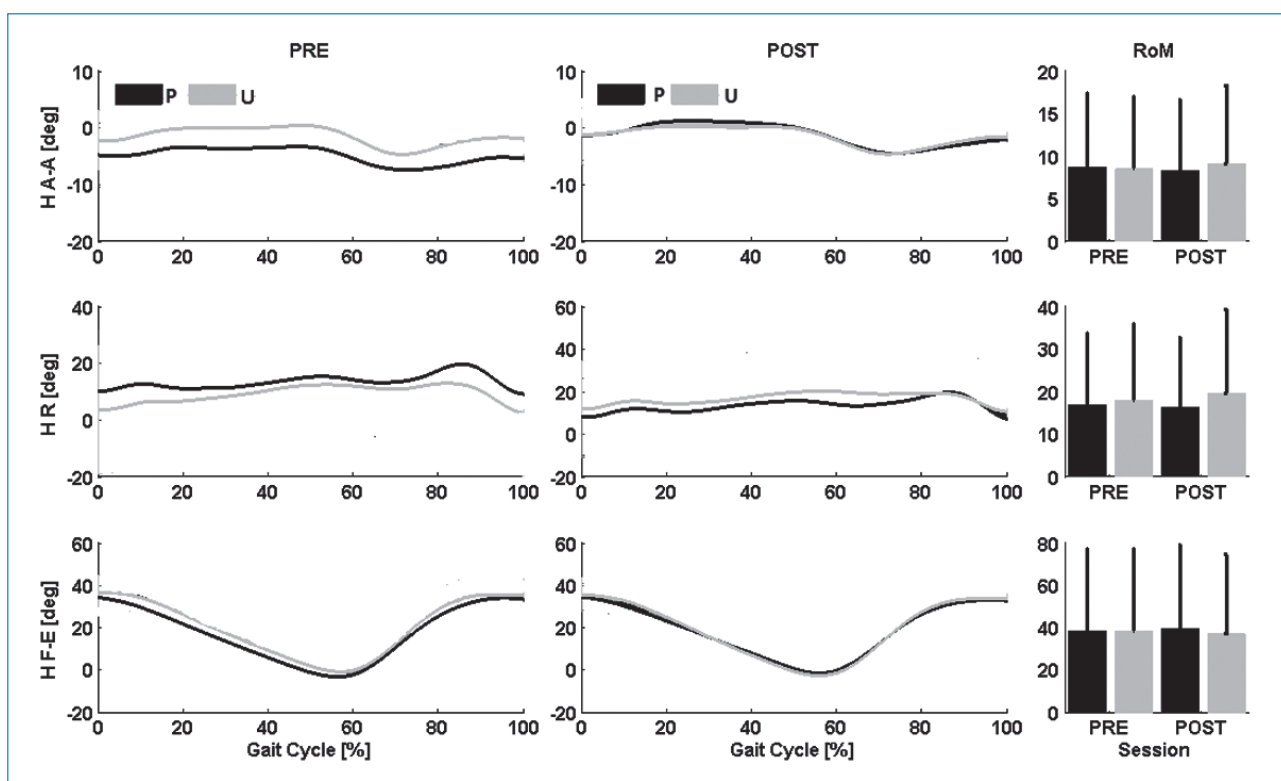


**Fig. 3 - Parametri Spazio Temporali:** Parametri spazio temporali del cammino a T0 ("Pre") and T2 ("Post").

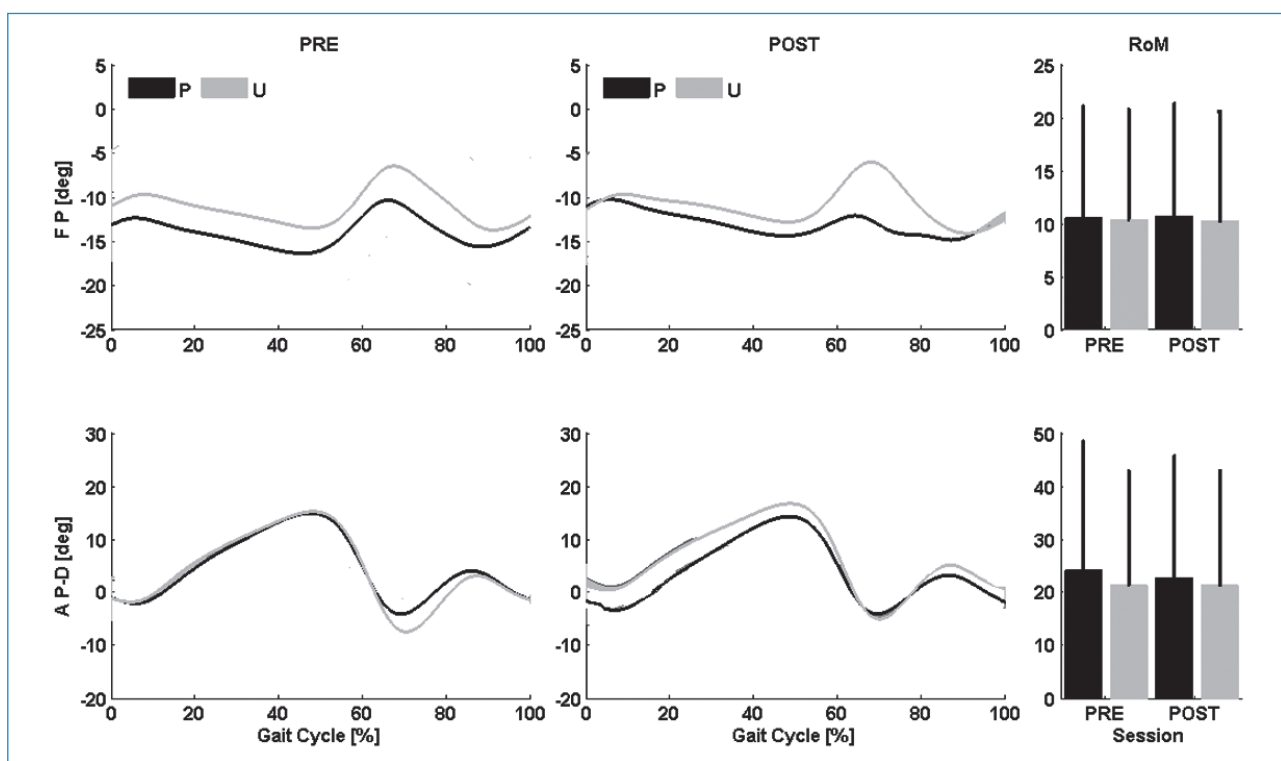




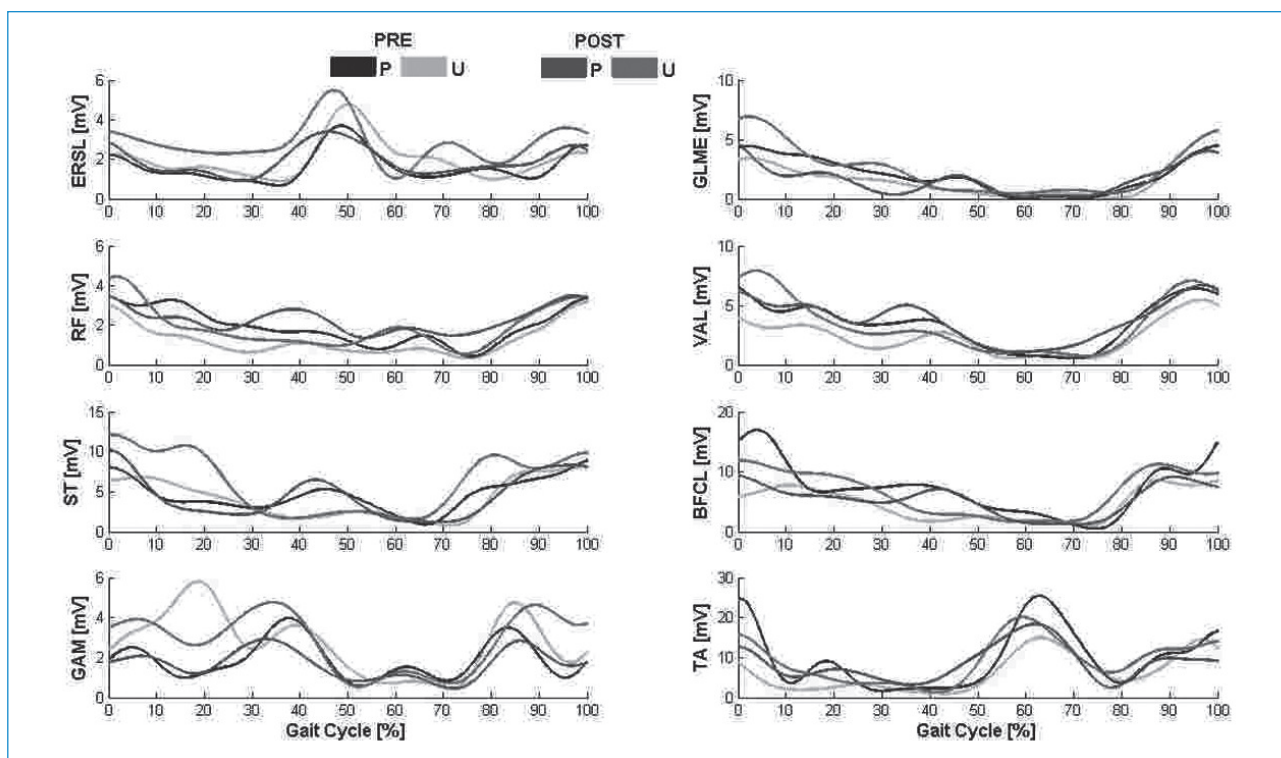
**Fig. 4 - Valutazione Cinematica del Ginocchio:** Valutazione cinematica del ginocchio a T0 ("Pre") e T2 ("Post"). P = gamba operata; U = gamba non operata; K V-V= ginocchio in varo-vago; K R = Rotazione del ginocchio; K F-E = Flessoestensione di ginocchio; RoM = Range of Movement.



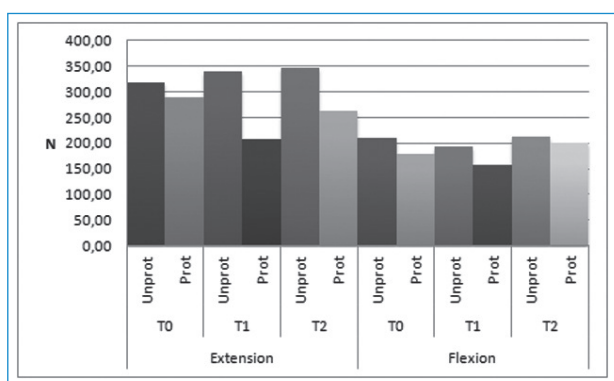
**Fig. 5 - Valutazione Cinematica dell'anca:** Valutazione Cinematica dell'anca a T0 ("Pre") e T2 ("Post"). P = gamba operata; U = gamba non operata; H A-A= Abd-Adduzione di anca; H R = Rotazione di anca; H F-E = Flessoestensione di anca; RoM = Range of Movement.



**Fig. 6 - Valutazione Cinematica di caviglia:** Valutazione Cinematica di caviglia a T0 ("Pre") e T2 ("Post"). P = gamba operata; U = gamba non operata; F P= Plantiflessione di piede; A P-D plantiflessione e dorsiflessione di caviglia; RoM = Range of Movement.



**Fig. 7 - Elettromiografia di superficie:** Elettromiografia di superficie a T0 ("Pre") e T2 ("Post"). P = gamba operata; U = gamba non operata; ERSL = Erettore della Colonna (sacrospinale); RF = Retto Femorale; ST = Semitendinoso; GAM = Gastrocnemio mediale; GLME = Gluteo Medio; VAL = Vasto Laterale; BFCL = Bicipite Femorale; TA = Tibiale Anteriore



**Fig. 8 - Valutazione della forza isometrica di flessoestensione di ginocchio:** Valutazione della forza isometrica di flessoestensione di ginocchio dal lato operato ("Prot") e dal lato non operato ("Unprot") a T0, T1 e T2. N = Newton.

T2 (figura 9E). Una correlazione positiva è stata osservata tra la forza isometrica in flessione e il ROM di flesso-estensione del ginocchio operato, sia a T0 e a T2 (figura 9F).

## DISCUSSIONE

L'artroplastica totale del ginocchio è considerata una procedura utile e vantaggiosa negli anziani; la maggior parte dei pazienti riferisce un miglioramento funzionale, principalmente correlato ad una riduzione del dolore<sup>10</sup>. Tuttavia, numerosi studi riportano che un numero significativo di pazienti riportano disabilità funzionale dopo PTG<sup>11,12</sup> e questo dato è confermato da studi di *Gait Analysis* che documentano la persistenza di *pattern* di deambulazione alterati anche dopo il trattamento chirurgico<sup>9,16</sup>. Dato l'ampio uso di questo trattamento chirurgico e la mancanza di una strategia globale di valutazione in grado di stabilire la sua reale efficacia, lo scopo del nostro studio è stato quello di analizzare la capacità funzionale in pazienti sottoposti a PTG prima e dopo l'intervento chirurgico per mezzo di una valutazione globale, associando ai dati strumentali (*Gait Analysis* e EMG di superficie) una valutazione clinica e strumentale della forza muscolare, l'equilibrio e la capacità di deambulazione.

Per quanto riguarda le valutazioni cliniche un mese dopo l'intervento chirurgico, il 6MWT mostra un peggioramento statisticamente significativo tra un mese dopo l'intervento chirurgico; questo dato non indica una perdita permanente

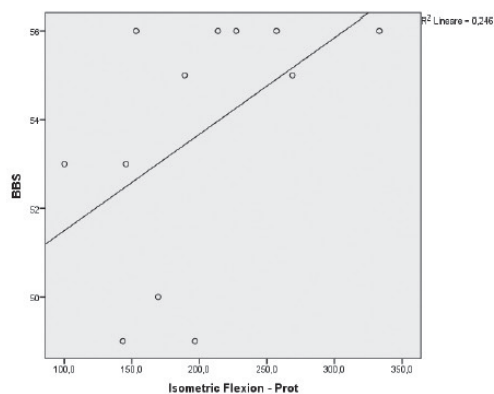
di funzione, ma, come già osservato in letteratura<sup>24</sup>, può dipendere dalla vicinanza alla chirurgia e dalla perdita di forza del quadricipite. Infatti abbiamo osservato una significativa riduzione della forza isometrica di flessione/estensione di ginocchio tra T0 e T1. Questa riduzione di forza, documentata in letteratura<sup>25,26</sup>, è probabilmente dovuta alla riduzione del trofismo muscolare conseguente alla chirurgia. I nostri risultati hanno mostrato un significativo miglioramento sia nella parte funzionale che nella parte clinica del KSS da T0 a T3; tuttavia il 10mWT, il 6MWT, il BBS e la forza isometrica in flessione/estensione del ginocchio tre mesi dopo l'intervento chirurgico sono rimasti sostanzialmente invariati. Il miglioramento nella KSS conferma che la PTG è efficace per alleviare il dolore e questo ha un impatto positivo sulla percezione soggettiva del paziente di recupero funzionale; non necessariamente questo si associa ad un'oggettiva riduzione della disabilità motoria nelle fasi precoci di recupero. Tutti i test funzionali e in particolare il test del cammino di sei minuti, riportato come un eccellente predittore della deambulazione funzionale dopo TKA<sup>22</sup>, non hanno infatti mostrato alcun miglioramento tre mesi dopo il trattamento chirurgico.

La *Gait Analysis* ha mostrato una riduzione significativa nel tempo di doppio appoggio tra T0 e T2; l'analisi cinematica sul piano sagittale ha mostrato la persistenza della flessione inadeguata del ginocchio durante tutte le fasi del ciclo del passo anche dopo PTG.

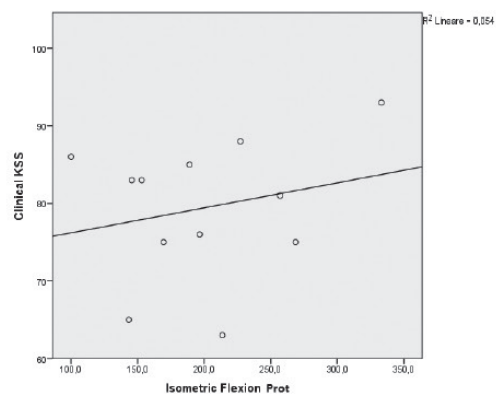
Il tempo di doppio supporto rappresenta indirettamente la capacità del paziente di sopportare carichi sull'articolazione operata<sup>27</sup>; pertanto, una riduzione di tale parametro può essere correlata alla documentata riduzione del dolore. L'assenza di qualsiasi variazione significativa dei parametri cinematici indica che la biomeccanica del cammino e in particolare la riduzione nella flessione del ginocchio, rimane invariata dopo PTG. Tale dato è coerente con la letteratura<sup>9,16,28</sup> ed è in accordo con la nostra ipotesi che nelle fasi precoci la PTG non modifica i *pattern* deambulatori pre-intervento.

L'analisi EMG di superficie ha documentato la conservazione dei *pattern* di attivazione muscolare anomali osservati prima della chirurgia; in particolare, un'attivazione continua dei muscoli ischiocrurali bilateralmente durante tutte le fasi del ciclo del passo è stata osservata a T0 e T2.

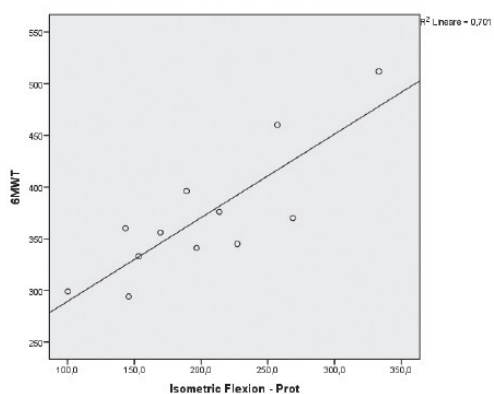




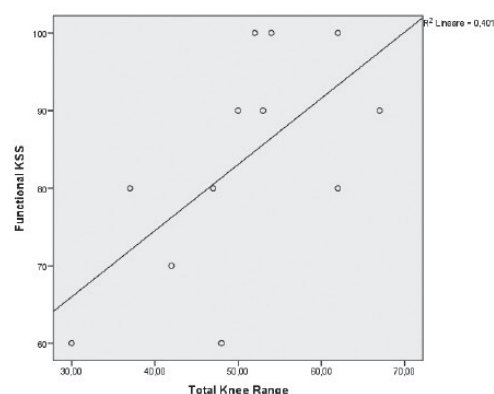
**A: BBS and Isometric Flexion**



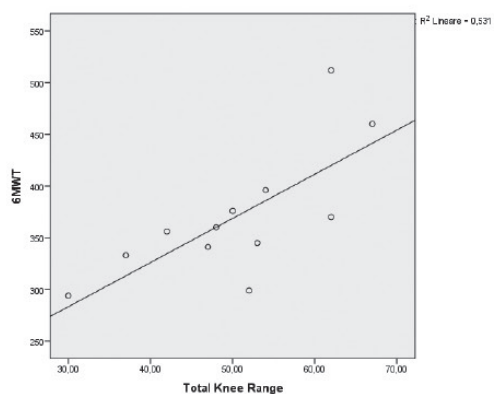
**B: Clinical part of KSS and Isometric Flexion**



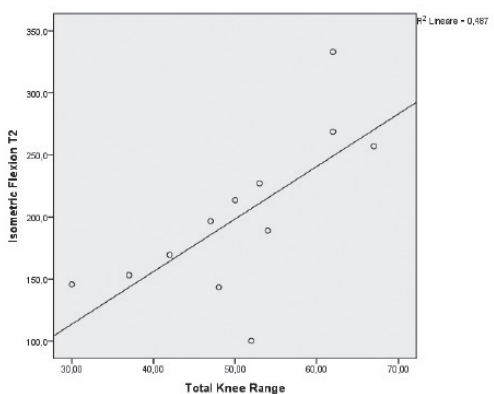
**C: 6MWT and Isometric Flexion**



**D: Functional part of KSS and Total Knee Range**



**E: 6MWT and Knee Total Range**



**F: Isometric Flexion and Total Knee Range**

**Fig. 9 - Correlazioni:** Studi di correlazione. KSS = Knee Society Score; 6 MWT = Six-Minute Walking Test; BBS = Berg Balance Scale.

La gonartrosi è un processo degenerativo cronico che porta a modifiche dell'andatura a causa

del progressivo aumento del dolore; tale schema di cammino sembra persistere nonostante la ridu-

zione del dolore articolare a seguito dell'intervento. Inoltre i pazienti mostrano di compensare la riduzione del trofismo muscolare del quadricipite, tendendo a estendere il tronco. In tale modo aumenta in modo significativo il contributo della muscolatura posteriore del tronco controlaterale e omolaterale al fine di sostenere il cammino<sup>29</sup>; il nostro studio elettromiografico ha infatti mostrato un'attivazione bilaterale prolungata dei muscoli erettori della colonna sia prima del posizionamento di PTG che al *follow-up*.

Abbiamo poi eseguito analisi di correlazione tra i diversi sistemi di valutazione effettuati che indicano possibili obiettivi in trattamento riabilitativo. In particolare, abbiamo osservato una correlazione positiva tra forza del quadricipite (sia lato operato che lato non operato) e BBS, 6MWT e la parte clinica della KSS. Queste correlazioni sottolineano il coinvolgimento centrale della forza del quadricipite nel recupero dopo PTG. È infatti confermato in letteratura che la debolezza del muscolo quadricipite ha conseguenze funzionali profonde ed è associata con ridotta velocità nel cammino, ridotto equilibrio, difficoltà nel salire le scale, così come è associata ad un aumento del rischio di cadute<sup>30</sup>. Pertanto l'approccio riabilitativo dovrebbe concentrarsi sul rinforzo simmetrico del muscolo quadricipite, al fine di migliorare le capacità funzionali del paziente e limitando disabilità nel corso della vita. Abbiamo inoltre documentato una correlazione positiva tra il ROM di flessione-estensione del ginocchio e la parte funzionale parte di KSS e con il 6MWT; tale dato indica che il ROM in flessione-estensione del ginocchio è direttamente correlato alla velocità del cammino e alla capacità funzionale, confermando il dato presente in letteratura che definisce il recupero del ROM in flessione estensione di ginocchio come indicatore primario del successo operatorio<sup>31,32</sup>. Pertanto il recupero dell'arco di movimento in flessione estensione del ginocchio deve essere un obiettivo primario del trattamento riabilitativo, in particolare nelle fasi precoci. Non sono invece state osservate differenze significative tra pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto fisso e pazienti sottoposti a posizionamento di PTG con inserto mobile, sia da un punto di vista clinico che strumentale.

Tuttavia questo studio presenta alcuni limiti che devono essere presi in considerazione nella discussione dei risultati. In particolare lo studio è

limitato dalla tempistica del *follow-up*: un intervallo più lungo di tre mesi potrebbe mostrare un'ulteriore progressione nel recupero dei pazienti o confermare i risultati attuali, portando quindi a conclusioni più solide.

## CONCLUSIONI

I nostri risultati suggeriscono che la PTG è efficace nel ridurre il dolore e nel migliorare la capacità soggettiva funzionale, ma non modifica la biomeccanica del cammino tre mesi dopo l'intervento chirurgico.

Pertanto, la riabilitazione ha un ruolo cruciale nel recupero dei pazienti. Sulla base dei nostri risultati un progetto riabilitativo dopo un intervento di posizionamento di PTG deve essere impostato primariamente sul recupero del ROM articolare in flessione-estensione del ginocchio e sul rinforzo simmetrico del muscolo quadricipite.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nguyen U.S., Zhang Y., Zhu Y., et al., *Increasing prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis: survey and cohort data*, Annals of Internal Medicine 2011;155(11): 725-32.
2. Vennu V., Bindawas S.M., *Relationship between falls, knee osteoarthritis, and health-related quality of life: data from the Osteoarthritis Initiative study*, Journal of Clinical Interventions in aging 2014; 8;9: 793-800.
3. Kennedy L.G., Newman J.H., Ackroyd C.E., et al., *When should we do knee replacements?* The Knee 2003; 10: 161-6.
4. Ewald F.C., Wright R.J., Poss R., et al., *Kinematic total knee arthroplasty: a 10- to 14-year prospective follow-up review*, Journal of Arthroplasty 1999; 14: 473-480.
5. McAlindon T.E., Bannuru R.R., Sullivan M.C., et al., *OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis*, Osteoarthritis Cartilage 2014; 22(3): 363-88.
6. American Academy of Orthopaedic Surgeons, *Treatment of osteoarthritis of the knee – Evidence Based Guideline 2nd Edition*, 2014.
7. Singh J.A., Kwok C.K., Richardson D., et al., *Gender and surgical outcomes and mortality after primary total knee arthroplasty: A risk-adjusted analysis*, Arthritis Care & Research 2013; 17: 694-705.
8. Kurtz S., Ong K., Lau E., et al., *Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030*, Journal of Bone Joint Surgery 2007; 89(4): 780-785.
9. McClelland J.A., Webster K.E., Feller J.A., *Gait analysis of patients following total knee replacement: A systematic review* The Knee, 2007; 4(4): 253-263.

10. Anderson J.G., Wixson R.L., Tsai D., et al., *Functional outcome and patient satisfaction in total knee patients over the age of 75*, Journal of Arthroplasty 1996; 11: 831-840.
11. Hawker G.A., *Who, when, and why total joint replacement surgery? The patient's perspective* Current Opinions in Rheumatology, 2006; 18: 526-530.
12. Wylde V., Dieppe P., Hewlett S., et al., *Total knee replacement: is it really an effective procedure for all?* The Knee, 2007; 14(6): 417-23.
13. Mont M., Serna F., Krackow K., et al., *Exploration of radiographically normal total knee replacements for unexplained pain*, Clinical Orthopaedics and Related Research 1996; 8: 216-220.
14. Jones C.A., Voaklander D.C., Johnston D.W., et al., *Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population*, Journal of Rheumatology 2000; 27: 1745-1752.
15. Brander V.A., Stulberg S.D., Adams A.D., et al., *Predicting total knee replacement pain: a prospective, observational study*, Clinical Orthopaedics and Related Research 2003; 1: 27-36.
16. Milner C.E., *Is gait normal after total knee arthroplasty? Systematic review of the literature*, Journal of Orthopaedic Science 2009; 14(1): 114-120.
17. Weber K.L., Jevsevar D.S., McGrory B.J., *AAOS Clinical Practice Guideline: Surgical Management of Osteoarthritis of the Knee: Evidence-based Guideline*, Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 2016; 24(8): 94-96.
18. Davis R., Öunpuu S., Tyburski D., et al., *A gait analysis data collection and reduction technique*, Human Movement Science Volume 1991;10(5): 575-587.
19. Scuderi G.R., Bourne R.B., Noble P.C., et al., *The new Knee Society Knee Scoring System*, Clinical Orthopaedics and Related Research 2012; 470(1): 3-19.
20. Kornetti D., Fritz S., Chiu Y., et al., *Rating scale analysis of the Berg balance scale*, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2004; 85:1128-1135.
21. Adell E., Wehmhörn S., Rydwick E., *The test-retest reliability of 10 meters maximal walking speed in older people living in a residential care unit*, Journal of Geriatric Physical Therapy 2013; 36(2): 74-77.
22. Ko V., Naylor J.M., Harris I., et al., *The six-minute walk test is an excellent predictor of functional ambulation after total knee arthroplasty*, BMC Musculoskeletal Disorders 2013; 14: 145.
23. Perry J., Burnfield J.M., *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, Second Edition Thorofare, New Jersey: SLACK Incorporated, 2010.
24. Pinto P.R., McIntyre T., Ferrero R., et al, *Persistent pain after total knee or hip arthroplasty: differential study of prevalence, nature, and impact*, Journal of Pain Research 2013; 11(6): 691-703.
25. Bade M.J., Kohrt W.M., Stevens-Lapsley J.E., *Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults*, The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 2010; 40(9): 559-567.
26. Mizner R.L., Petterson S., Stevens J., et al., *Early Quadriceps Strength Loss After Total Knee Arthroplasty - The Contributions of Muscle Atrophy and Failure of Voluntary Muscle Activation*, Journal of Bone and Joint Surgery - American 2005; 87(5): 1047-1053.
27. Debi R., Mor A., Segal O., et al., *Differences in gait patterns, pain, function and quality of life between males and females with knee osteoarthritis: a clinical trial*. BMC Musculoskeletal Disorders 2009; 13;10: 127.
28. Levinger P., Menz H.B., Morrow A.D., et al., *Lower Limb Biomechanics in Individuals With Knee Osteoarthritis Before and After Total Knee Arthroplasty Surgery*, The Journal of Arthroplasty 2013; 28 (6): 994-999.
29. Li K., Ackland D.C., McClelland J., et al., *Trunk muscle action compensates for reduced quadriceps force during walking after total knee arthroplasty*, Gait & Posture 2013; 38: 78-95.
30. Thomas A.C., Stevens-Lapsley J.E., *Importance of attenuating quadriceps activation deficits after total knee arthroplasty*, Exercises and Sport Sciences Reviews 2012; 40(2): 95-101.
31. Ritter M.A., Campbell E.D., *Effect of range of motion on the success of a total knee arthroplasty*, The Journal of Arthroplasty 1987; 12: 95-97.
32. Rowe P.J., Myles C.M., Walker C., et al., *Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life?*, Gait and Posture 2000; 12: 143-155.

#### CORRISPONDENZA:

Carmelo Chisari

Unit of Neurorehabilitation – Department of Neuroscience – University Hospital of Pisa

Via Paradisa 2, 56126 Pisa – Italy

Tel.: +39 050996907

email: c.chisari@ao-pisa.toscana.it