

"HIGH-FLEX" TKR

**S. ZAFFAGNINI
F. IACONO, D. BRUNI
M. MARCACCI**

CLINICA ORTOPEDICA e TRAUMATOLOGICA III
LAB. di BIOMECCANICA e INNOVAZIONE TECNOLOGICA
Dir. Prof. M. Marcacci
UNIVERSITA' di BOLOGNA
ISTITUTO ORTOPEDICI RIZZOLI

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

GOAL OF TKA

1. PAIN RELIEF
2. IMPROVED FUNCTION
3. OPTIMAL RANGE OF MOTION



"...contemporary TKA patients rarely flex beyond 120°."

Sultan, Rubash 2003
Li 2004
Rowe 2005

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

RANGE OF MOTION CRITERIA FOR DAILY LIFE ACTIVITIES

- ✓ LEVEL WALKING 65°
- ✓ ASCENDING STAIRS 85°
- ✓ DESCENDING STAIRS 90°
- ✓ RISING FROM A CHAIR 100°



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION

NECESSARY FOR:

- ✓ CULTURAL & RELIGIOUS ACTIVITIES
- ✓ RECREATIONAL ATHLETICS



KNEELING (PRAYER)
157° / 20° IR

Dennis 2005
Hanson 2007
Meneghini 2007



KNEELING (HEEL / BUTTOCK)
163° / 30° IR

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

FACTORS TO MAXIMIZE TKA RANGE OF MOTION

- ✓ PREOPERATIVE
 - PRE-OP RANGE OF MOTION
- ✓ **INTRAOPERATIVE → SURGEON DEPENDENT**
- ✓ POSTOPERATIVE
 - REHABILITATION

Maloney 1992 Ranawat 2003 Shi 2006 Bin 2007
Sultan 2003 Schurman 2005 Ritter 2006 Nicholls 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

INTRAOPERATIVE FACTORS TO MAXIMIZE RANGE OF MOTION



SURGEON DEPENDENT

- ✓ APPROACH (Quad sparing)
- ✓ LIGAMENT BALANCE
- ✓ BONE RESECTION
- ✓ PROSTHETIC DESIGN
- ✓ CLOSURE

Chen, Tria 2006

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

SURGICAL TECHNIQUE

✓ **CLEVER IMPLANT DESIGN WILL NOT OVERCOME SURGICAL TECHNIQUE ERRORS**

- **OSTEOPHYTE RETENTION**
- **FLEXION - EXTENSION GAP IMBALANCE**
- **PCL STIFFNESS**
- **COMPONENT MALPOSITIONING**
- **ELEVATION OF JOINT LINE**



Osteophyte Impingement

Han 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

OSTEOPHYTE RETENTION



MECHANICAL BUMP EFFECT

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

EXCESSIVE POSTERIOR FEMORAL RESECTION



✓ **DECREASED POSTERIOR CONDYLAR OFFSET**

✓ **FLEXION - EXTENSION GAP IMBALANCE**

Arabori 2008

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

PCL STIFFNESS



PCL DISFUNCTION

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

ELEVATION OF JOINT-LINE



PATELLA BAJA WITH FRICTION AND STRESS ON PATELLAR TENDON

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

POPLITEAL SOFT TISSUES IMPINGEMENT



TYPICAL IN OBESE PATIENTS

Nicholls 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riccati di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

COMPONENT MALPOSITIONING

**ANTERIOR DISPLACEMENT
OF CENTER OF ROTATION**



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

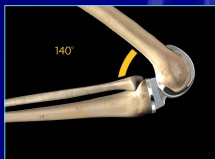
DESIGN GOALS

- ✓ FACILITATE POSTERIOR FEMORAL ROLLBACK
- ✓ ALLOW INCREASED AXIAL ROTATION WITHOUT INCREASED POLYETHYLENE STRESS
- ✓ ACCOMMODATE / LESSEN TIBIOFEMORAL & PATELLOFEMORAL LOADS IN DEEP FLEXION
- ✓ PREVENT CAM-POST DISLOCATION

Argenson, Komistek 2004
Argenson 2005
Nicholls 2007
Hanson 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

INCREASED FLEXION ASSOCIATED WITH:

- ↑ POSTERIOR FEMORAL ROLLBACK
- ↑ TIBIAL INTERNAL ROTATION

Dennis, Komistek 2004

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

POSSIBLE DISADVANTAGES

- ✓ ↑ ECCENTRIC FEMORAL LOADS
- ✓ POLYWEAR / LOOSENING
- ✓ ↑ ANTERIOR SHEAR FORCES
- ✓ ↑ PATELLOFEMORAL LOADS
- ✓ ANTERIOR KNEE PAIN
- ✓ SOFT TISSUE IRRITATION
- ✓ CAM-POST DISENGAGEMENT WITH HYPERFLEXION



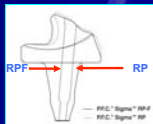
Li, Rubash 2004
Argenson 2005
Coughlin 2007
Sharma, Komistek 2008
Barink 2008

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

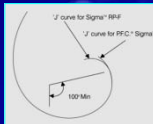
HIGH FLEXION TKA

FAVORABLE DESIGN OPTIONS

MOVE THE STABILIZING POST 2 mm POSTERIORLY TO DRIVE PFR



↓ SAGITTAL RADIUS OF THE POSTERIOR FEMORAL CONDYLES TO INCREASE FLEXION



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

↓ SAGITTAL RADIUS

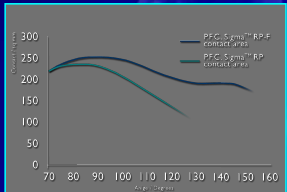
PROs

- ✓ INCREASED FEMOROTIBIAL CONTACT AREAS IN DEEP FLEXION




↓ Sagittal Radius

No ↓ Sagittal Radius



Ranawat 2003
Most, Rubash 2005
Wohlrab 2005
Most 2006
Wang 2006
Sharma, Komistek 2007
Shiramizu 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Riuniti di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

↓ SAGITTAL RADIUS

CONTRA_s

- ✓ THICKENING OF PFC
- ✓ INCREASED HEIGHT OF PS FEMORAL BOX
- ✓ REMOVAL OF MORE BONE

- ✓ EXCESSIVE IMPLANT WEAR
- ✓ INCREASED PATELLOFEMORAL COMPLICATIONS
- ✓ MORE DIFFICULT REVISIONS



↓ Sagittal Radius



No ↓ Sagittal Radius

*Ranawat 2003
Ritter 2006
Han 2007*

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

PRELIMINARY RESULTS OF SIGMA RP-HF DESIGN SPECIFIC IMPROVEMENT IN ROM

IMPROVEMENT WAS INDEPENDENT FROM PRE-OP ROM

Ranawat 2005

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

HIGH FLEXION TKA

RANGE OF MOTION AND CLINICAL RESULTS

IMPROVEMENT OF MAXIMUM FLEXION	EQUAL OR WORST RESULTS
Maloney 1992	Kim 2005
Wohlrab 2005	Seon 2005
Huang 2005	Han 2007
Bin 2007	
Laskin 2007	
Victor 2007	
Wohlrab 2008	

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

MATERIALS AND METHODS

200 TKA (PFC-RP SIGMA)	1998-2002
MEAN FOLLOW UP	6.8 y (4.8-8.8)
MEAN AGE	69 y. (51-83)
MALE/FEMALE	60/140
RIGHT/LEFT	110/90
VARUS/VALGUS	131/69
CEMENTED	200
PATELLAR RESURFACING	200

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

PRELIMINARY RESULTS CONVENTIONAL vs HIGH-FLEX TKA

MEAN FLEXION

	PRE-OP	POST-OP
	85° (60° - 120°)	
CONVENTIONAL		128,5° (90° - 141°)
HIGH-FLEX		136,2° (99° - 145°)

NOT STATISTICALLY SIGNIFICANT

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

ONGOING STUDY → KIN-NAV SYSTEM FOR KINEMATIC EVALUATION OF HIGH FLEXION TKA

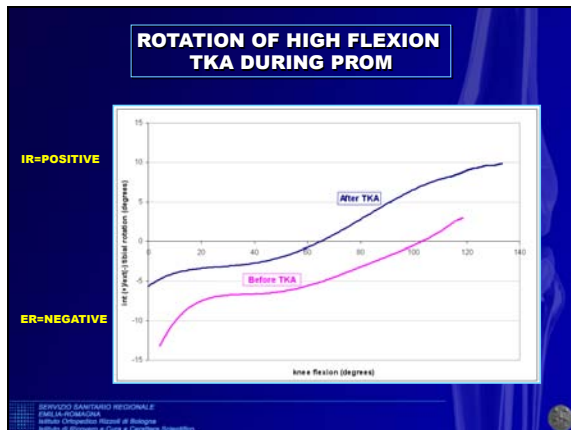




OrthoKey (Delaware, USA)



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Istituto Ortopedico Riccardi di Bologna Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico



FACTORS TO MAXIMIZE TKA RANGE OF MOTION

- ✓ **PREOPERATIVE**
 - **PRE-OP RANGE OF MOTION**
- ✓ **INTRAOPERATIVE → SURGEON DEPENDENT**
- ✓ **POSTOPERATIVE**
 - **REHABILITATION**

Maloney 1992	Ranawat 2003	Shi 2006	Bin 2007
Sultan 2003	Schurman 2005	Ritter 2006	Nicholls 2007

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

ISTITUTO ORTOPEDICO RIZZOLI III CLINICA ORTOPEDICA

THANK YOU

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Istituto Ortopedico Rizzoli di Bologna
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico