

## Artroplastia total de rodilla en pacientes obesos graves y mórbidos

Luis M<sup>a</sup> Lozana Lizarraga

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT DE BARCELONA



FACULTAT DE MEDICINA

DEPARTAMENT DE CIRURGIA I ESPECIALITATS QUIRÚRGIQUES

TESIS DOCTORAL

**“Artroplastia total de rodilla en pacientes obesos  
graves y mórbidos”**

Para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía

Autor: Luis M<sup>a</sup> Lozano Lizarraga

Directores: Dr. Santiago Suso Vergara

Dr. Francisco Maculé Beneyto

Dr. Josep M<sup>a</sup> Segur Vilalta

Barcelona, Junio de 2010



Los Doctores SANTIAGO SUSO VERGARA, FRANCISCO MACULÉ BENEYTO Y JOSEP M<sup>a</sup> SEGUR VILALTA INFORMAN que la Tesis Doctoral que presenta LUIS M<sup>a</sup> LOZANO LIZARRAGA titulada “Artroplastia total de rodilla en pacientes obesos graves y mórbidos” y realizada bajo su dirección, tiene las exigencias metodológicas y científicas para ser presentada en el Tribunal legalmente constituido.

Santiago Suso Vergara

Francisco Maculé Beneyto

Josep M<sup>a</sup> Segur Vilalta.

Barcelona, Junio de 2010



# Agradecimientos

## A mi familia:

Mi primer maestro fue, y siempre le estaré agradecido, mi padre. No hemos compartido demasiado el ejercicio de la especialidad, pero esos primeros años de estudiante y ya de médico joven fueron importantes. Con él viví mis primeras intervenciones de cirugía ortopédica en Manresa, realicé mis primeras guardias y aprendí a poner los primeros yesos. Recuerdo su paciencia y su forma de hacer parecer fáciles las intervenciones. Ha sido siempre una persona con ganas de aprender, con mucha curiosidad e inquietud. Siempre se ha sabido adaptar a las situaciones que le han tocado vivir y ha procurado seguir trabajando, cada vez al ritmo que su salud le ha permitido, hasta entrados los 80 años. Ahora, sigue con agrado mis pasos profesionales y estoy seguro que ver como alcanzo el grado de Doctor le llenará de orgullo.

Mi madre es una gran luchadora. Se ha dedicado plenamente a la familia y siempre me ha apoyando en todo. Ha vivido en casa las alegrías y sinsabores de la profesión de traumatólogo, primero con mi padre y luego conmigo. Demasiadas veces le he hecho partícipe de mis miedos, dudas, enfados... Espero que de alguna forma también le haya sabido mostrar todo mi afecto y amor.

Mis hermanos José y Arantxa son mis grandes referencias. Arantxa es lo mejor que nos ha podido pasar a toda mi familia. Es una persona buena, una esponja que absorbe todo el afecto que se le pueda dar. José, mi hermano mayor es quien ahora apoya a mis padres y hermana. Persona de grandes inquietudes y cultura, siempre está dispuesto a compensar mis carencias de tiempo haciéndome ver lo importante de las cosas que me rodean.



### A mis Compañeros:

Agradezco a todos los compañeros que he tenido en los diversos centros en que he trabajado, todo el conocimiento y experiencia que he podido ir acumulando y que ahora, me permite ejercer la profesión desde una perspectiva diversa y, creo, amplia.

Empecé la residencia MIR en Reus. Allí, aunque ya tenía algo de práctica profesional, es dónde me inicié en el espíritu científico. Los Doctores Miralles, Ruiz, López, Llauradó y Server fueron mis primeros jefes y adjuntos. Fue una época muy activa y compleja. Supieron tener paciencia y comprensión. De ellos y de mis compañeros de residencia, guardo un gran afecto y agradecimiento. En el Hospital de Bellvitge fui recibido por el Dr Alfons Fernàndez Sabaté con gran generosidad. Mi título de especialista en Cirugía Ortopédica y Traumatología fue obtenido bajo su dirección y siempre he tenido su apoyo y él mi afecto y gratitud. En Bellvitge, trabajé y aprendí del espíritu docente de los doctores Javier Cabo, David Moreta, Jaime Morales y Frederic Font. Siempre he contado con el apoyo del resto de adjuntos con los que compartí el período de formación, en especial de los doctores Federico Portabella, José Hernández Hermoso, Antonio Coscujuela y José Luis Garreta. Mis compañeros de residencia Ana Ey, Miquel Rius son dos muestras del compañerismo y de la amistad que compartimos en Bellvitge junto con los demás residentes con los que coincidí.

Después de la etapa MIR, trabajé en los Hospitales de Viladecans, Figueres, Josep Trueta de Girona, Sant Pau de Barcelona y actualmente desarrollo mi actividad principal en el Hospital Clínic de Barcelona. En cada uno de estos centros he encontrado grandes compañeros. He trabajado bastante pero he recibido mucho más a cambio. A veces es difícil mostrar el afecto y respeto a todas estas personas, pero espero que éste capítulo de agradecimiento sirva para ello. Los doctores Alonso de Ros, Dolz, Villar, Amillo, Pedrola, Monreal de Viladecans; García-Díe, Val, Olives, Marimón, Fonseca, Bagó, Junyent de Figueres; Vicente, Froufe, Muñoz, Marull así



como todos los residentes del Hospital Josep Trueta de Girona; Majó, Laura Soria, Magda Edo de Sant Pau entre tantos otros, han compartido conmigo muchos momentos estos años, me han apoyado y forman una parte importante de mi vida personal y profesional.

En la actualidad, tengo la suerte de mantener un contacto habitual con bastantes de ellos, en especial con Manuel Val, un gran amigo y compañero que me ha sabido entender y apoyar.

A mis actuales compañeros del Hospital Clínic de Barcelona les corresponde en estos momentos compartir el rumbo de mi devenir profesional y personal. No tengo suficientes palabras de agradecimiento para todos ellos. Han sido un ejemplo de compañerismo y me han sabido encauzar tanto profesionalmente como en la docencia. Es gracias a su ejemplo e insistencia que decidí intentar alcanzar el grado de Doctor. Los Doctores S. Suso, F. Maculé y Josep M<sup>a</sup> Segur han sabido orientarme en el proyecto en el que nos embarcamos conjuntamente hace cinco años y que culmina ahora con la presente tesis doctoral. Los demás compañeros de la sección de rodilla Pere Torner, Juan Carlos Martínez-Pastor, Sergi Sastre, Dragos Popescu, Félix Castillo y Oscar Ares, además de Carlos Vilalta, Sebastián García, Josep Riba, Gerard Sánchez-Etayo han sido imprescindibles para poder llevar a cabo ésta tesis. A todos los considero grandes profesionales y compañeros y espero que conservemos durante muchos años la amistad que actualmente tenemos. También quiero agradecer especialmente a Montserrat Núñez y a Ester Núñez toda su ayuda y colaboración en el control y valoración de los resultados de los pacientes y en la difusión de nuestros resultados, mediante la publicación de los artículos que vamos teniendo la suerte de poder publicar.



# Índice

Índice de abreviaciones. ....	9
Resumen.....	11
Introducción.....	13
1. Definición de Obesidad.....	13
2. Incidencia de la obesidad en la población.....	14
3. Relación entre la obesidad y la artrosis de rodilla.....	16
3.1 Riesgo de artrosis en pacientes obesos.....	16
3.2 Teorías de la relación entre obesidad y artrosis.....	17
3.2.1 Biomecánica y artrosis de rodilla.....	17
3.2.2 Influencia hormonal en la artrosis de rodilla.....	19
4. Tratamiento de la artrosis de la rodilla en el paciente obeso.....	20
4.1 Pérdida de peso .....	20
4.2 Artroplastia total de rodilla.....	22
5. El paciente obeso grave y mórbido frente a la artroplastia total de rodilla.....	24
5.1 Problemas anestésicos del paciente obeso. Farmacocinética en el paciente obeso.....	24



5.2 Comorbilidades asociadas al paciente obeso.....	28
5.3 Complicaciones de la cirugía de artroplastia total de rodilla en pacientes obesos.....	31
5.3.1 Complicaciones relacionadas con la diabetes mellitus.....	33
5.3.2 Complicaciones relacionas con el grado de obesidad.....	34
5.3.3 Infección protésica.....	37
6. Resultados clínicos y funcionales de las artroplastias totales de rodilla en pacientes obesos.....	39
6.1 Escalas de valoración de la función en pacientes afectos de artrosis en la rodilla.....	41
6.2 Resultados clínicos y funcionales tras artroplastia total de rodilla en los trabajos publicados.....	42
7. Supervivencia de los implantes protésicos en pacientes obesos.....	46
8. Obesidad y actividad física.....	47
8.1 Actividad física tras artroplastia total de rodilla.....	47
8.2 Variación de peso tras artroplastia total de rodilla.....	48
9. Antropometría y artrosis de rodilla.....	49
10. Cirugía Bariátrica y artroplastia total de rodilla.....	50



Hipótesis.....	53
Objetivos.....	53
Objetivo 1.....	54
Objetivo 1.Pacientes y métodos.....	54
Objetivo 1.Resultados.....	56
Objetivo 2. ....	62
Objetivo 2.Pacientes y métodos.....	62
Objetivo 2. Resultados.....	64
Discusión.....	67
Discusión Objetivo 1.....	69
Discusión Objetivo 2.....	74
Conclusiones.....	79
Bibliografía. ....	81
Apéndice: Artículos publicados.....	91



# Índice de abreviaciones

AP: Ántero-posterior

ATC: Artroplastia Total de Cadera

ATR: Artroplastia Total de Rodilla

AVC: Accidente Vascular Cerebral

DM: Diabetes Mellitus

EEUU: Estados Unidos de América

ENCAT: Evaluation of Nutritional Status in Catalonia

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

GAG: Glucosaminoglicanos

HBPM: Heparina de Bajo Peso Molecular

HTA: Hipertensión arterial.

IASO: International Association for the Study of Obesity

IAM: Infarto Agudo de Miocardio

IAT: Isquemia Aguda Transitoria

IC: Intervalo de confianza

IMC: Índice de Masa Corporal

KG: Kilogramos

KSS: Knee Society Score

KSSF: Sub-escala funcional de la Sociedad Americana de Rodilla

KSSR: Sub-escala clínica de la Sociedad Americana de Rodilla

LLI: Ligamento Lateral Interno

M: Metros

Ob: Gen de la obesidad

OGM: Obesidad grave y mórbida.

OMS: Organización Mundial de la Salud

OR: Odds ratio

RNM: Resonancia Nuclear Magnética

RR: Riesgo Relativo

SD: Desviación estándar.

TEP: Trombo embolismo Pulmonar

TTA: Tuberosidad Tibial Anterior

TVP: Trombosis Venosa Profunda

WOMAC: Western Ontario and Mac Master Universities Osteoarthritis Index

## Resumen

La obesidad es una de las enfermedades que necesita más recursos sanitarios en nuestro país y en los países occidentales. El coste del tratamiento de las enfermedades relacionadas con la obesidad en los Estados Unidos de América (EEUU) es de 117 billones de dólares al año, que es similar al coste del gasto sanitario que ocasiona el hábito de fumar.

La artrosis presenta como principales factores predisponentes la edad avanzada, la obesidad y los traumatismos articulares. En EEUU existen 27 millones de adultos que presentan artrosis sintomática. La prevalencia de la artrosis sintomática de rodilla en adultos mayores de 60 años es de un 12,1% en EEUU.

La obesidad es el principal factor de riesgo que puede ser modificado, asociado al desarrollo de artrosis en grandes articulaciones en mujeres, y el segundo factor en varones después de los accidentes que afectan a la rodilla.

Hay una clara relación entre la obesidad y el desarrollo de artrosis en la rodilla, existiendo razones biomecánicas para ello. Cada vez más se estudia el papel que los mediadores hormonales tienen en los pacientes obesos como desencadenantes de la artrosis.

Las estadísticas muestran que en los EE UU, la obesidad ha alcanzado proporciones de epidemia. La mayoría de los adultos presentan sobrepeso u obesidad de acuerdo con su valor de índice de masa corporal. La obesidad se incrementa con la edad,

alcanzando un pico en la sexta década de la vida. Entre los 66 y los 74 años de edad, el 66% de los adultos presentan sobrepeso u obesidad. El pico de incidencia de la obesidad en EE UU, coincide con la edad en la que muchos pacientes tienen necesidad de ser intervenidos de cirugía de sustitución articular de rodilla o de cadera.

La artroplastia total de rodilla (ATR) es una de las intervenciones que con más frecuencia se realiza en los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología, siendo esta intervención una gran arma terapéutica frente a la artrosis una vez está establecida y han fracasado otros tratamientos. La obesidad influye tanto en la dificultad a la hora de realizar la intervención de ATR, como luego en los resultados funcionales que el paciente puede obtener tras la intervención. Así, hay autores que describen un número mayor de complicaciones durante la intervención de ATR, con un incremento del tiempo quirúrgico, un número mayor de complicaciones precoces y unos resultados peores en este grupo de pacientes obesos con artrosis de rodilla y que son intervenidos de ATR. Así mismo el gasto sanitario que el tratamiento de estos pacientes comporta se ve incrementado por la dificultad en su manejo y por las comorbilidades y complicaciones que presentan.

*El propósito de ésta tesis doctoral* es el estudio del paciente obeso grave y mórbido que precisa de una intervención de artroplastia total de rodilla. Se estudiarán los factores que dificultan la intervención quirúrgica. Se buscarán recursos quirúrgicos que nos permitan realizar éstas intervenciones con mayor facilidad, disminuyendo el tiempo quirúrgico.

# Introducción

## 1. DEFINICIÓN DE OBESIDAD

Para hablar de obesidad se ha empleado durante bastante tiempo, y aún en la actualidad, el peso como única medida para clasificar a los pacientes (1). Los primeros artículos que estudiaban el impacto de la obesidad en la intervención de ATR consideraban un paciente como obeso cuando superaba los 80 Kg de peso (2). Posteriormente se evidenció la necesidad de tener en cuenta también la altura y se elaboraron tablas de peso según la altura del paciente, considerando que un paciente era obeso si superaba en más de un 20% el peso que se consideraba ideal para su altura (3, 4, 5). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido una clasificación, aceptada por todos los grupos científicos, en función de la relación entre el peso y la altura (Tabla 1) (6).

TABLA1. Categorías de obesidad

<b>IMC</b>	<b>Categoría</b>
25-29,99 kg/m <sup>2</sup>	Sobrepeso. Clase 0
30-34,99 kg/m <sup>2</sup>	Obesidad. Clase I
35-39.99 kg/m <sup>2</sup>	Obesidad Grave. Clase II
>40 kg/m <sup>2</sup>	Obesidad Mórbida. Calse III

Para considerar a una persona obesa, hay que tener en cuenta su altura ya que un mismo peso en distintas personas que midan diferente, puede tener implicaciones distintas de cara a su salud. Se ha establecido pues una medida, el Índice de Masa Corporal (IMC), para clasificar a los pacientes y poder comparar diferentes

poblaciones entre sí. El IMC relaciona el peso del paciente con la altura elevada al cuadrado. De esta forma, se establecen cuatro grupos según la OMS. Un IMC entre 18 kg/m<sup>2</sup> y 24,99 kg/m<sup>2</sup> se considera normal; entre 25 kg/m<sup>2</sup> y 29,99 kg/m<sup>2</sup> existe sobrepeso (obesidad clase 0); a partir de 30 kg/m<sup>2</sup> ya se habla de obesidad. Entre 30 kg/m<sup>2</sup> y 34,99 kg/m<sup>2</sup> se establece que existe una obesidad clase I, de 35 kg/m<sup>2</sup> a 39,99 kg/m<sup>2</sup> la obesidad se clasifica en clase II u obesidad grave y a partir de un IMC de 40kg/m<sup>2</sup> se habla de obesidad clase III o mórbida. En distintos artículos recientes se siguen estableciendo grupos a partir de un IMC de 40 kg/m<sup>2</sup> pero éstos aun no han sido admitidos por la OMS. Así se habla de obesos súper mórbidos hasta 50 kg/m<sup>2</sup> y de obesos súper mega mórbidos a partir de 60 kg/m<sup>2</sup>.

La obesidad afecta a la salud general del paciente. Está establecida la relación entre la obesidad y la hipertensión arterial (HTA), la Diabetes Mellitus (DM) tipo II, la cardiopatía isquémica y con las apneas nocturnas (1).

## **2. INCIDENCIA DE LA OBESIDAD EN LA POBLACIÓN**

En España, según datos publicados por la International Association for the Study of Obesity (IASO) en 2003, el porcentaje de pacientes adultos varones obesos (IMC>30 kg/m<sup>2</sup>) era de 13,9 % mientras que el de mujeres obesas era de 15,1% (7).

En Catalunya en 2007 se ha publicado un estudio en el que se compara la incidencia en la población del sobrepeso y de la obesidad según el IMC (8). Los datos se tomaron de dos evaluaciones hechas en dos períodos de tiempo, años 1992-3 y años

2002-03 en el estudio Evaluation of Nutritional Status in Catalonia (ENCAT). Se controlaron 1015 hombres y 1233 mujeres en ENCAT 1992-3 y 791 hombres y 924 mujeres en ENCAT 2002-03. Los datos muestran que la proporción de varones con sobrepeso se mantuvo estable pasando de un 44,1% en 1992-3 a un 43,7% en 2002-03, mientras que el porcentaje de varones obesos aumentó, pasando de 9,9% en 1992-3 a un 16,6% en 2002-03. En mujeres, el porcentaje de sobrepeso se incrementó entre 1992-3 y 2002-03 pasando a ser de 29,1% a 30,1%, mientras que el de obesidad permaneció estable en ese período de tiempo, siendo de 15,0% en 1992-3 y de 15,2% en 2002-03. Los datos muestran que actualmente en Catalunya, la prevalencia de obesidad, clasificada según el IMC, en varones supera a la que se encuentra en mujeres.

En otros países de nuestro entorno como Inglaterra, el porcentaje es de 23,6 % de varones obesos y un 24,4% de mujeres obesas con datos de 2007 (en 1993 los porcentajes eran 13,2% y 16,4% respectivamente). En Francia el porcentaje es de 16,1% y de 17,6% respectivamente (datos de 2006) y en Alemania de 20,5% y 21% en 2003 (7).

En Canadá la proporción de población obesa se ha incrementado en los últimos años, pasando de un 14% hace 25 años a un 23% en 2007. (Varones 22.9% y Mujeres 23.2%). En EEUU el porcentaje de varones adultos obesos (IMC>30kg/m<sup>2</sup>) era del 31.1% y de mujeres obesas de 33.2% con datos de 2003-4(7)

### **3. RELACIÓN ENTRE LA OBESIDAD Y LA ARTROSIS DE RODILLA**

Existen diversas publicaciones que han demostrado la relación que se establece entre la presencia de obesidad y el desarrollo de una enfermedad degenerativa en la rodilla (9, 10, 11, 12, 13).

#### **3.1 Riesgo de artrosis en pacientes obesos.**

Los pacientes obesos tienen un riesgo estimado de entre un 9-13% de aparición de artrosis de rodilla por cada kilo que se incrementa su masa corporal. Por cada 5kg que incrementen su masa el riesgo de desarrollar artrosis aumenta un 35% (9).

En EE UU, según datos del National Health and Nutrition Examination Survey, los adultos con un IMC superior a 30 kg/m<sup>2</sup> tienen una prevalencia 4 veces mayor de presentar signos radiográficos de artrosis de rodilla que los pacientes adultos con IMC menores de 30kg/m<sup>2</sup> (10).

La aparición de signos de artrosis de rodilla en estudios radiográficos, asociados a sintomatología clínica de artrosis de rodilla en pacientes ancianos, hombres y mujeres, con obesidad, se adelantaba una media de 37 años. La asociación de sobrepeso y artrosis de rodilla es más intensa en mujeres que en hombres. Un 50% de mujeres sanas, en la edad media de la vida y obesas con artrosis unilateral de rodilla demostrada radiográficamente, desarrollaron artrosis en la otra rodilla en un período

de dos años, una incidencia 5 veces superior que la presentada en mujeres del mismo rango de edad no obesas (10,11).

La obesidad se relaciona asimismo con la progresión de la artrosis, con formas más severas de artrosis radiológica en pacientes con artrosis ya establecida que incrementaron su peso (12).

No se ha establecido claramente cómo el exceso de peso provoca la degeneración del cartílago articular. Al igual que en la enfermedad cardiovascular y en la diabetes, el riesgo de desarrollar artrosis de rodilla se incrementa con el IMC, pero no parece existir una relación con el morfotipo del paciente como existe entre la obesidad central o troncular y las patologías mencionadas (14,15).

### **3.2 Teorías de la relación entre obesidad y artrosis**

Los mecanismos por los que se desarrolla esta degeneración artrósica pueden ser diversos. Se han hecho estudios biomecánicos, de imagen, estudios histológicos y analíticos que muestran diferentes vías por las que el cartílago de los pacientes obesos se gasta más y más rápido que el de la población no obesa. Igualmente, en función del grado de obesidad, el deterioro se produce más rápidamente y es mayor (16).

#### **3.2.1 Biomecánica y artrosis de rodilla.**

La obesidad, según un planteamiento biomecánico, provocaría una aplicación repetida de fuerzas axiales sobre la superficie articular de la articulación provocando un

deterioro del cartílago articular y una esclerosis del hueso subcondral. En estudios mediante Resonancia Nuclear Magnética (RNM) se aprecia que los principales cambios que provoca el incremento de IMC son la aparición de defectos en el cartílago articular y un incremento del tamaño de la tibia por la formación de osteofitos (17).

La presencia de Glucosaminoglicanos (GAG) en el cartílago articular se incrementa cuando existen fuerzas de compresión, en respuesta al daño que éstas provocan en el cartílago. Cuando se estudia el contenido de GAG como medida de actividad de los condrocitos y del progreso de la artrosis en la rodilla se aprecia una correlación significativa entre la existencia de un incremento de la cantidad de glucosaminoglicanos y el IMC de los pacientes afectados de artrosis de rodilla (18).

En las articulaciones que soportan peso, como puede ser la rodilla, esta carga axial es causa del deterioro, sobre todo en rodillas que presentan desaxaciones importantes en varo, en las que el exceso de carga en el compartimento interno altera la biosíntesis de los condrocitos. En articulaciones que no soportan carga axial, como pueden ser las de las manos, este mecanismo no estaría implicado (19).

Mediante estudios de imagen de RNM se ha podido apreciar que el incremento en la masa grasa provoca una reducción del volumen del cartílago de la rodilla y un incremento de los defectos cartilaginosos, mientras que un incremento de la masa libre de grasa (peso total del cuerpo sin grasa o masa muscular) produce un aumento del volumen del cartílago articular en la rodilla (19). Este hecho sugeriría la coexistencia

de otras razones, además de las biomecánicas, en el desarrollo de la artrosis a nivel articular en la rodilla.

Para otros autores la presencia de un exceso de grasa llevaría a un crecimiento irregular del cartílago articular y a una inhibición de los mecanismos de reparación del cartílago (20, 21, 22).

### **3.2.2 Influencia hormonal en el desarrollo de artrosis de rodilla.**

Diversos estudios relacionan el gen de la obesidad (ob) y la hormona que produce, la leptina, con el deterioro del cartílago articular (20, 21, 22, 23, 24, 25, 26). Tanto experimentalmente como en ensayos clínicos se aprecia que dicha hormona está presente a niveles significativos en los condrocitos de pacientes obesos que desarrollan artrosis, mientras que es prácticamente inexistente en los condrocitos de los pacientes que no la desarrollan. La leptina además de sintetizarse en los adipocitos, se sintetiza en los osteoblastos y en los condrocitos (20). Se han encontrado receptores para esta hormona en el cartílago articular. Las variaciones sistémicas de los niveles de leptina regulan la proliferación de los condrocitos y la función anabólica, produciendo estas variaciones la formación de osteofitos durante la artrosis (22).

Los estudios realizados por diversos autores, han encontrado que los niveles de leptina en el cartílago articular se incrementan de acuerdo con el IMC (21,24) de la persona y se han encontrado niveles significativos de esta hormona en los osteofitos y

en los condrocitos del cartílago articular de las personas con artrosis, mientras que en las personas sanas los condrocitos que producen leptina son pocos (20).

Otra evidencia del papel de la leptina en el desarrollo de artrosis es la predominancia de la artrosis de rodilla en mujeres (22). Al poseer la mujer mayor cantidad de grasa corporal, la producción de esta hormona es mayor en mujeres que en hombres y su nivel en sangre es también mayor. Esto es así también en las mujeres prepuberales por lo que los altos niveles de leptina en sangre pueden influir en el desarrollo del cartílago y predisponer a los cambios degenerativos en la edad adulta. La reducción de peso de los pacientes obesos afectados de gonartrosis se traduce en una disminución de los niveles de leptina en sangre, lo que se correlaciona con una mejoría de la sintomatología de la artrosis de rodilla (21).

Se ha encontrado una relación entre la reducción del volumen del cartílago articular de la rodilla con los niveles de leptina en sangre en adultos con obesidad y del sexo femenino. En los defectos focales de cartílago no se ha encontrado ésta relación, por lo que éstos podrían estar más relacionados con factores no hormonales (23).

La leptina contribuye al funcionamiento anómalo de los osteoblastos en rodillas artrósicas generando la proliferación de diversas citoquinas que dañan el cartílago (26)

#### **4. TRATAMIENTO DE LA ARTROSIS DE RODILLA EN EL PACIENTE OBESO.**

##### **4.1 Pérdida de peso.**

Las mujeres que reducen en dos unidades su IMC, reducen la probabilidad de desarrollar artrosis en más de un 50% según el estudio de Framingham (11). El ejercicio asociado al tratamiento dietético encaminado a la pérdida de peso puede mejorar la funcionalidad y la sintomatología de los pacientes obesos afectados de gonartrosis (9,10, 11, 27, 28, 29, 30).

Messier (28) encontró que una reducción de un 5% del peso del paciente durante 18 meses mejoraba un 18% la función de los pacientes. Si además de la pérdida de peso se asociaba un programa de ejercicios, la función mejoraba un 24% y se acompañaba de un incremento significativo de la movilidad. Los pacientes participaban en tres sesiones de 60 minutos de ejercicios cada semana. El tratamiento dietético estaba diseñado para conseguir y mantener una pérdida de un 5% del peso en los 18 meses de seguimiento y se basaba en convencer al paciente de la necesidad de cambiar sus hábitos dietéticos para disminuir su ingesta calórica. El mismo autor (30), determinó en un estudio tridimensional de la marcha de pacientes obesos sedentarios con artrosis de rodilla, que por cada libra que se reducía el peso, se disminuía cuatro veces la carga que soportaba la rodilla en cada paso que se daba durante las actividades de la vida diaria.

En términos de resultados funcionales, medidos mediante la escala de Western Ontario and Mac Masters Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), en mujeres con sobrepeso con dolor de rodilla debido a artrosis, una reducción de 7kg en un período

de 6 meses supuso un cambio significativo en las subescalas de dolor (46% de reducción) y función (38% de reducción) de la valoración de WOMAC (31).

Los trabajos realizados mediante el estudio de radiografías en carga no parecen encontrar que la pérdida de peso altere el curso de una artrosis ya establecida enlenteciendo o previniendo cambios estructurales como la degeneración del cartílago (32).

Coggon (33) afirma tras realizar un estudio poblacional de casos control en Inglaterra que si todas las personas con sobrepeso u obesidad redujeran su peso 5 kg o hasta alcanzar el IMC considerado como de peso normal, se podría evitar el 24% de las intervenciones de rodilla por artrosis.

#### **4.2 Artroplastia Total de Rodilla.**

A pesar de realizarse tratamiento médico de la enfermedad artrósica de la rodilla, en un número importante de pacientes este tratamiento es insuficiente y precisan de un tratamiento quirúrgico de sus lesiones, siendo la ATR el tratamiento de elección en muchos de ellos. Esta situación lleva a un incremento de ATR en ésta población.

La población de obesos en Canadá ha pasado de representar un 14% hace 25 años a un 23% en 2007 (34). El número de artroplastias de cadera y rodilla pasó a ser un 87% más elevado en el decenio 1993/4 y 2003/2004. En ésta población, el riesgo relativo (RR) de un paciente con sobrepeso (IMC entre 25 y 29.99 kg/m<sup>2</sup>) de necesitar una

intervención de ATR es mayor que de precisar una artropastia total de cadera (ATC). Si se utiliza a los pacientes con normo peso como línea basal respecto a la necesidad de ser intervenidos mediante ATR (RR 1.00) se observa que conforme aumenta el IMC, aumenta el riesgo de necesitar una ATR. Así, en los pacientes con sobrepeso, el riesgo relativo de precisar ATR aumenta 3.20 veces, en pacientes con obesidad Clase I aumenta 8.53 veces, en pacientes con obesidad Clase II aumenta 18.73 veces y en pacientes con obesidad Clase III (mórbida) es 32.73 veces más alto.

En Reino Unido en un estudio llamado “The Million Women Study” en el que se seguían de forma prospectiva una cohorte de 1.3 millones de pacientes mujeres de edades comprendidas entre 50 y 64 años entre 1996 y 2001, se buscó el riesgo de precisar ATR según el IMC (35). Se encontró que el RR era de un 69% en pacientes mujeres de mediana edad con un IMC superior o igual a 25kg/m<sup>2</sup>. Si se analizaba por categorías de obesidad, el incremento del riesgo relativo de precisar una intervención de ATR en mujeres de mediana edad, crecía exponencialmente conforme aumentaba el IMC de las pacientes.

También en Reino Unido se ha calculado la edad a la que los pacientes afectados de gonartrosis son intervenidos en función del IMC en el momento de la cirugía (36). Existe una correlación estadísticamente significativa entre la edad de la cirugía y el IMC ( $p < 0.001$ ). En el estudio se aprecia un descenso progresivo de la edad a la que los pacientes eran intervenidos en todas las clases de obesidad (clasificados según el IMC) y en los pacientes con obesidad grave o mórbida (IMC mayor de 35kg/m<sup>2</sup>) este

descenso era significativo. La media de edad a la que eran intervenidos los pacientes con obesidad mórbida era 13 años inferior en comparación con los pacientes con normo peso.

Fehring (37) en Estados Unidos ha estudiado el incremento de IMC de los pacientes que son intervenidos de ATR en el centro en que trabaja, un hospital de Carolina del Norte dedicado exclusivamente a la cirugía de sustitución articular de cadera y de rodilla, desde el año 1990 al año 2005. La media de IMC de los pacientes que se intervenían de ATR en 1990 era de 29.9 kg/m<sup>2</sup>, en 1995 era de 30.2 kg/m<sup>2</sup>; en 2000 de 30.8 kg/m<sup>2</sup> y en 2005 de 32.6 kg/m<sup>2</sup>. El número de pacientes obesos (IMC entre 30 y 40 kg/m<sup>2</sup>) que fueron intervenidos de ATR también variaba de forma significativa ( $p < 0.0005$ ) de 1990 a 2005. En 1990 representaban el 31.6% en 1995 eran el 39.6%, en 2000 el 42.9% y en 2005 el 42.8%. Si se estudiaba la variación de la proporción de obesos mórbidos (IMC > 40 kg/m<sup>2</sup>) entre los pacientes intervenidos de ATR, el crecimiento también se incrementaba. En 1990 el 10.5% de los pacientes intervenidos eran obesos mórbidos, en 1995 el 8.3%, en 2000 el 10.3% y en 2005 el 17.1%. Lógicamente, el número de pacientes con normopeso (IMC inferior a 25 kg/m<sup>2</sup>) había ido decreciendo, pasando de un 21% en 1990, a un 18% en 1995, un 10.7 % en 2000 y a un escaso 5.6 % en 2005.

## **5. EL PACIENTE OBESO FRENTE A LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA.**

### **5.1 Problemas anestésicos del paciente obeso. Farmacocinética en el paciente obeso.**

El incremento de masa corporal de los pacientes obesos hace necesaria una elevación del gasto cardíaco y del volumen sanguíneo intravascular. El trabajo cardíaco se incrementa de forma proporcional y es aproximadamente un 40% mayor en obesos que en pacientes con peso normal. El incremento de la post-carga cardíaca estimula una hipertrofia del ventrículo izquierdo, que por sí misma ya es un factor de riesgo independiente de morbilidad cardíaca y de muerte súbita (38).

La reducción de la distensibilidad (“compliance”) miocárdica asociada a una hipertrofia ventricular izquierda pueden, cuando se combinan con una sobrecarga de líquidos, llevar a fallo cardíaco congestivo. La obesidad es además un factor de riesgo independiente para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares e incrementa el riesgo de arritmias, así como de la aparición de transformación grasa y cambios isquémicos en el miocardio.

Los pacientes obesos presentan una distensibilidad reducida de la pared torácica secundaria a la adiposidad de la pared torácica y del abdomen. La reducción del volumen pulmonar disminuye la complianza del parénquima pulmonar. La movilidad disminuida de la costillas secundaria a la cifosis dorsal y a la hiperlordosis lumbar debido al exceso de grasa abdominal exacerba esta situación; Los obesos móbidos ( $IMC > 40 \text{ kg/m}^2$ ) presentan una complianza pulmonar (distensibilidad) de sólo un 35% de la que sería normal. Esto supone un incremento significativo del trabajo respiratorio y una disminución de la capacidad funcional residual. Esta reducción en la capacidad funcional residual tiene una importancia considerable para la anestesia. Los pacientes

con una disminución severa de la capacidad funcional pulmonar residual pueden desarrollar un cierre prematuro de la vía aérea y alteraciones en la ventilación/perfusión apareciendo como resultado una hipoxemia. Durante la inducción de la anestesia esto se puede traducir en una disminución en el tiempo de la apnea no hipóxica, el período de tiempo entre la parálisis y la intubación antes de que la hipoxia aparezca. En situación de cronicidad, una porción de pacientes desarrollan una disminución en la eliminación respiratoria de CO<sub>2</sub>, con la consecuente hipercapnia. En ésta situación, conocida como síndrome de hipoventilación en la obesidad, se produce hipoxemia, con hipertensión pulmonar secundaria, policitemia y necesitan de una unidad de cuidados intensivos postoperatoria. Los pacientes obesos además tienen una alta incidencia de síndrome de apneas obstructivas del sueño.

Estos pacientes presentan dificultades en la manipulación de la vía aérea, pudiendo presentar problemas tanto en la ventilación manual como en la intubación orotraqueal. Esto hace que durante la anestesia general puedan necesitar técnicas especiales de manejo de la vía aérea como es la intubación del paciente despierto con fibrobroncoscopio.

### Anestesia regional

Frente a las dificultades anatómicas de la vía aérea, los cambios farmacocinéticos y el riesgo de complicaciones cardiorrespiratorias, la anestesia regional presenta ventajas respecto a la anestesia general en estos pacientes (39). Permite una mínima manipulación de la vía aérea, evitar fármacos anestésicos que producen depresión cardiopulmonar, reducción de las náuseas y vómitos postoperatorios y mejor control del dolor postoperatorio. Este mejor control del dolor permite reducir las dosis de

opioides en el postoperatorio, lo cual es de vital importancia en este tipo de pacientes con riesgo aumentado de complicaciones respiratorias en el periodo postoperatorio.

Sin embargo, debido a los cambios anatómicos asociados a la obesidad, las técnicas de bloqueos de nervio periférico son más dificultosas que en la población general (39). El índice de bloqueos fallidos aumenta en relación con el aumento de IMC. Los bloqueos fallidos se han de complementar muchas veces con anestesia general, con el riesgo que ello supone. Así mismo, igual que al realizar los bloqueos periféricos, los bloqueos neuroaxiales presentan dificultades técnicas. Es más difícil identificar las referencias anatómicas y se requieren más intentos de punción para conseguir el bloqueo. Los pacientes obesos necesitan dosis menores de anestésico local para conseguir el mismo nivel de bloqueo epidural o intradural que en la población general y presentan más tendencia a la migración cefálica del anestésico local. Este hecho puede explicarse en el caso de la anestesia intradural por que estos pacientes tienen un volumen de líquido cefalorraquídeo menor. Dadas las dificultades anatómicas, la utilización de la ecografía para guiar las técnicas de anestesia locorregional se recomienda ya que aumenta el índice de éxito de los bloqueos periféricos en los pacientes obesos.

En pacientes obesos mórbidos sometidos a ATR se ha descrito la aparición de rabdomiolisis (40), con fallo renal agudo, disfunción hepática y elevación de las troponinas-I. Los pacientes obesos mórbidos presentan una mayor predisposición a presentar rabdomiolisis. El efecto del manguito de isquemia aplicado a la extremidad intervenida, puede aumentar el riesgo de ésta complicación. Un caso descrito por Karcher (40), fue realizado empleando anestesia general.

Los pacientes obesos presentan una respuesta inmune disminuida. Esto es debido a que la obesidad supone una insulinoresistencia y una hiperglicemia que contribuyen a

una disminución de la función leucocitaria. Esta situación se da incluso en pacientes obesos que no están diagnosticados de diabetes. La farmacocinética se ve alterada por cambios en el aclaramiento renal, en el metabolismo hepático y en el volumen de distribución. La obesidad supone un incremento de la masa de tejido adiposo que afecta a las medicaciones que tienen propiedades lipofílicas. El incremento en la masa orgánica, en la masa libre de grasa y en el volumen sanguíneo en la obesidad, puede afectar asimismo a las medicaciones hidrofílicas. Estos cambios afectan tanto a los anestésicos endovenosos como a los antibióticos. Las dosis habituales de antibiótico profiláctico pueden ser insuficientes en éstos pacientes, que de por sí ya presentan una incidencia mayor de infección postoperatoria. Se recomienda individualizar las dosis y monitorizar las dosis de antibiótico en caso de infecciones que requieran tratamientos prolongados de antibiótico endovenoso (41). Las dosis de heparina de bajo peso molecular (HBPM) que se utilizan habitualmente también pueden ser insuficientes en pacientes obesos. A pesar de que hay varios estudios recientes que previenen de ésta posibilidad no existen actualmente recomendaciones claras ajustadas al peso para la profilaxis de la trombosis venosa profunda (TVP).

## **5.2 Comorbilidades asociadas al paciente obeso**

Los pacientes obesos que se intervienen de ATR tienen asociadas mayor número de comorbilidades que los pacientes sin obesidad. Este mayor número de comorbilidades,

se puede traducir posteriormente en una mayor presencia de complicaciones postoperatorias y unos peores resultados.

Miric (5) estudió en una población de pacientes sometidos a intervención de ATR la presencia de comorbilidades. En su trabajo el número de comorbilidades asociadas era significativamente superior en pacientes con obesidad; así la presencia de un historial médico previo ( $p < 0.0001$ ), antecedente cardíaco ( $p < 0.02$ ), diabetes mellitus ( $p < 0.006$ ) era superior en obesos. Cuando se examinaba de forma más pormenorizaba, el grupo de pacientes con obesidad clase II ( $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$ ) era el que presentaba una diferencia mayor. Si se comparaba el grupo de pacientes con IMC menor o mayor de  $35 \text{ Kg/m}^2$ , el 87% de los pacientes con  $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$  presentaban un historial médico previo en comparación del 51% de los pacientes con  $IMC < 35 \text{ Kg/m}^2$  ( $p < 0.0001$ ). Un 56% de los pacientes del grupo de mayor IMC presentaban historial de alteraciones cardíacas mientras que sólo el 33% de los pacientes del grupo con IMC inferiores a  $35 \text{ Kg/m}^2$  lo presentaba ( $P < 0.0001$ ). El 10.5% de los pacientes obesos graves o mórbidos presentaban diabetes mellitus, mientras que en el resto la incidencia era de 4.1% ( $p < 0.03$ ). Este grupo de obesos con  $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$  presentaban asimismo una mayor probabilidad de presentar complicaciones en el postoperatorio (38% frente a 25%;  $P = 0.002$ ).

Respecto a las comorbilidades en pacientes obesos Namba (42) publica un estudio basado en la revisión de 1813 ATR en 11 hospitales de EEUU. Los pacientes habían sido operados entre 2001 y 2002. Un 52% de los pacientes eran obesos. Un 23% de

las artroplastias de rodilla fueron intervenidas en pacientes obesos graves (Clase II,  $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$ ) y un 11% en obesos mórbidos (Clase III,  $IMC > 40 \text{ Kg/m}^2$ ). Igual que el anterior autor, encuentra un mayor número de comorbilidades asociadas en el grupo de pacientes obesos graves ( $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$ ). La ausencia de comorbilidades era mayor en el grupo de pacientes con  $IMC < 35 \text{ Kg/m}^2$  (6% frente a un 17% en  $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$ ,  $p < 0.001$ ). Los pacientes presentaron un 21% de DM frente a un 12% en el grupo de menor  $IMC$  ( $p < 0.001$ ) y la presencia de HTA era superior en relación de 54% en el grupo de  $IMC > 35 \text{ Kg/m}^2$  y de 44% en el de  $IMC < 35 \text{ Kg/m}^2$  ( $p < 0.001$ ). No existieron diferencias significativas en cuanto a antecedente de cardiopatía. El grupo de pacientes con  $IMC$  superior a  $35 \text{ Kg/m}^2$ , presentaron una estancia hospitalaria mayor y un mayor índice de infecciones. Aunque los pacientes obesos graves y mórbidos tenían una incidencia significativamente mayor de diabetes, los enfermos que se infectaron eran en su mayoría no diabéticos.

Deeshmukh (43) analiza la incidencia de comorbilidades en 180 pacientes consecutivos intervenidos de ATR en Newcastel (Reino Unido) entre los años 1992 y 1995. 31 presentaban peso normal ( $IMC$  entre  $19 \text{ Kg/m}^2$  y  $29.99 \text{ Kg/m}^2$ ), 83 presentaban sobrepeso, 64 presentaban obesidad y 2 obesidad mórbida. Las comorbilidades fueron divididas en cuatro categorías: vascular: antecedente de TVP o trombo embolismo pulmonar (TEP), cardíaca: HTA, infarto agudo de miocardio (IAM), ángor), neurológica: Parkinson, accidente vascular cerebral (AVC), isquemia aguda transitoria (IAT) y respiratoria: Asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica

(EPOC), fibrosis pulmonar. Un 6% presentaron comorbilidad vascular, 33% cardíaca, 22% neurológica, y 9% respiratoria. Setenta y cinco presentaron alguna comorbilidad, de los cuales 52 solamente presentaban una de las categorías de comorbilidad, 14 dos categorías, 8 tenían asociadas tres categorías y un paciente asociaba las 4 categorías de comorbilidad. En la regresión realizada por los autores, no se encontró una correlación entre el IMC y la incidencia de comorbilidades médicas.

### **5.3 Complicaciones de la cirugía de ATR en pacientes obesos.**

Gillespi (1), publicó en 2006 una revisión de la problemática de la ATR en obesos en el Reino Unido a raíz de un debate abierto tras la restricción del acceso a las listas de espera de PTR de los pacientes afectados de obesidad. Esta decisión creó polémica dado el gran número de pacientes obesos y la incidencia que la gonartrosis tiene en ellos y la necesidad de ATR de ésta población. Esto, llevó a estudiar si realmente los pacientes obesos presentaban más dificultad a la hora de ser intervenidos, si existía un mayor número de complicaciones en estos pacientes, y si los resultados que se obtenían tras la cirugía eran buenos. También, se ha analizado en los últimos años qué perfil de paciente obeso puede tener más problemas durante y después de la intervención de ATR. Teniendo en cuenta que la obesidad definida por el IMC abarcaría un gran grupo de la población (una cuarta parte de la población adulta está comprendida en el grupo de  $IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$  en algunas sociedades occidentales) se ha investigado que categorías de IMC son las que presentan mayores problemas.

Stern e Insall (3) publicaron en 1990 un artículo en el que estudiaron los resultados de las ATR en pacientes obesos. No utilizaban el IMC como criterio de clasificación si no el porcentaje de peso respecto al peso ideal según unas tablas de peso ideal de una compañía de seguros de vida (Metropolitan Life Insurance Company). En su estudio sobre 257 PTR en 182 pacientes, encontraron un incremento del dolor fémoropatelar conforme el peso se incrementaba. En el grupo de pacientes obesos la incidencia de dolor femoropatelar era de un 20% (29 rodillas operadas) en comparación con un 12% en las rodillas operadas en pacientes no obesos (14 rodillas). Si agrupaban los pacientes en subgrupos de obesidad, en el grupo de obesidad moderada y grave (clase I y II), la incidencia era de un 30% (13 de 43) frente a un 14% de incidencia de dolor anterior en los otros grupos (31 de 214) siendo esta diferencia significativa ( $p < 0.03$ ). Estudiaron la presencia de TVP realizando venografías sistemáticas. Un 57% de las venografías mostraron evidencia de TVP. El grupo en el que la incidencia era mayor (73%) fue en el de la obesidad moderada, pero la incidencia no se incrementaba en los grupos de mayor peso. Otras complicaciones como la infección, no se asociaban con un mayor peso del paciente. Refieren también 4 fracturas rotulianas y una luxación precoz del componente protésico rotuliano (en todos los pacientes se protetizó la rótula). La incidencia de fracturas o luxación del componente fue de tres de 43 ATR en los grupos de obesidad moderada y grave (7%) y de dos de 214 en los otros grupos de menor peso (1%), siendo la diferencia significativa ( $p < 0.04$ ). Los mismos autores del trabajo comentan que dado el bajo número de

pacientes que presentaron estas complicaciones, no se puede establecer una conclusión respecto a su asociación con la obesidad.

### **5-3.1 Complicaciones relacionadas con la diabetes en pacientes obesos intervenidos de artroplastia total de rodilla.**

La diabetes mellitus (DM) es una de las enfermedades que afectan a las complicaciones postoperatorias y a los resultados de las ATR. La asociación de diabetes y obesidad afecta negativamente los resultados tras ATR. En un estudio en población coreana (44) sobre 222 ATR los resultados clínicos, medidos mediante la sub-escala clínica de la Sociedad Americana de rodilla (KSS R), tras ATR no ofrecieron diferencias en el grupo de pacientes diabéticos respecto a los no diabéticos. Sin embargo, los pacientes obesos presentaban resultados clínicos peores. Los pacientes diabéticos tenían una incidencia mayor de complicaciones postoperatorias (17.6%) comparados con el grupo control (8.1%) ( $p < 0.005$ ). Complicaciones tales como necrosis cutánea, flictenas, eritema con persistencia de drenaje por la herida eran más frecuentes en el grupo de pacientes diabéticos ( $p < 0.005$ ). La obesidad no influía en la presencia de complicaciones postoperatorias, pero los autores señalan que en su estudio, no incluyeron ningún paciente obeso mórbido y sólo un paciente con obesidad grave. Sea cual sea el tipo de diabetes, los pacientes con una DM descompensada presentan un riesgo incrementado de complicaciones quirúrgicas y sistémicas, una mayor mortalidad y estancia hospitalaria tras una cirugía protésica de extremidades inferiores (45).

### **5-3.2 Complicaciones relacionadas con el grado de obesidad en pacientes obesos intervenidos de artroplastia total de rodilla.**

El grupo de los pacientes obesos mórbidos (IMC >40 Kg/m<sup>2</sup>) parece ser el de mayor riesgo de complicaciones. Winiarsky (46) publicó en 1998 un artículo en el que advertía del riesgo de la cirugía de ATR en este grupo de pacientes. En su estudio sobre 40 pacientes obesos mórbidos intervenidos de ATR un 22% presentaron problemas en la cicatrización de la herida, un 10% desarrollaron infección y un 8% presentaron una lesión del ligamento lateral interno de la rodilla intervenida durante el acto quirúrgico por arrancamiento del ligamento de su inserción tibial. La mayoría de las infecciones se relacionaron con complicaciones precoces de la herida. En el grupo control (1768 prótesis de rodilla en pacientes no obesos mórbidos), no existieron lesiones del ligamento lateral interno, un 2% presentaron problemas con la herida y la infección protésica fue de un 0.6%. Winiarsky atribuye en su trabajo las complicaciones a dificultades en el momento de la cirugía debido a las características especiales de las rodillas de estos pacientes obesos mórbidos. Advierte que las rodillas de estos pacientes presentan mayor dificultad en el acceso quirúrgico, más dificultad en la visualización del campo quirúrgico y que la colocación de la plantilla de corte tibial usando una guía extramedular de tibia es difícil y puede ser el origen de un corte tibial en varo. Las lesiones del ligamento medial se producirían por la necesidad de hiperflexionar la rodilla para obtener una mejor visión del campo operatorio lo que provocaría un desplazamiento de la tibia contra los pliegues de grasa de la cara

posterior del muslo forzando la subluxación anterior de la tibia, esto incrementaría la tensión del ligamento y el riesgo de avulsión. Aconseja reseca de forma precoz los osteofitos (que pueden ocasionar tensión del ligamento lateral interno) y evitar la hiperflexión de la rodilla. Respecto a la alineación de los implantes, advierte de la dificultad que el uso de una guía extramedular de corte tibial tiene en éstos pacientes; la grasa de Hoffa dificulta la colocación de la guía de corte ya que la empuja hacia la parte interior de la rodilla, por lo que recomienda resecarla. Aconseja el autor el uso de guías endomedulares de corte tibial en éstos pacientes para evitar éstas complicaciones ligadas a la dificultad de la exposición. Así mismo aconseja utilizar separadores de campo especiales que faciliten la visión del campo operatorio y la eversión de la rótula para mejorar la visión de la parte lateral de la rodilla.

Respecto al uso de guías endomedulares de rodilla, Rottman (47) en un estudio en el que compara la alineación del componente tibial utilizando una guía de corte intramedular o extramedular, no encuentra diferencias en la correcta colocación de los implantes, aunque aconseja el uso de guías endomedulares en tibia en pacientes obesos por la dificultad que el exceso de tejido graso subcutáneo ocasiona en la correcta alineación de las guías extramedulares.

Krushell (48) analiza los resultados de 39 ATR en obesos mórbidos y los compara con un grupo control de pacientes no obesos. Encuentra que en el grupo de pacientes obesos mórbidos, existía una tendencia a alinear los componentes en un mayor grado de orientación en varo que en el grupo control. En todos los procedimientos se utilizó

una guía endomedular de alineación de la plantilla de corte femoral y una guía extramedular de alineación de la plantilla de corte tibial. El componente femoral se alineaba a 5° de valgo en el grupo de obesidad mórbida frente a una media de 6.5° de valgo en el grupo control ( $p < 0.05$ ); el componente tibial presentaba una alineación de 2.5° de varo frente a 1.0° de varo en el grupo control ( $p < 0.05$ ). En sus conclusiones aconseja también estudiar métodos de alineación más precisa de los componentes en estos pacientes.

Miric (5) analizó si los pacientes con IMC superior a 35 Kg/m<sup>2</sup> tenían mayores probabilidades de presentar una complicación tras la intervención ATR, definiendo como complicación cualquier situación que hiciera necesaria una actuación no prevista sobre el paciente. En el estudio, un 38% de intervenciones del grupo de pacientes con IMC > 35 Kg/m<sup>2</sup> presentaron algún tipo de complicación, sobre un 25% de complicaciones en las intervenciones del grupo de IMC < 35 Kg/m<sup>2</sup> ( $p < 0.002$ ). El estudio fue realizado en 406 pacientes (512 ATR). Aunque existía una tendencia a presentar mayor número de complicaciones en los pacientes con IMC superior a 35 Kg/m<sup>2</sup>, las diferencias no fueron significativas respecto a la presencia de infección, problemas cardíacos, gastrointestinales o a la incidencia de TVP. Sí encontraron una mayor estancia hospitalaria ( $p = 0.03$ ) y una mayor necesidad de ingreso en centros de rehabilitación tras el alta hospitalaria ( $p < 0.0001$ ). Su conclusión era que los valores de corte que definen a los pacientes en grupos de sobrepeso y obesidad no los dividen

de forma precisa en grupos de mayor riesgo de presentar complicaciones postoperatorias precoces.

### **5-3.3 Infección en artroplastia total de rodilla en pacientes obesos.**

Namba (42) llama la atención sobre la alta incidencia de infección tras ATR en pacientes intervenidos con IMC superior a 35 Kg/m<sup>2</sup>. El estudio se basa en una serie de 1813 ATR intervenidas en California entre 2001 y 2002. Un 23% de los pacientes intervenidos presentaban obesidad >35 Kg/m<sup>2</sup> (422 ATR). El riesgo de presentar infección (odds ratio) era 6.7 veces superior en este grupo de pacientes. Estas cifras están en consonancia con los resultados mostrados previamente por Winiarsky (46) en el grupo de pacientes obesos mórbidos. Namba (42) atribuye el mayor riesgo de infección a la dificultad en la exposición del campo quirúrgico, el mayor tiempo quirúrgico, la mala vascularización del tejido graso, y la disminución de la respuesta inmunitaria que presentan los pacientes obesos. En su serie se encontró una tasa significativamente alta de DM en los pacientes obesos graves y mórbidos, pero de los 6 casos en que hubo infección, sólo en un caso existía una enfermedad diabética. Aunque no exista diabetes, la obesidad se asocia con una insulino resistencia e hiperglicemia, condiciones que contribuyen a una pobre función leucocitaria. Al síndrome que asocia obesidad troncular, hábito de vida sedentario e insulino resistencia se le denomina “síndrome metabólico” y “síndrome X”.

Son diversos los estudios que han analizado series largas de artroplastias totales de rodilla buscando factores de riesgo de infección y otras complicaciones. La obesidad y

en concreto el IMC superior a  $40 \text{ kg/m}^2$  ha sido asociada a un mayor riesgo de infección en los estudios de regresión realizados en varios de ellos. Patel (49) en 2007 estudia de forma retrospectiva los factores que predisponen a la infección protésica de rodilla en 1226 ATR, encontrando que la obesidad era el único factor independiente que se asociaba al riesgo de infección. Chesney (50) (2008) encuentra que la diabetes y la obesidad  $\text{IMC} > 40 \text{ Kg/m}^2$  presentan mayores tasas de infección protésica en un estudio sobre 1509 ATR. Pulido (51) en 2008 estudia los factores que se asocian a infección protésica en un estudio prospectivo sobre 9245 pacientes intervenidos de artroplastia total de cadera o de rodilla. Encuentran en un estudio de regresión logística multivariado que la obesidad mórbida, entre otros, es un factor predisponente a la infección protésica, Odds ratio (OR) 3.23 ( $p < 0.001$ ).

Yasunaga (52) en un trabajo realizado en 2009 sobre 3577 ATR en Japón encuentra que las complicaciones postoperatorias se relacionan con el IMC de los pacientes.

Bordini (53) en 2009 estudia 9735 ATR cementadas en 8892 pacientes analizando una base de datos de la región de Emilia-Romana en Italia, entre 2000 y 2005. De las 9735 ATR, 186 se revisaron de forma precoz, 58 por proceso séptico. Hicieron un análisis de regresión en el que no hallaron relación entre el IMC y la presencia de complicaciones o fallo precoz de las prótesis, ni en la presencia de infección protésica. El estudio incluía 172 pacientes obesos mórbidos ( $\text{IMC} > 40 \text{ Kg/m}^2$ ). La estancia hospitalaria, tampoco se veía afectada por el IMC del paciente. Jämsen (54) en 2009 analiza 2647 ATR consecutivas en Finlandia y encuentra que la infección protésica se

relaciona con la complejidad de la cirugía, la comorbilidad asociada y la obesidad. Dowsey (55) en 2009 publica un estudio de 1214 ATR en Australia encontrando que los factores que correlacionan con la infección protésica son la Obesidad Mórbida (OR 8.96) y la diabetes (OR 6.87). Los casos de infección en pacientes diabéticos se asociaban a obesidad. Malinzak (56) en 2009 publica una revisión retrospectiva sobre 8494 artroplastias de cadera y rodilla en la que encuentra que un IMC mayor de 50 kg/m<sup>2</sup> incrementa el riesgo de sufrir infección profunda en un 21.3 (p<0.0001).

Los trabajos citados anteriormente a este estudio y que encontraban mayores complicaciones en pacientes obesos mórbidos en comparación con los pacientes obesos y no obesos, incluían pocos pacientes obesos mórbidos. Krushell (48) estudia 39 pacientes obesos mórbidos, Miric (5) 41 y Winiarsky (46) 40. Los dos primeros autores no realizan análisis multivariados de sus resultados.

## **6. Resultados clínicos y funcionales de las artroplastias totales de rodilla en pacientes obesos.**

Las diversas publicaciones que aparecen en la literatura mostrando los resultados funcionales de series de pacientes obesos intervenidos de ATR muestran resultados dispares (43,46,48,57,58,59,60,61,62). El hecho de que en unos se comparen pacientes obesos con no obesos sin discriminar las diversas categorías de IMC hace que sea necesario detenerse en cada serie para determinar si los datos que reflejan

son comparables. En la tabla 2 mostramos los resultados funcionales que han sido publicados hasta la actualidad.

**TABLA 2.** Resultados funcionales de ATR en pacientes obesos.

\*Los valores de Womac han sido ajustados a 100 siendo 0 el peor y 100 el mejor resultado posible. \*\*Inc: Incremento en los valores de Womac preoperatorios y Postoperatorios.

AUTOR DEL ESTUDIO	NUM. CASOS	PREOP	POSTOP
Winiarsky et al. 1998	50 BMI >40	Kss 31, KSSF 40	KSS 80, KSSF 53
	1700 BMI<40	KSS 65, KSSF 45	KSS 92 KSSF 67
Deshmukh et al.2002	180 Obesos	KSS 23 KSSF 42	KSS 79 KSSF 63
Amin et al. 2006	181 No obesos	KSS 31.3, F 54	Kss 85,8 F 85,1
	147 Obesos	KSS 28'5 F 49'4	KSS 84'1 F 84,6
Hamoui et al	53 No obesos	KSS 95	KSS 193
	30 Obesos	KSS 92	KSS 184
Foran et al (JBJS). 2004	No Obesos 78	KSS 57 F 53	KSS 94 F 78
	Obesos 78	KSS 59 F 51	KSS 90 F 71
Foran et al (JA).2004	30 obesos	KSS 38	KSS 81
	30 control	KSS 42	KSS 89
Spicer et al. 2001	177 BMI 30-35	KSS 31,1 F 26'5	R 77'2 F 64'9
	90 BMI35-40	KSS 33 F21'7	R 77'9 F 65'8
	59 BMI >40	KSS 32'8 F 20'3	R 72'9 F 59'8
	371 BMI < 30	KSS 39'3 F 30'1	R 79'5 F 67'9
Krushell et al. 2007	39 BMI>40	KSS 30 F 31	KSS 91F 44
	39 BMI<30	KSS 34 F 38	KSS 94 F 64
Rajgopal. 2008	481 BMI<40	Womac mejor	Womac mejor, incremento menor
	69 BMI>40	Womac peor	Womac peor,incremento mayor
Stickless. 2001	146 BMI<25	57.0 Womac*	77.5 Womac Inc** 20.6
	304 BMI 25-30	53.7	77.1 Inc 23.4
	241 BMI 35-35	49.9	73.0 Inc 23.1
	149 BMI 35-40	46.8	72.1 Inc 25.3
	92 BMI>40	46.9	73.6 Inc 26.7

## **6.1 Escalas de medición de la función en pacientes afectados de artrosis en la rodilla.**

La variación de la función del paciente tras la intervención se estudia habitualmente mediante los índices de KSS (Knee Society Score) (63) y WOMAC (Western Ontario and Mac Master Universities Osteoarthritis index) (64, 65, 66): El índice de WOMAC consta de 24 apartados con respuestas múltiples agrupadas en 3 categorías: dolor, rigidez y función física. El cuestionario WOMAC es rellenado por el paciente en el preoperatorio y en el postoperatorio. La categorización del índice WOMAC: es: > 38 puntos: malos resultados, entre, 29-38 puntos,: aceptable; entre, 15-28:puntos, bueno; entre, 0-14 puntos excelente (63). La otra escala utilizada para estudiar la variación de la función del paciente respecto al preoperatorio es la escala de la Sociedad Americana de la Rodilla (KSS) con su dos subescalas, Rodilla (KSSR) y Función (KSSF) (Categorización KSS: excelente 100-85 puntos, buen resultado: 84-70 puntos, aceptable:69-60 puntos, menor 60 puntos: malos resultados) (63)

De las 10 series publicadas (Tabla 2) en 8 la valoración preoperatoria y postoperatoria se ha realizado con el cuestionario KSS y sólo en dos series aparece el cuestionario WOMAC como valoración de los resultados funcionales. (57,62).

## **6.2 Resultados clínico funcionales tras artroplastia total de rodilla en los trabajos publicados.**

Los resultados obtenidos por los pacientes en las diversas publicaciones, varían según sea la población obesa estudiada y el tipo de estudio realizado. Las series que presentan un mayor número de pacientes obesos mórbidos entre su población a estudio, muestran resultados clínicos y funcionales peores comparados con los pacientes no obesos. Winiarsky (46) encuentra diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.00005$ ) cuando compara los resultados obtenidos tras artroplastia total de rodilla comparando pacientes obesos mórbidos con pacientes que no lo eran, favorables al grupo de pacientes sin obesidad mórbida. Los pacientes obesos mórbidos partían de valores en la escala de KSS peores que el grupo control (KSSR 31 KSS F 40 frente a KSS 65 KSSF 45), y alcanzan puntuaciones más bajas a los 5 años de la artroplastia (KSSR 80, KSSF 53) respecto a los pacientes sin obesidad mórbida (KSSR 92, KSSF 67). El autor destaca que funcionalmente el paciente obeso mórbido se comporta peor, ya que normalmente tiene su nivel de actividad funcional disminuido (67). Spicer (58) en 2001 publica un artículo en el que además de revisar una amplia serie de pacientes obesos (326 ATR) comparándolos con una cohorte de pacientes no obesos, presenta los resultados categorizados según el IMC de los pacientes (según la clasificación de la OMS). Con un seguimiento medio de 75.9 meses no encuentra diferencias entre los resultados obtenidos por los pacientes sea cual sea su nivel de IMC comparados con el grupo control. Esta ausencia de

diferencias, se da incluso cuando se analiza el incremento de la puntuación entre el pre y el postoperatorio. Los pacientes obesos mórbidos, obtienen puntuaciones más bajas en el postoperatorio, pero al analizar el incremento respecto a los valores preoperatorios, no hay diferencias con el grupo control. Foran (60, 61) en dos estudios de 2004 estudia una población de obesos intervenidos mediante ATR y los compara con otra población de pacientes no obesos. En un estudio (60) analiza los resultados a 7 años de 78 ATR cementadas en pacientes obesos frente a una cohorte control de pacientes no obesos. Encuentra que los resultados funcionales son peores, medidos mediante la escala de KSS en el grupo de pacientes obesos. En especial, el grupo de pacientes obesos mórbidos obtiene peores resultados que el resto de pacientes. En su serie, los pacientes obesos y no obesos parten de valores clínicos y funcionales similares (no hay diferencias significativas en los valores de KSSR ni KSSF) preoperatorios. En el postoperatorio, los pacientes no obesos alcanzan puntuaciones mayores (ver tabla 2). Si se estudia el incremento respecto al preoperatorio, los pacientes no obesos obtienen un incremento mayor que los obesos en la escala KSSR. En otro estudio (61) analiza 30 ATR no cementadas con un seguimiento a 15 años. No existían diferencias preoperatorias en cuanto a grado de afectación funcional (estudio de casos/control). En el seguimiento final, los pacientes no obesos alcanzan un resultado en la escala de KSSR mejor (89 puntos) que los pacientes obesos (KSSR 81 puntos). Amin (59) realiza un estudio prospectivo publicado en 2006 en el que estudia los resultados a 5 años de 370 ATR consecutivas. Realiza un análisis de los resultados en función del grado de obesidad de los pacientes medido por el IMC. No

encuentra diferencias significativas en los resultados obtenidos por los pacientes medidos por la escalas de KSSR y KSSF. Tampoco encuentra diferencia en los resultados si los analiza en función del peso. Los pacientes no obesos parten de valores preoperatorios superiores a los obesos cuando se analizan en función de su IMC, no así cuando se analizan en función únicamente del peso. Hannoui (68) tampoco encuentra diferencias a 11 años en las puntuaciones del KSS entre un grupo de obesos (30 ATR) y un grupo control de no obesos (53 ATR).

En 2001 Stickles (57) y en 2007 Rajgopal (62) publican dos artículos que analizan los resultados obtenidos por pacientes obesos tras ATR en función de la puntuación obtenida en la escala WOMAC. En ambos estudios se analizan los resultados obtenidos tanto en valor absoluto como estudiando el incremento de la puntuación teniendo en cuenta los valores preoperatorios y los postoperatorios. Stickles (57) encuentra una relación inversa entre el valor del IMC y los resultados de WOMAC al año, pero si se analiza el incremento respecto a los valores preoperatorios, no existen diferencias significativas. Los valores de WOMAC preoperatorio son peores conforme se incrementa el IMC, siendo los resultados postoperatorios también peores conforme el IMC es más alto. Al partir los pacientes obesos de valores peores que los no obesos, al analizar el incremento en la puntuación de ambos grupos, no existen diferencias, lo que indica que los pacientes obesos han mejorado más que los no obesos. Nuevamente el hecho de que los pacientes con mayor nivel de IMC tengan una función más reducida que los pacientes con niveles de IMC menores es la

explicación de ésta diferencia según los autores. Rajgopal (62) en 2007 confirma los resultados de Stickles (57) en un estudio en Canadá en el que divide a los pacientes en obesos mórbidos (69) y pacientes no obesos mórbidos (481). Los pacientes obesos mórbidos alcanzan resultados de WOMAC peores, pero el estudio del incremento en la puntuación no muestra diferencias respecto a los pacientes no obesos mórbidos, presentando valores de incremento superiores los pacientes con mayor IMC. (tabla 2).

Recientemente Jackson (69) en 2009, publica un estudio en el que compara los resultados tras ATR no cementada, de un grupo de pacientes obesos (152) con pacientes no obesos (382) y con un seguimiento medio de 9.2 años. Hace un estudio de casos control con 50 pacientes de cada grupo y encuentra que la mejoría obtenida medida mediante la escala de KSS es menor en el grupo de pacientes obesos.

Núñez analiza en 2007 (70) y 2009 (71) los factores que influyen en resultados funcionales peores tras artroplastia total de rodilla. En los estudios de seguimiento de 3 y 7 años, respectivamente, encuentra que los resultados medidos mediante la escala de WOMAC y en especial la dimensión que mide el dolor son peores en pacientes obesos graves ( $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ ) en comparación con los no obesos. También objetiva que si el paciente ha presentado complicaciones postoperatorias, los resultados medidos mediante la escala de WOMAC son peores (71).

## **7. Supervivencia de los implantes protésicos.**

Existen escasos estudios que midan la supervivencia de los implantes a largo plazo. La mayoría de autores, definen la supervivencia como ausencia de necesidad de revisión de los implantes protésicos (por mal resultado clínico, por aflojamiento de los implantes y/o por infección), siendo el punto final de la supervivencia la extracción o el recambio de los componentes protésicos. Los análisis de supervivencia se realizan en todos los casos mediante curvas de supervivencia de Kaplan-Meier.

Spicer (58) al estudiar la supervivencia de los implantes, no aprecia diferencias en cuanto a la necesidad de recambio protésico entre los pacientes obesos y los no obesos. Los estudios de supervivencia realizados por el autor no mostraron diferencias entre pacientes obesos (98.1%) y no obesos (99.9%) a 6 años ni a 10 años (97.2% y 95.5% respectivamente)

Vázquez-Vela (72) muestra en 2003 que la supervivencia a 10 años de los implantes se ve afectada según estudiemos a la población en función del sexo, la edad y el IMC. Así, de forma global la supervivencia de los implantes a 10 años era de un 97%. Separando a los pacientes por peso, en los obesos la supervivencia descendía a un 92.7%, mientras que en los no obesos era de un 98.5%  $p=0.0015$ ). Si se estudiaban los pacientes más jóvenes de la serie (<60 años) la supervivencia a 10 años de los implantes en obesos era de un 59.5% (en comparación con el 88.6% de los no obesos del mismo grupo de edad), y en los varones de éste grupo la supervivencia era de sólo un 35.7% a 10 años.

Foran (60) encuentra en 2004 que la supervivencia del implante (necesidad de revisión de la artroplastia) cementado es menor en el grupo de pacientes obesos, a partir de los 60-80 meses de seguimiento. El mismo autor publica en otro artículo los resultados de supervivencia de artroplastias no cementadas (61) de rodilla encontrando que la supervivencia de las prótesis disminuye en el grupo de pacientes obesos a partir de los 14 años desde el implante de la prótesis.

Los estudios de supervivencia de Jackson (69) en 2009 no muestran diferencias significativas entre los grupos siendo del 96.4% en el grupo de pacientes obesos y de 98% en el grupo de pacientes no obesos.

## **8 .Obesidad y actividad física.**

### **8.1 Actividad física tras artroplastia total de rodilla en el paciente obeso.**

Un aspecto recogido en la literatura es la variación de la actividad física del paciente obeso tras ser intervenido de ATR. McClung (67) en 2000 estudia el nivel de actividad física en pacientes sin sustitución articular y en pacientes con prótesis total de rodilla. Encuentra que los pacientes con mayor IMC operados de ATR presentan un nivel de actividad física menor que los pacientes operados de ATR con IMC más bajo y que los pacientes no operados de ATR. Esta circunstancia explicaría según el autor que exista una menor demanda física de la prótesis de rodilla y se compense el exceso de carga que ha de soportar el implante y por consiguiente disminuya el teórico riesgo de aflojamiento del mismo.

## **8.2. Variación de peso tras artroplastia total de rodilla.**

Esta menor actividad física del paciente tras PTR hace que no exista un descenso de peso tras la intervención de PTR, como han confirmado otros autores. Contra la creencia de que el exceso de peso que presentan los pacientes obesos afectados de artrosis es debido a una restricción de la actividad física inducida por el dolor articular los trabajos de diversos autores demuestran lo contrario. Booth (73) en 2002 estudia qué porcentaje de pacientes obesos reduce su peso tras ATR encontrando que esto sólo ocurre en un 18% de ellos. Heisel (74) en 2005 sobre un estudio prospectivo de 100 pacientes intervenidos de ATR y ATC encuentra que tanto unos como otros incrementan su peso tras la intervención de artroplastia, siendo el grupo más joven el que más peso gana. Esto lleva a pensar que la obesidad ha de ser tratada como una enfermedad independiente no relacionada con la inactividad en los pacientes que presentan artrosis. En 2008 Lachiewicz (75) estudia el cambio de actividad física y del peso de 188 pacientes con sobrepeso u obesidad intervenidos de artroplastia total de rodilla durante un período de seguimiento de 2 años. En cuanto al peso a los dos años de la intervención de artroplastia total de rodilla, encuentra que un 17% perdieron peso (> 5% peso corporal), un 60% mantuvieron el mismo peso y un 23% aumentaron su peso respecto al preoperatorio. Estos datos no mostraron significación estadística. El IMC, se incrementó en  $0.46 \text{ Kg/m}^2$  respecto al preoperatorio ( $p=0.049$ ). Los autores comentan que el IMC podía verse incrementado por el hecho de la pérdida de altura

que apreciaron en un 39% de los pacientes a los dos años de la intervención, más que por un aumento de peso de los pacientes. El nivel de actividad física se incrementó respecto al preoperatorio ( $p < 0.001$ ). Los autores señalan que pese al aumento de la actividad física encontrada, los pacientes no perdieron peso de forma significativa.

Este incremento de actividad encontrado, contradice los hallazgos previamente descritos por McClung. (67)

Dowsey (76) en 2010 publica una serie en la que un 12.6% de los pacientes obesos intervenidos de ATR habían tenido una pérdida mayor o igual a un 5% del peso corporal, pero un 21% habían incrementado su peso tras la intervención de ATR.

### **9. Antropometría y artrosis de rodilla.**

El IMC se usa para identificar a pacientes en los que la cirugía protésica pudiera resultar más difícil y pudieran tener mayores dificultades postoperatorias. No todos los autores encuentran diferencias según el IMC respecto a las dificultades quirúrgicas, las complicaciones y los resultados obtenidos tras la intervención (43,57). Muchos pacientes con IMC elevados no presentan mayores dificultades quirúrgicas que el resto de la población (70, 71). El problema está generalmente localizado en el perfil antropométrico que presenta el paciente obeso con respecto a la distribución de la grasa corporal: en algunos pacientes la grasa se acumula en el tronco, mientras que en otros la distribución es uniforme afectando a las extremidades inferiores (2,13, 73). En otras disciplinas de la medicina, el estudio

de la diferente antropometría de los pacientes se emplea para discriminar grupos de riesgo. Así, en patología cardiovascular se emplea un índice que relaciona el perímetro de la cintura y de la cadera como predictor del riesgo cardiovascular más que el IMC (77). En España en 2008 se realizó un estudio del perfil antropométrico de la población femenina (78), creándose una clasificación según la distribución de la grasa corporal. Los distintos tipos antropométricos se denominaban: campana, diábolo y cilindro, según la distribución de la grasa fuera uniforme o se acumulara en tronco o caderas. Anteriormente, la clasificación aceptada era la que dividía a los pacientes obesos en un patrón troncular (símil “manzana”) o localizado en las caderas y extremidades inferiores (símil “pera”).

#### **10. Cirugía Bariátrica y artroplastia total de rodilla.**

La reducción significativa de peso antes de la realización de la artroplastia, es un enfoque en el tratamiento del paciente obeso mórbido. La reducción de peso mejoraría la capacidad funcional del paciente, y reduciría la presencia de complicaciones. Parvizi (79) presenta el resultado de 20 ATR y ATC realizadas con posterioridad a una intervención de cirugía bariátrica en pacientes obesos mórbidos. Los pacientes pasaron de tener una media de  $49 \text{ Kg/m}^2$  antes de la intervención de cirugía bariátrica a  $29 \text{ Kg/m}^2$  en el momento de realizar la artroplastia. Tras la artroplastia y en el seguimiento final, todos los pacientes menos uno mantenían la pérdida de peso, siendo la media de IMC de  $31.5 \text{ Kg/m}^2$ . Entre la cirugía bariátrica y la artroplastia

transcurrieron 23 meses de media. El seguimiento medio fue de 3.7 años. Los pacientes pasaron de una media de KSS de 103.6 preoperatorio a una media de 148.9 puntos en el postoperatorio. Todos los pacientes presentaban un grado de satisfacción con la operación elevado, excepto un paciente que presentaba dolor femoropatelar. Dos pacientes presentaron TVP, un paciente presentó una infección superficial de una prótesis de cadera y un paciente desarrolló una insuficiencia renal aguda. En el tiempo de seguimiento, no se observaron aflojamientos ni necesidad de reintervención por problemas con los implantes protésicos.



## **Hipótesis**

La obesidad grave y mórbida, obliga a modificar la técnica quirúrgica convencional de la artroplastia total de rodilla.

## **Objetivos**

1-Determinar si el uso de una guía de alineación endomedular tibial facilita la cirugía de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos.

2- Determinar si la morfología de la rodilla se relaciona con una mayor dificultad quirúrgica en la intervención de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos.

Para la realización de esta tesis doctoral, se han publicado dos artículos en la revista **“Obesity Surgery”** con un factor de Impacto de 2.913. Primer Cuartil. Categoría Cirugía.

### **-Objetivo 1:**

Lozano LM, Segur JM, Maculé F, Núñez M, Torner P, Castillo F, Suso S

**“Intramedullary versus extramedullary tibial cutting guide in severely obese**

**patients undergoing total knee replacement: a randomized study of 70 patients with body mass index >35 kg/m<sup>2</sup>**". *Obes Surg.* 2008 Dec; 18 (12):1599-604.

**-Objetivo 2:**

Lozano LM, Núñez M, Segur JM, Maculé F, Sastre S, Núñez E, Suso S. **"Relationship between knee anthropometry and surgical time in total knee arthroplasty in severely and morbidly obese patients: a new prognostic index of surgical difficulty"**. *Obes Surg.* 2008 Sep; 18 (9):1149-53.

**OBJETIVO 1:**

-Determinar si el uso de una guía de alineación endomedular tibial facilita la cirugía de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos.

**Pacientes y Métodos.**

Sobre un total de 500 pacientes intervenidos en el período de Enero a Septiembre de 2006 de ATR en nuestra Unidad de Rodilla del Hospital Clínic de Barcelona, se recogieron los datos de los pacientes con IMC > 35kg/m<sup>2</sup>. Formaron este subgrupo 70 pacientes, lo que supuso un 12% de los pacientes intervenidos de ATR primaria. Todos ellos fueron introducidos en el estudio. Presentaban una media de edad de 67.74 años, siendo 60 mujeres y 10 varones. El IMC medio era de 39.95kg/m<sup>2</sup> (IC95%: 39,06 - 40,84). Tras la intervención, los pacientes entraron en el protocolo de

seguimiento específico de ATR durante su estancia hospitalaria y se realizaron controles postoperatorios periódicos una vez dados de alta, al quinto día de la intervención (80, 81) Se realizó el estudio de forma prospectiva y aleatorizada. Establecimos dos grupos dentro de los pacientes que programamos para colocación de una ATR en nuestra unidad. Un primer grupo estaba formado por pacientes obesos graves y mórbidos, a los que se les implantó el componente tibial utilizando la ayuda de una guía intramedular de corte tibial (grupo 1, n=31), y un segundo grupo formado por pacientes también obesos, a los que se les implantó el componente tibial utilizando la ayuda de una guía extramedular de corte tibial (grupo 2, n= 39). En los dos grupos, el componente femoral se orientó utilizando una guía endomedular de corte femoral como es práctica habitual. La aleatorización de la utilización de un tipo de guía tibial u otro, y por lo tanto la inclusión de un paciente en uno de los grupos de estudio, se realiza en el momento de la cirugía. Dependiendo de que el número de su historia clínica sea par o impar se usó un tipo de guía de corte u otro. La intervención fue llevada a cabo por los cirujanos de la unidad de rodilla, con experiencia en la utilización del modelo protésico implantado y de ambos tipos de guía de corte tibial. Se realizó la intervención siguiendo un mismo protocolo quirúrgico en todos los pacientes, diferenciándose los dos grupos sólo en la utilización de una guía endomedular o extramedular para orientar el corte tibial. Los criterios de exclusión respecto a la utilización de la guía endomedular eran la existencia de deformidades en los planos frontal y/o sagital de la tibia y la existencia de fracturas diafisarias de tibia previas. El modelo de prótesis utilizado en todos los casos fue Profix (Smith&Nephew) con

vástago tibial de 16mm de anchura y 47mm de longitud. Se realizó en todos los pacientes la medición radiográfica preoperatoria de los ángulos tibial y femoral en proyecciones anteroposterior (AP) y lateral de rodilla y del eje mecánico de la extremidad, en la telemetría en carga. En el postoperatorio se midió la orientación del componente tibial en el plano coronal y en el sagital en las mismas proyecciones que en el preoperatorio.

Los criterios de normalidad en la orientación de los componentes fueron: AP fémur  $90^{\circ} \pm 6$ , AP tibia  $90^{\circ} \pm 4$ , eje mecánico  $0^{\circ} \pm 5$ . Consideramos que en el postoperatorio, el valor de la pendiente posterior del componente tibial va a depender de la plantilla de corte que hayamos empleado ( $0^{\circ}$  o  $4^{\circ}$ ). Como criterio de normalidad hemos tomado  $0^{\circ}$  a  $6^{\circ}$  de pendiente posterior.

Se determinó el tiempo de isquemia -medido desde el inflado del manguito neumático hasta su liberación, una vez cementados los componentes- y el tiempo total de intervención, hasta el cierre cutáneo. Determinamos también el número de cirujanos que participan en la intervención. Registramos la existencia de complicaciones y dificultades peroperatorias. Utilizamos el t-test para dos muestras independientes para calcular la significación estadística.

### **Resultados:**

Los dos grupos eran equiparables en cuanto a edad, IMC y grado de deformidad previa (Tabla 3). La media de edad era de 69.35 en el grupo 1 (guía endomedular) y

de 70.06 en el grupo 2 (guía extramedular). El IMC medio, nos mostró que nuestros pacientes obesos se pueden enmarcar en un grupo que está cercano a ser calificado dentro de la obesidad mórbida; el grupo 1 presentaba un IMC medio de 39.84 kg/m<sup>2</sup> y en el grupo 2 el IMC medio era 40.05 kg/m<sup>2</sup>.

**TABLA 3.** Objetivo 1. Características basales de los IMC: Índice de masa corporal. DE: desviación estándar. N: número. pacientes.

TIPO DE GUIA	endomedular	Extramedular	p
	n=31	n=39	
IMC: Media (DE)	39,84 (3,64)	40,05 (3,86)	0,819
- Clase III (35-39.9): n (%)	18 (58,1%)	21 (53,8%)	0.456
- Clase IV (>40): n (%)	13 (41,9%)	18 (46,2%)	
edad: Media (DE)	69,35 (7,97)	70,06 (8,11)	0,714
Sexo: n (%)			
- Mujeres	28 (90,32)	32 (82,05)	0,326
- Hombres	3 (9,68)	7 (17,95)	

Predominaba la deformidad previa en varo aunque existían casos de valgo marcado.

El eje mecánico preoperatorio en el grupo 1, oscilaba entre los 14 grados de valgo en el eje mecánico y los 18 grados de varo. En el grupo 2, el eje mecánico preoperatorio se situaba entre los 10 grados de valgo y los 20 grados de varo (tabla 4).

**TABLA 4.** Mediciones radiográficas preoperatorias. N: número de casos. DE: desviación estandar.IC(95%): intervalo de confianza. APFEMPRE: eje anatómico fémur preoperatorio. APTPRE: eje anatómico tibial preoperatorio. PTIBIAPRE: ángulo de inclinación superficie tibial en el plano sagital preoperatorio. EJEPRE: eje mecánico de la extremidad preoperatorio. Los valores del eje mecánico negativos indican desviación en valgo. Los valores positivos desviación en varo.

		N	Media	DE	IC (95%)		Mínimo	Máximo	P
APFEMPRE	endomedular	31	97,48	2,719	96,49	98,48	90	102	
	extramedular	39	96,9	3,283	95,83	97,96	88	104	
	Total	70	97,16	3,039	96,43	97,88	88	104	0,427
APTPRE	endomedular	31	87,68	3,97	86,22	89,13	80	100	
	extramedular	39	86,64	3,513	85,5	87,78	80	100	
	Total	70	87,1	3,731	86,21	87,99	80	100	0,251
PTIBIAPRE	endomedular	30	86,07	3,258	84,85	87,28	78	94	
	extramedular	38	86,58	3,326	85,49	87,67	80	100	
	Total	68	86,35	3,282	85,56	87,15	78	100	0,527
EJEPRE	endomedular	31	8,84	7,372	6,13	11,54	-14	18	
	extramedular	39	9,21	6,526	7,09	11,32	-10	20	
	Total	70	9,04	6,864	7,41	10,68	-14	20	0,826

La inclinación de la superficie tibial en el preoperatorio en el grupo 1 era, en el plano frontal de 87.68° de media (los valores oscilaban entre 80° y 100°) y en el plano sagital de 86.07° (valores entre 78° y 94°). En el grupo 2, los valores de inclinación de la superficie tibial en el plano frontal y sagital eran de 86.64° (los valores oscilaban entre 80° y 100°) y de 86.58° (valores entre 80° y 100°) respectivamente. Los ángulos de inclinación femoral y tibial en el plano frontal así como los de la pendiente posterior tibial y eje mecánico de la extremidad en el preoperatorio y en el postoperatorio se muestran en las tablas 4 y 5 así como en las figuras 1 y 2.

**TABLA 5.** Mediciones radiográficas postoperatorias. N: número de casos. DE: desviación estándar. IC 95%): intervalo de confianza. APFEMPOST: eje anatómico del fémur postoperatorio. APTIBIAPOST: eje anatómico tibial postoperatorio. PTIBIAPOST: ángulo de inclinación superficie tibial en el plano sagital preoperatorio.

		N	Media	DE	IC (95%)		Mínimo	Máximo	P
APFEMPOST	endomedular	31	96,26	2,503	95,34	97,18	88	100	
	extramedular	38	95,79	1,933	95,15	96,42	92	100	
	Total	69	96	2,203	95,47	96,53	88	100	0,383
APTIBIAPOST	endomedular	31	89,45	1,895	88,76	90,15	86	95	
	extramedular	38	89,37	1,683	88,82	89,92	85	94	
	Total	69	89,41	1,768	88,98	89,83	85	95	0,848
PTIBIAPOST	endomedular	31	88,52	1,947	87,8	89,23	84	90	
	extramedular	38	87,82	2,415	87,02	88,61	84	90	
	Total	69	88,13	2,229	87,59	88,67	84	90	0,196

**FIGURA 1.** Valores radiográficos preoperatorios.

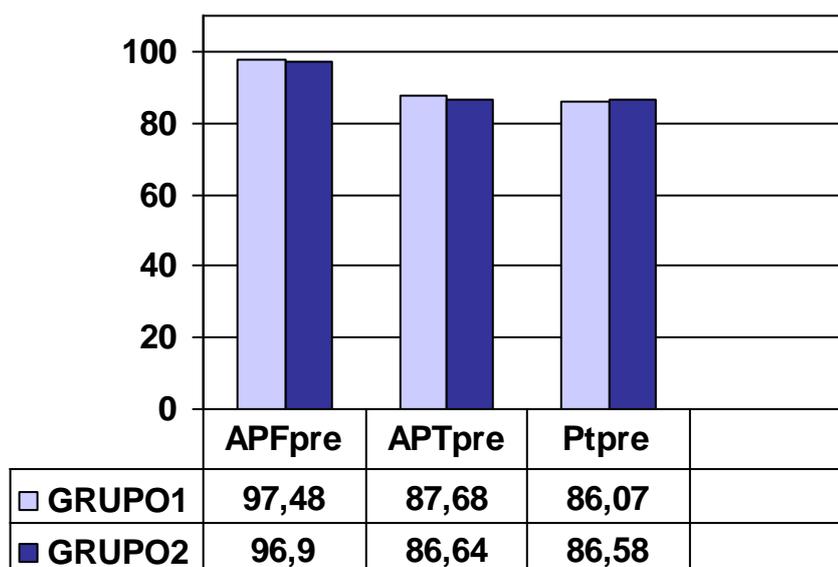
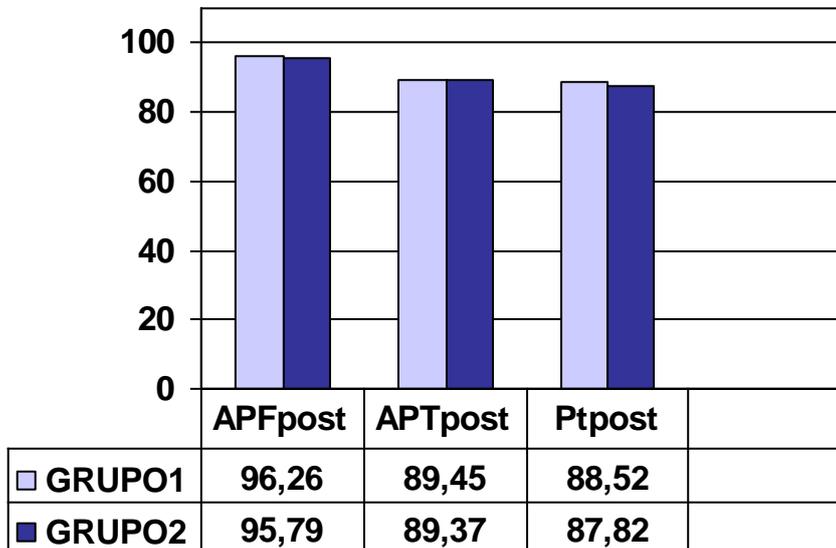


FIGURA 2. Valores radiográficos postoperatorios



La orientación del fémur en el plano frontal y de la tibia en los planos frontal y sagital, tras la intervención se encontraron dentro de la normalidad ( $90^\circ \pm 5^\circ$  en eje anatómico de fémur y tibia en el plano frontal, y entre  $84^\circ$ - $90^\circ$  de inclinación posterior de tibia en el plano sagital en ambos grupos. En el grupo 1 la inclinación del componente tibial en el plano frontal fue de  $89.45^\circ$  de media con un intervalo de confianza (IC) del 95% entre  $88.76^\circ$  y  $90.15^\circ$ . En el plano sagital la inclinación de la tibia era de  $88,52^\circ$  de media con un IC 95% de  $87,80^\circ$  a  $89,23^\circ$ . En el grupo 2 la inclinación del componente tibial en el plano frontal fue de  $89.37^\circ$  de media con un intervalo de confianza (IC) del 95% entre  $88.82^\circ$  y  $89.92^\circ$ . En el plano sagital la inclinación de la tibia era de  $87.82^\circ$  de media con un IC 95% de  $87,02^\circ$  a  $88.61^\circ$ . En ninguna de las mediciones realizadas se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la orientación radiográfica del componente tibial en los dos planos analizados.

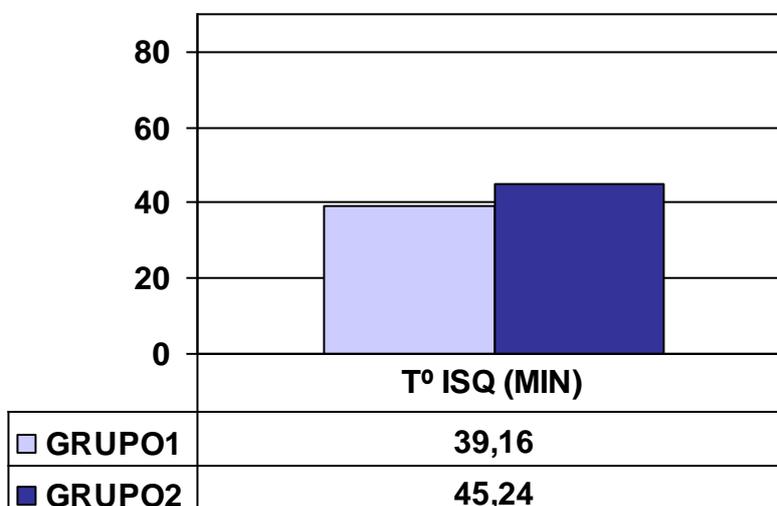
En ambos grupos, la intervención fue realizada por un cirujano especialista integrante de la Unidad de Rodilla, contando con un número variable de cirujanos ayudantes durante la intervención. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de cirujanos que participaron en la intervención en los dos grupos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, en el tiempo de isquemia registrado, que fue superior en el grupo 2, en el que se utilizó la guía extramedular de corte tibial (45.24 minutos de media) respecto al grupo 1 en el que se empleó la guía endomedular de corte tibial (39.16 minutos) ( $p=0.038$ ). Tabla 6 y Figura 3.

**TABLA 6.** Tiempo de isquemia. N: número de casos. Media: tiempo medio expresado en minutos. DE: desviación estandar

	TIPO GUIA	N	Media	DE	p
ISQUEMIA	endomedular	31	39,16	9,99	0,038*
	extramedular	38	45,24	13,186	

**FIGURA 3.** Valores de tiempo de isquemia medio.



**OBJETIVO 2:**

Determinar si la morfología de la rodilla se relaciona con una mayor dificultad quirúrgica en la intervención de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos .

**Pacientes y métodos.**

Se han estudiado prospectivamente 100 pacientes consecutivos diagnosticados de artrosis de rodilla con IMC igual o superior a 35 kg/m<sup>2</sup> (5,83), intervenidos de ATR en el período entre Noviembre de 2005 y Noviembre de 2006 en la Sección de Rodilla del Hospital Clínic de Barcelona. Se excluyeron del estudio los pacientes que presentaban deformidades angulares de la rodilla a intervenir superiores a 16º en el plano frontal y/o lateral. La medición radiográfica del eje de la extremidad se realizó en la proyección telemétrica anteroposterior en bipedestación de extremidades inferiores mediante un goniómetro,

Los valores de IMC se obtuvieron de la hoja de recogida de datos de la visita pre anestésica realizada dos semanas antes de la intervención, en la que se determinaron el peso y la talla del paciente y se aplicó la fórmula  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{altura (metros)}^2$  (34,57)

Se determinó el tiempo de isquemia, medido desde el inflado del manguito neumático momentos antes de iniciar la intervención quirúrgica, hasta su liberación una vez cementados los componentes para realizar hemostasia. (82)

Antes de la intervención quirúrgica se determinaron los perímetros suprapatelar - determinado en los 4cm proximales del polo superior de la rótula-, infrapatelar – medido sobre la tuberosidad tibial anterior (TTA)- y la longitud de la extremidad a intervenir medida desde la cresta iliaca ántero superior hasta el centro de la cara anterior de la articulación del tobillo (Fig 4).

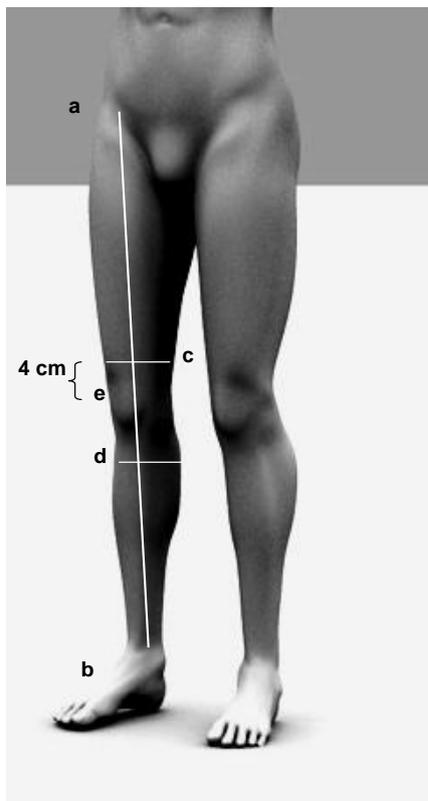


Fig.4 Determinación de los diámetros de la rodilla. a: espina iliaca antero superior; b: centro del tobillo; c: punto de medición del diámetro suprapatelar; d: tuberosidad tibial anterior; e: polo superior de rótula

Se utilizó una misma cinta métrica flexible y no elástica, calibrada en centímetros, para todas las mediciones realizadas. Para calcular los índices antropométricos de la rodilla se realizó el cociente entre la longitud de la extremidad y cada uno de los dos perímetros determinados ( suprapatelar e infrapatelar), así como el cociente entre los perímetros suprapatelar e

infrapatelar. Se obtuvieron de esta manera, tres índices morfológicos de cada rodilla a intervenir, a los que hemos llamado índice suprapatelar, índice infrapatelar e índice supra/infrapatelar respectivamente.

La intervención quirúrgica se realizó utilizando la misma técnica quirúrgica por uno de los cirujanos especialistas de la sección de rodilla (LL), utilizando un mismo modelo

protésico en todos los casos, con implantes cementados (Profix; Smith&Nephew. Inc. Memphis, TN).

### **Análisis Estadístico**

Se calculó la media y la desviación estándar para las variables continuas, porcentajes para las categóricas. Para estudiar la correlación entre dos variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y para la comparación de una variable cuantitativa con una cualitativa de dos o más categorías se utilizó el test de la varianza (ANOVA) de 1 factor. Se utilizaron un nivel de significación de 0.05 para todas las comparaciones y un intervalo de confianza del 95%

### **Resultados**

La distribución por sexos mostró un predominio de mujeres, 87 mujeres frente a 13 varones. La media de edad fue de 70.43 años (SD +/- 7.73). El IMC medio fue de 39.81 kg/m<sup>2</sup> (SD +/- 3.75) La distribución según grado de obesidad fue de un 58% de obesos Clase II (IMC 35 kg/m<sup>2</sup> -39,99 kg/m<sup>2</sup>) y un 42% de obesos Clase III (IMC ≥ 40 kg/m<sup>2</sup>)

El tiempo de isquemia medio de las intervenciones fue de 41.67 minutos (SD +/- 9.26).

Los valores medios de los índices antropométricos de la rodilla intervenida fueron:

Índice suprapatelar 1.63 (SD +/- 0.17), Índice infrapatelar 1.99 (SD +/- 0.21), Índice supra/ infrapatelar 1.22 (SD +/- 0.08).

No se encontró correlación entre el IMC y el tiempo de isquemia. Si separáramos el IMC por debajo o por encima de  $40\text{kg/m}^2$ , aunque existían diferencias entre los dos grupos, éstas no fueron significativas ni se correlacionaron con el tiempo de isquemia:

$<39.99\text{ kg/m}^2$ . Tiempo de isquemia 40.34 minutos (SD $\pm$  8.77)

$>40.00\text{ kg/m}^2$ . Tiempo de isquemia 43.27 minutos (SD $\pm$  9.78).

Realizando la misma comparación entre los pacientes con valor de IMC  $<$  de  $44,99\text{ kg/m}^2$  y  $\geq 45\text{ kg/m}^2$  el resultado fue similar al anterior:

Tiempo de isquemia 41,08 minutos  $\pm$  9,04 para los pacientes con IM  $<44,99\text{ kg/m}^2$

Tiempo de isquemia 45,70 minutos  $\pm$  10,68 para los pacientes con IMC  $\geq 40\text{ kg/m}^2$

No se encontró correlación estadísticamente significativa entre el tiempo de isquemia y el índice infrapatelar ni entre el tiempo de isquemia y el índice supra/infrapatelar.

Sí se halló, en cambio, una correlación negativa, estadísticamente significativa, entre el índice suprapatelar y el tiempo de isquemia ( $p < 0.038$ ).

Conforme el índice suprapatelar disminuía el tiempo de isquemia se incrementaba. En nuestra serie, por debajo de un índice suprapatelar de 1.6 el tiempo de isquemia aumentó de forma significativa (Figura 5).

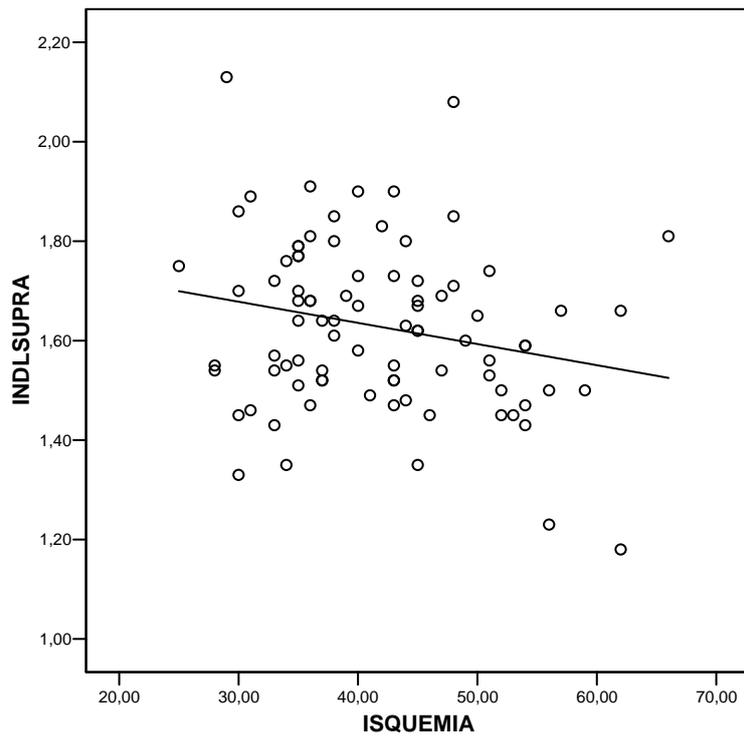


Figura 5. Correlación entre el tiempo de isquemia y el índice suprapatelar.

## Discusión

La práctica clínica nos está mostrando que cuando programamos un paciente para intervenir de ATR, el IMC nos va a identificar un grupo de individuos en los que se pueden presentar dificultades. Estas pueden aparecer en el momento de la anestesia, en la cirugía, en el postoperatorio inmediato y en la supervivencia de la prótesis implantada. Tal como ya han señalado otros autores (5, 38, 46, 58), un paciente con IMC elevado presenta más comorbilidades y más incidencia de complicaciones postoperatorias. La técnica anestésica es más difícil puesto que la obesidad dificulta tanto la realización de la anestesia raquídea, como el comportamiento del paciente durante la intervención (58). La realización de bloqueos periféricos para el mejor control analgésico del postoperatorio también puede verse dificultado por las características morfológicas de la extremidad. No todos los pacientes obesos, definidos por un IMC elevado presentan las mismas características morfológicas en la extremidad a intervenir y por tanto han de presentar una dificultad operatoria mayor que la de otros pacientes no obesos. Winiarsky (46) fue el primer autor en describir las dificultades operatorias que pueden presentar estos pacientes, tales como arrancamientos del LLI por el uso de los separadores, incorrecta colocación de las guías de corte tibial con una mala orientación del implante tibial, mayor incidencia de infecciones superficiales por lesión de las partes blandas, mayor incidencia de infecciones profundas por tiempos quirúrgicos más prolongados. Sugería que alguna de las complicaciones peroperatorias, podrían ser reducidas utilizando guías

endomedulares en la tibia que a la vez, ayudarían a realizar correctamente el corte tibial, y por consiguiente a orientar correctamente el implante.

En nuestra experiencia, el IMC no es el único parámetro que nos determinará la dificultad operatoria. Las características morfológicas y antropométricas de la extremidad a intervenir, son las que dificultarán la operación (Figura 6). Así, tal como se hace en cirugía mínimamente invasiva de rodilla, es conveniente determinar el diámetro de la rodilla en la zona suprapatelar y de la TTA y relacionarlo con la longitud de la extremidad para poder predecir una mayor o menor dificultad durante la intervención



Figura 6. Características morfológicas de la rodilla de un paciente obeso mórbido

Las complicaciones postoperatorias locales y generales así como los resultados (“outcomes”) de las artroplastias sí se ven influenciados por el IMC, más que por las características morfológicas de la extremidad (58, 60, 61).

Nuestro protocolo quirúrgico en éste tipo de pacientes obesos, tiene en cuenta la necesidad de disponer de una serie de ayudas que faciliten la intervención a realizar. La mesa quirúrgica ha de soportar el peso elevado que presentan estos pacientes (mesas para cirugía de obesidad mórbida); los manguitos neumáticos de isquemia han de ser adecuados para que se adapten al contorno del muslo (de forma cónica) y mantengan la extremidad exangüe sin necesidad de utilizar presiones elevadas. Asimismo el disponer de soportes especiales facilita la colocación del paciente y su manipulación en quirófano.

### **Discusión del objetivo 1:**

La posibilidad de utilizar la guía endomedular (Figura 7) de corte tibial está disponible en todas las instrumentaciones de cirugía protésica de rodilla pero la mayoría de cirujanos de nuestro entorno prefieren la utilización de la guía extramedular (Figura 8) ya sea por estar más habituados a ella o para huir de las posibles complicaciones que su uso puede representar (47). La utilización de la guía endomedular en la tibia precisa de una correcta localización del punto de entrada a nivel de la superficie tibial (Figura 9), en la inserción del ligamento cruzado anterior. La existencia de un morfotipo en varo marcado de la tibia, hace que el punto de entrada de la guía tenga que ser más externo y anterior para evitar que ésta se dirija a la cortical externa

diafisaria. La existencia de fracturas diafisarias de tibia previas, contraindicarían el uso de la guía endomedular ya que el callo de fractura dificultaría el paso de la guía. Las desviaciones importantes del eje anatómico de la tibia, en uno de los planos nos dificultaría también su uso.

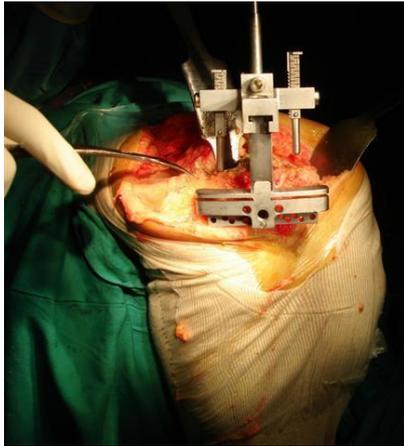


Figura 7 Guía endomedular de corte tibial.



Figura 8. Guía extramedular de corte tibial

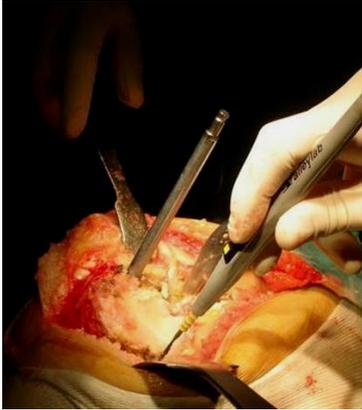


Figura 9. Punto de entrada de la guía endomedular de tibia.

En el momento de la cirugía, en el caso de rodillas con perímetros circunferenciales elevados en los que el tejido graso es voluminoso (Figura 10), la dificultad principal radica en la separación del aparato extensor para visualizar la tibia y en la liberación de las estructuras ligamentosas para corregir la alineación de la extremidad.

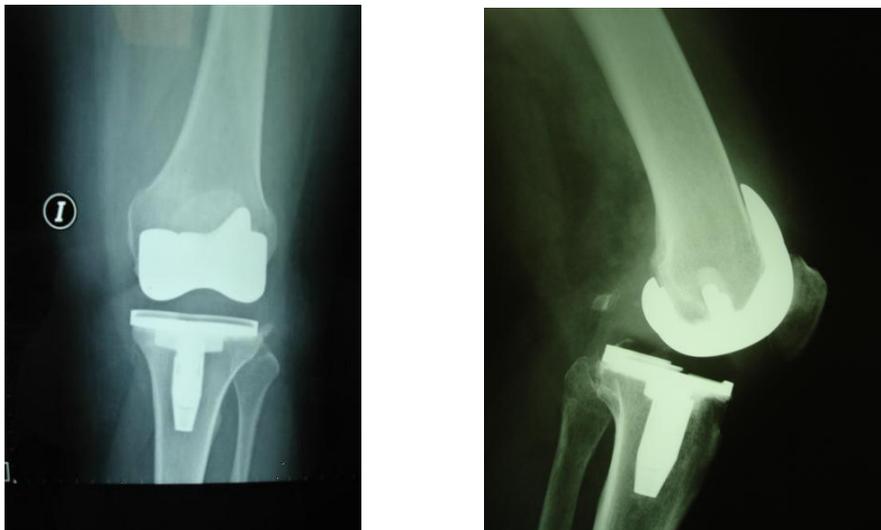


Figura 10. Espesor del tejido graso subcutáneo

No nos hemos encontrado casos de arrancamientos de LLI y tendón rotuliano en nuestra serie, pero la dificultad operatoria existe. Sí creemos que, de acuerdo con Winarsky (46) y Rotman (47) el uso de la guía extramedular en la tibia es dificultoso ya que las extremidades gruesas hacen difícil adaptar la guía al contorno del tobillo y es difícil que cirujano y ayudante, puedan dominar la separación de las partes blandas y el mantenimiento y orientación de la guía y la plantilla de corte tibial. Es por ello que la guía endomedular puede ser de utilidad en éstos casos. Así como en población

general el uso de la guía endomedular ha sido validada por Rotman y Devashu (47,83), como una herramienta útil y que consigue una correcta orientación del componente tibial comparándola con la guía extramedular en población general, en el grupo de obesidad creíamos necesario también validar su uso. Creemos que ésta serie lo permite, en cuanto a que la técnica quirúrgica en todos los paciente fue la misma, el grupo de cirujanos que intervino a los pacientes forma parte de una unidad específica de rodilla que conoce el modelo utilizado y las intervenciones se realizaron en un período corto en el tiempo (de Enero a Septiembre de 2006). Todas las mediciones radiográficas fueron realizadas por una sola persona para evitar la variabilidad interobservador (Figuras 11 y 12).

Figura 11 y 12. Orientación de los componentes en los planos frontal y sagital



Los dos grupos eran equiparables en cuanto a IMC y grado de deformidad previos a la intervención. La aleatorización del uso de una guía u otra se realizó en quirófano en el

momento previo a la intervención. En los dos grupos, en que se utilizó la guía endomedular y en el que se utilizó la guía extramedular, se consiguió una correcta orientación del componente tibial como era de esperar; no existiendo diferencias en los dos grupos. Tampoco existieron diferencias entre los dos grupos en cuanto al número de cirujanos que participaron en cada intervención.

La diferencia estadísticamente significativa que encontramos entre los dos grupos, en cuanto al tiempo de isquemia (medido desde el inflado del torniquete neumático tras entallar la extremidad, hasta la cementación de los implantes en que se libera para realizar la hemostasia), nos parece atribuible al uso de un tipo de guía u otro ya que ésta es la única diferencia que presentaban los dos grupos. El tiempo es menor (6 minutos de media) en el grupo 2, en el que se empleó la guía endomedular de corte tibial. Su uso permitió pues acortar la intervención, factor que favorece el pronóstico y predispone a una menor incidencia de complicaciones.

En nuestra serie no se han presentado complicaciones debidas al uso de guías endomedulares como las descritas por otros autores tales como embolias grasas (84). El punto de entrada de la guía endomedular en la tibia, puede dificultar la orientación del vástago suplementario empleado de la bandeja tibial en el momento de la colocación del implante definitivo (47), ya que éste orificio no coincide en la mayoría de los casos, con el orificio de entrada del vástago de la quilla tibial, que marcamos sobre la plantilla de prueba de la bandeja tibial.

En conclusión, en nuestro estudio corroboramos la utilidad de ambas guías de orientación del corte tibial en pacientes con obesidad e IMC superior a 35kg/m<sup>2</sup>, para orientar correctamente el componente tibial de la ATR.

El menor tiempo de isquemia en el grupo en que se utilizó la guía endomedular parece indicar su utilidad para facilitar la intervención quirúrgica ya que la colocación y orientación de la plantilla de corte tibial se realiza de forma más rápida y no se necesita tomar referencias anatómicas de la extremidad para su correcta orientación al estar guiada por el eje anatómico de la tibia.

El uso de la guía endomedular reduce el tiempo quirúrgico en este tipo de pacientes sin aumentar el número de complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias.

## **Discusión del objetivo 2:**

En la literatura se admiten tres categorías de obesidad en relación a su IMC (34,57).

La relación entre la obesidad y el deterioro articular de la rodilla está referido ampliamente en diversos estudios con gran número de pacientes (9, 10, 27, 30, 85).

La obesidad se relaciona de manera directa con la artrosis de rodilla y la probabilidad de que un paciente obeso acabe necesitando una ATR aumenta en relación con el grado de obesidad que presente (medido según su IMC) (34,35). Se ha estudiado qué parámetros antropométricos del paciente obeso podrían correlacionar con el deterioro articular de la rodilla, observado en radiografías (13). Estos estudios muestran que el

peso y el IMC son los factores que correlacionan más estrechamente con el deterioro articular, no siendo necesario según los autores determinar otros parámetros antropométricos en el paciente obeso, tales como el diámetro de la cintura o la relación entre éste y el diámetro de la cadera, para predecir el deterioro articular. Estudios realizados mediante Resonancia Nuclear Magnética (RNM) (17,19) en los que se determinaba el volumen del cartílago articular a nivel de la tibia y los defectos articulares tibio femorales, mostraban que la masa grasa de los pacientes influía negativamente en el volumen del cartílago y en la existencia de defectos del mismo, mientras que la masa libre de grasa correlacionaba de manera positiva con el volumen del cartílago a nivel articular.

La complejidad del paciente obeso que presenta artrosis de rodilla está también descrita en la literatura (1, 5, 37, 38, 42, 43,49, 59, 60, 61) sin embargo, la dificultad que la intervención quirúrgica de ATR puede presentar debido al tipo antropométrico de la rodilla es un aspecto que no ha sido suficientemente estudiado.

No es infrecuente en nuestro medio que pacientes con obesidad clase II y III que en principio tendrían que presentar cirugías más complejas por tener IMC superiores a  $35\text{kg/m}^2$  sean pacientes en los que la rodilla a intervenir presenta unas características morfológicas que no la hacen diferente de la del paciente con menor grado de obesidad (clase 0 y I) e incluso de pacientes con peso normal. La explicación vendría dada por la existencia de diversos tipos de distribución de la grasa en los pacientes obesos (5). Cuando la concentración de grasa es de predominio en tórax y abdomen,

siguiendo un patrón troncular, la rodilla a intervenir, que ha sufrido degeneración artrósica por sobrecarga mecánica en la mayoría de los casos (9,10), no suele presentar un aumento de la grasa subcutánea que dificulte la intervención. La situación contraria se da en pacientes en los que la distribución de grasa es uniforme a nivel de tronco y extremidades, siguiendo un patrón uniforme o generalizado. En ésta situación, la rodilla presenta un aumento de su diámetro por acumulación de grasa en el tejido subcutáneo (29). Consideramos que identificar de manera preoperatoria a estos dos tipos de pacientes podría ser de utilidad para planificar las necesidades de la intervención quirúrgica en cuanto a la posibilidad de que éstos pacientes durante el acto quirúrgico necesitaran más recursos que el resto. Así como para predecir el riesgo cardiovascular en pacientes obesos se estudia la relación antropométrica entre la circunferencia de la cintura y la circunferencia de la cadera del paciente (77), razonablemente podría pensarse en el caso de la rodilla la utilidad de determinar un índice antropométrico a nivel de la extremidad a intervenir. Así en el grupo de los pacientes ya clasificados como obesos Clase II o III, se determinaron los parámetros que nos iban a posibilitar el cálculo de una relación entre la longitud de la extremidad y el perímetro de la rodilla. La sola determinación del perímetro de la rodilla a nivel suprapatelar e infrapatelar sin relacionarlo con la longitud no, nos pareció que fuera a dar idea del tipo antropométrico, ya que un perímetro elevado puede acompañarse de una extremidad larga en la que la grasa no se acumule en la zona subcutánea, que sería la situación que podría dificultar la intervención quirúrgica.

La determinación del tiempo de isquemia como criterio objetivo de dificultad se basa en que todas las intervenciones fueron hechas por un cirujano experto en cirugía de ATR, siguiendo un mismo protocolo quirúrgico y utilizando un mismo modelo protésico. Los resultados del estudio realizado refrendan nuestra hipótesis inicial de que la dificultad quirúrgica en este tipo de pacientes obesos clase II y III no depende sólo del mayor o menor valor del IMC. El test de correlación no mostró diferencias en el tiempo de isquemia con relación al IMC del paciente, aunque dividiéramos a los pacientes en diversas categorías de obesidad y estudiáramos la correlación dentro de cada categoría. En cambio, cuando dentro de estas categorías de obesidad (II y III) estudiamos el tipo antropométrico de la rodilla según los índices ya referidos, la correlación está presente de manera significativa entre los valores del índice suprapatelar y el tiempo de isquemia. La relación que muestran ambos parámetros es negativa, de manera que el índice suprapatelar se comporta de forma inversa al tiempo de isquemia. Por debajo de un índice suprapatelar de 1.6 la cirugía presenta un tiempo de isquemia significativamente superior que en los pacientes en los que el índice se encuentra por encima de 1.6

Morfológicamente los valores inferiores a 1.6 traducen extremidades más cortas y anchas con mayor espesor de tejido subcutáneo en la zona suprapatelar y la consiguiente dificultad en los diversos pasos de la intervención de ATR: en la vía de acceso, eversión de la rótula, colocación de separadores, orientación de las plantillas de corte y colocación de los implantes, así como un cierre de la herida más complejo

(2, 46, 47, 48). Estas dificultades se traducen en un tiempo de isquemia más prolongado. Los valores superiores a 1.6 estarían presentes en extremidades largas y con perímetros suprapatelares reducidos en los que dificultades anteriormente descritas no estarían presentes.

Aunque el estudio presenta limitaciones, ya que las características antropométricas de los pacientes varían entre los diferentes grupos poblacionales, creemos que los resultados son válidos dentro del contexto de pacientes estudiados.

La determinación del IMC preoperatorio junto con el estudio de la morfología de la rodilla a intervenir y la determinación del índice suprapatelar, nos identifica al paciente como perteneciente a un subgrupo dentro de los pacientes obesos, que pueden presentar una mayor o menor dificultad durante la intervención quirúrgica. El valor concreto de 1.6 que determinó la mayor dificultad en nuestra serie, ha de ser calculado para cada grupo de individuos con diferentes características antropométricas, pero creemos que la forma de determinarlo puede ser aplicable y reproducible en diferentes grupos de población.

## Conclusiones

**Conclusiones del primer objetivo:** *“Determinar si el uso de una guía de alineación endomedular tibial facilita la cirugía de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos”.*

1-En nuestro estudio corroboramos que las dos guías de alineación del corte tibial son válidas en la intervención de ATR en pacientes obesos graves y mórbidos.

2- La guía de alineación endomedular reduce significativamente el tiempo de la intervención de ATR en pacientes obesos graves y mórbidos.

**Conclusiones del segundo objetivo:** *“Determinar si la morfología de la rodilla se relaciona con una mayor dificultad quirúrgica en la intervención de artroplastia total de rodilla en los pacientes obesos graves y mórbidos.”*

1-La determinación del IMC preoperatorio junto con el estudio de la morfología de la rodilla a intervenir y la determinación del índice suprapatelar, nos identifica al paciente como perteneciente a un subgrupo que puede presentar una mayor dificultad quirúrgica, durante la intervención quirúrgica de ATR.

2- En nuestra población, un índice suprapatelar inferior a 1.6 está relacionado con una mayor dificultad quirúrgica, medida según la duración del tiempo de isquemia de la intervención de ATR.

Así pues la Hipótesis: *“La obesidad grave y mórbida, obliga a modificar la técnica quirúrgica convencional de la artroplastia total de rodilla”*, queda confirmada.



## Bibliografía

1. Gillespie GN, Proteus AJ. Obesity and knee arthroplasty. *The Knee*.2007; 14: 81-86
2. Booth RE. Total Knee Arthroplasty in obese patient. *Orthopedics*.1997; 20(9): 860-861.
3. Stern S.H, Insall JN. Total Knee Arthroplasty in obese patients. *J Bone Joint Surg AM*. 1990; 72: 1400-1404
4. Jiganti JJ, Goldstein WM, Williams CS. A comparison of the perioperative morbidity in total joint arthroplasty in the obese and non obese patient. *Clin Orthop* 1993; 289: 175-179
5. Miric A,Lom M,Kahn B, Rozenthal T, Bombick D, Sculco TP. Perioperative morbidity following total knee arthroplasty among obese patients. *J Knee Surg* 2002; 15(2): 77-83
6. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 2000.
7. IASO. International Association for the Study of Obesity, London – October 2009.
8. García-Alvarez A, Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Castell C, Foz M, Uauy R, Plasencia A, Salleras L. Obesity and overweight trends in Catalonia, Spain (1992-2003): gender and socio-economic determinants. *Public Health Nutr*. 2007; 10(11A): 1368-78.
9. Powell A, Teichtahl AJ, Wluka AE, Cicuttini FM. Obesity: a preventable risk factor for large joint osteoarthritis wich may act through biomechanical factors *Br J Sports Med* 2005; 39: 4-5

10. Nevitt MC. Obesity outcomes in disease management: Clinical outcomes for osteoarthritis. *Obes Res* 2002; 10: 33-37
11. Felson DT, Anderson JJ, Maunmark A, Walker AM, Meenan RF. Obesity and knee osteoarthritis. The Framingham study. *Ann Intern Med.* 1988; 109: 18-24
12. Spector TD, Hart DJ, Doyle DV. Incidence and progression of osteoarthritis in women with unilateral knee disease in the general population: the effect of obesity. *Ann Rheum Disease.* 1994; 53: 565-8
13. Abbate LM, Stevens J, Schwartz TA, Renner JB, Helmick CG, Jordan JM. Anthropometric Measures, Body composition, Body fat distribution, and knee osteoarthritis in women. *Obesity.* 2006; 4: 1274-1281
14. Grinker JA, Tucker KL, Vokonas PS, Rush D. Changes in patterns of fatness in adult men in relation to serum indices of cardiovascular risk: the Normative Aging Study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000 Oct; 24(10):1369-78.
15. Hochberg MC, Lethbridge-Cejku M, Scott WW Jr, Reichle R, Plato CC, Tobin JD. The association of body weight, body fatness and body fat distribution with osteoarthritis of the knee: data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Rheumatol.* 1995 Mar; 22(3):488-93.
16. Teichtahl AJ, Wluka AE, Wang Y, Hanna F, English DR, Giles GG, Cicuttini FM. Obesity and adiposity are associated with the rate of patella cartilage volume loss over 2 years in adults without knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2009 Jun; 68(6):909-13.
17. Ding Ch, Cicuttini F, Scott F, Cooley H, Jones G. Knee structural alteration and BMI: A Cross-sectional study. *Obes Res.* 2005; 13:350-51
18. Buchholz AL, Niesen MC, Gausden EB, Sterken DG, Hetzel SJ, Baum SZ, Squire MW, Kaplan LD. Metabolic activity of osteoarthritic knees correlates with BMI. *Knee.* 2010 Mar; 17(2):161-166.

19. Wang Y, Wluka AE, English DR, Teichtahl AJ, Giles GG, O'Sullivan R, Cicuttini FM. Body composition and knee cartilage properties in healthy, community-based adults. *Ann Rheum Dis*. 2007 Sep;66(9):1244-8.
20. Dumond H, Presle N, Terlain B, Mainard D, Loeuille D, Netter P, Pottie P. Evidence for a key role of leptin in osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2003 Nov; 48(11):3118-29.
21. Miller GD, Nicklas BJ, Davis CC, Ambrosius WT, Loeser RF, Messier SP. Is serum leptin related to physical function and is it modifiable through weight loss and exercise in older adults with knee osteoarthritis? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28 (11): 1383-90 .
22. Teichtahl AJ, Wluka AE, Proietto J, Cicuttini FM. Obesity and the female sex, risk factors for knee osteoarthritis that may be attributable to systemic or local leptin biosynthesis and its cellular effects. *Med Hypotheses*. 2005; 65(2):312-5
23. Ding C, Parameswaran V, Cicuttini F, Burgess J, Zhai G, Quinn S, Jones G. Association between leptin, body composition, sex and knee cartilage morphology in older adults: the Tasmanian older adult cohort (TASOAC) study. *Ann Rheum Dis*. 2008 Sep; 67(9):1256-61.
24. Magliano M. Obesity and Arthritis. *Menopause Int*. 2008 Dec; 14(4):149-54.
25. Bao JP, Chen WP, Feng J, Hu PF, Shi ZL, Wu LD. Leptine plays a catabolic role on articular cartilage. *Mol Biol Rep*. 2009 Oct 30. [Epub]
26. Mutabaruka MS, Aoulad Aissa M, Delalandre A, Lavigne M, Lajeunesse D. Local leptin production in osteoarthritis subchondral osteoblasts may be responsible for their abnormal phenotypic expression. *Arthritis Res Ther*. 2010 Feb 8; 12(1):R20.
27. Focht BC, Rejeski WJ, Ambrosius WT, Katula JA, Messier SP. Exercise, self-efficacy, and mobility performance in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2005 Oct 15; 53(5):659-65.

28. Messier SP, Loeser RF, Miller GD, Morgan TM, Rejeski WJ, Sevick MA, Ettinger WH Jr, Pahor M, Williamson JD. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthritis Rheum.* 2004 May; 50(5):1501-10
29. Bliddal H, Christensen R. The management of osteoarthritis in the obese patient: practical considerations and guidelines for therapy. *Obes Rev.* 2006 Nov;7(4):323-31.
30. Messier SP, Gutekunst DJ, Davis C, DeVita P. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2005 Jul; 52(7):2026-32.
31. Martin K, Fontaine KR, Nicklas BJ, Dennis KE, Goldberg AP, Hochberg MC. Weight loss and exercise walking reduce pain and improve physical functioning in overweight postmenopausal women with knee osteoarthritis. *J Clin Rheumatol.* 2001 Aug; 7(4):219-23.
32. Messier SP. Obesity and osteoarthritis: disease genesis and non pharmacologic weight management. *Rheum Dis Clin North Am.* 2008 Aug; 34(3):713-29.
33. Coggon D, Reading I, Croft P, McLaren M, Barrett D, Cooper C. Knee osteoarthritis and obesity *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001 May; 25(5):622-7.
34. Bourne R, Mukhi S, Zhu N, Keresteci M, Marin M. Role of obesity on the risk for total hip or knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2007 Dec; 465:185-8.
35. Liu B, Balkwill A, Banks E, Cooper C, Green J, Beral V. Relationship of height, weight and body mass index to the risk of hip and knee replacements in middle-aged women. *Rheumatology (Oxford).* 2007 May; 46(5):861-7.
36. Changulani M, Kalairajah Y, Peel T, Field RE. Relationship between obesity and the age at which hip and knee replacement is undertaken. *J Bone Joint Surg. Br.* 2008 Mar; 90(3):360-3.

37. Fehring TK, Odum SM, Griffin WL, Mason JB, McCoy TH. The obesity epidemic. Its effect on total joint arthroplasty. *J. Arthroplasty*. 2007 Sep; 22(6 Suppl 2):71-6.
38. Guss D, Bhattacharyya T. Perioperative management of the obese orthopaedic patient. *Am Acad Orthop Surg*. 2006 Jul;14(7):425-32.
39. Ingrande J, Brodsky JB, Lemmens HJM. Regional anesthesia and obesity. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009.22: 683-686.
40. Karcher C, Dieterich HJ, Schroeder TH. Rhabdomyolysis in an obese patient after total knee arthroplasty. *Br J Anaesth*. 2006 Dec; 97(6):822-4.
41. Lee JB, Winstead PS, Cook AM. Pharmacokinetic alterations in obesity. *Orthopedics*. 2006 Nov; 29(11):984-8.
42. Namba RS, Paxton L, Fithian DC, Stone ML. Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty*. 2005 Oct; 2007 (Suppl 3):46-50.
43. Deshmukh RG, Hayes JH, Pinder IM. Does body weight influence outcome after total knee arthroplasty? A 1-year analysis. *J Arthroplasty*. 2002 Apr; 17(3):315-9.
44. Moon HK, Han CD, Yang IH, Cha BS. Factors affecting outcome after total knee arthroplasty in patients with diabetes mellitus. *Yonsei Med J*. 2008 Feb 29;49(1):129-37.
45. Marchant MH Jr, Viens NA, Cook C, Vail TP, Bolognesi MP. The impact of glycemic control and diabetes mellitus on perioperative outcomes after total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Jul;91(7):1621-9.
46. Winiarsky R, Barth P, Lotke P. Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1998 Dec; 80(12):1770-4.
47. Rottman SJ, Dvorkin M, Gold D. Extramedullary versus intramedullary tibial alignment guides for total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2005 Dec; 28(12):1445-8.

48. Krushell RJ, Fingerroth RJ. Primary Total Knee Arthroplasty in Morbidly Obese Patients: a 5- to 14-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2007 Sep; 22(6 Suppl 2):77-80.
49. Patel AD, Albrizio M. Relationship of body mass index to early complications in knee replacement surgery. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008 Jan;128(1):5-9.
50. Chesney D, Sales J, Elton R, Brenkel IJ. Infection after knee arthroplasty a prospective study of 1509 cases. *J Arthroplasty*. 2008 Apr; 23(3):355-9.
51. Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J. Periprosthetic joint infection: the incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 Jul; 466(7): 1710-5
52. Yasunaga H, Tsuchiya K, Matsuyama Y, Ohe K. Analysis of factors affecting operating time, postoperative complications, and length of stay for total knee arthroplasty: nationwide web-based survey. *J Orthop Sci* .2009 Jan; 14 (1):10-6.
53. Bordini B, Stea S, Cremonini S, Viceconti M, De Palma R, Toni A. Relationship between obesity and early failure of total knee prostheses. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009 Mar 5; 10: 29.
54. Jämsen E, Varonen M, Huhtala H, Lehto MU, Lumio J, Konttinen YT, Moilanen T. Incidence of prosthetic joint infections after primary knee arthroplasty. *J. Arthroplasty*. 2010 Jan; 25(1):87-92.
55. Dowsey MM, Choong PF. Obese diabetic patients are at substantial risk for deep infection after primary TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2009 Jun; 467(6):1577-81.
56. Malinzak RA, Ritter MA, Berend ME, Meding JB, Olberding EM, Davis KE. Morbidly obese, diabetic, younger, and unilateral joint arthroplasty patients have elevated total joint arthroplasty infection rates. *J. Arthroplasty*. 2009 Sep; 24(6 Suppl):84-8.
57. Stickles B, Philips L, Brox WT, Owens B, Lanzer WL. Defining the relationship between obesity and total joint arthroplasty. *Obes Res* 2001; 9:219-23

- 
58. Spicer DDM, Pomeroy DL, Badenhausen WE, Schaper LA, Curry JI, Suthers KE, Smith MW. Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop* 2001; 25:246-9.
  59. Amin AK, Patton JT, Cook RE, Brenkel IJ. Does obesity influence the clinical outcome at five years following total knee replacement for osteoarthritis? *J Bone Joint Surg* 2006; 88B:335-40
  60. Foran JRH, Michael A. Mont, Etienne G, Jones LC, Hungerford S. The Outcome of Total Knee Arthroplasty in Obese Patients. *J Bone Joint Surg* 2004; 86A: 1609-15
  61. Foran JRH, Mont MA, Rajadhyaksha AD, Jones LC, Etienne G, Hungerford S. Total Knee Arthroplasty in Obese Group. *J Arthroplasty* 2004; 19: 817-24
  62. Vaishnav Rajgopal, Robert B. Bourne, Bert M. Chesworth, MacDonald SJ, McCalden RW, Rorabeck CH. The Impact of Morbid Obesity on Patient Outcomes After Total Knee Arthroplasty. *Journal Arthroplasty* 2008 ; 23: 795-800
  63. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, et al. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res* 1989; 248: 13-14.
  64. Escobar A, Quintana JM, Bilbao A, et al (2002). *Clin Rheumatol.* 21:466-471 Fehring Th, Odum S. Griffin W.L, Mason JB, McCoy TH. *J Arthroplasty.* 2007; 22: 71-76.
  65. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol.* 1988; 15:1833-40.
  66. Bellamy N. WOMAC: a 20 year experimental review of a patient-centered self-reported health status questionnaire. *J Rheumatol.* 2002; 29:2473-76.
  67. Mc Clung CD, Zahiri CA, Higa JK, Amstutz HC, Schmalzried TP. Relationship between body mass index and activity in hip and knee arthroplasty patients. *J Orthop Res.* 2000; 18: 35-39

68. Hamoui N, Kantor S, Vince K, Crookes PF. Long-term outcome of total knee replacement: does obesity matter?. *Ones Surg.* 2006; 16(1):35-38
69. Jackson MP, Sexton SA, Walter WL, Walter WK, Zicat BA. The impact of obesity on mid-term outcome of cementless total knee replacement. *J Bone Joint Surg (Br)* 2009; 91-B: 1044-8
70. Núñez M., Núñez E., del Val JL, Ortega R, Segur JM, Hernández MV, Lozano L, Sastre S, Maculé F). Health-related quality of life and costs in patients with osteoarthritis on waiting list for total knee replacement *Osteoarthritis and Cartilage* 2007.15: 1001-1007
71. Núñez M, Lozano L, Núñez E, Segur JM, Sastre S, Maculé F, Ortega R, Suso S. Total knee replacement and health-related quality of life: factors influencing long-term outcomes. *Arthritis Rheum.* 2009 Aug 15; 61(8):1062-9.
72. Vazquez-Vela Johnson G, Worland RL, Keenan J, Norambuena N. Patient demographics as a predictor of the ten-year survival rate in primary total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2003 Jan; 85(1):52-6.
73. Booth RE. Total knee arthroplasty in the obese patient: tips and quips. *J Arthroplasty.* 2002; 17(suppl 1):69-70
74. Heisel C, Silva M, de la Rosa MA, Schmalzried TP. The effects of lower-extremity total joint replacement for arthritis on obesity. *Orthopedics.* 2005 Feb; 28(2):157-9.
75. Lachiewicz AM, Lachiewicz PF. Weight and activity change in overweight and obese patients after primary total knee arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 2008 Jan; 23(1):33-40.
76. Dowsey MM, Liew D, Stoney JD, Choong PF. The impact of pre-operative obesity on weight change and outcome in total knee replacement. A prospective study of 529 consecutive patients. *J Bone Joint Surg (Br)* 2010; 92-B:513-20
77. Chen L, Peeters A, Magliano DJ, Shaw JE, Welborn TA, Wolfe R, Zimmet PZ, Tonkin AM. Anthropometric measures and absolute cardiovascular risk estimates

- in the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle (AusDiab) Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007 Dec; 14(6):740-5.
78. Ministerio de Sanidad y Consumo. Estudio Antropométrico de la Población Femenina en España. Madrid, 7 de febrero de 2008. <http://www.msps.es/gabinetePrensa/discursosInterv/archivos/070208131553.pdf>
79. Parvizi J, Trousdale RT, Sarr MG. Total joint arthroplasty in patients surgically treated for morbid obesity. *J Arthroplasty.* 2000 Dec; 15(8):1003-8.
80. Maculé F, Vilalta C, Segur JM, Nuevo M, Sañudo I, Bertrán A, Cañete J, Farrés M, Nuñez M. "Vía clínica de la prótesis total de rodilla". *Clínica Osteoarticular.* 2000. vol.III, nº2: 15-18
81. Segur J.M, Bori G, Baños MI, Pascual T, Santiñá M, Torner P, Martínez JC, Lozano L, Sastre S, Vilalta C, Maculé F, Suso S. "Optimización del cumplimiento de una vía clínica en una unidad monográfica de prótesis de rodilla". *Avances-Traum* 2006; 36: 24-26
82. Rama R, Apsingi S, Poovali S, Jetti A. Timing of tourniquet release in Knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2007 ;89A :699-705.
83. Devanshu Kansara, David Markel. The effect of Posterior Tibial slope on range of motion after total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty* 2006; 21(6): 809-813.
84. Moreland JR, Hungerford DS, Insall JN. Symposium total knee instrumentation. *Contemp Orthop.* 1988; 17: 93-126.
85. Stürmer T, Günther KP, Brenner H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *J Clin Epidemiol* 2000; 53: 307-313



## **Apéndice: artículos publicados**



# Intramedullary versus Extramedullary Tibial Cutting Guide in Severely Obese Patients Undergoing Total Knee Replacement: A Randomized Study of 70 Patients with Body Mass Index $>35 \text{ kg/m}^2$

L. M. Lozano · J. M. Segur · F. Maculé · M. Núñez · P. Torner · F. Castillo · S. Suso

Received: 15 April 2008 / Accepted: 7 May 2008  
© Springer Science + Business Media, LLC 2008

## Abstract

**Background** Patients with obesity have an increased risk of osteoarthritis of the knee, which can lead to the need for total knee replacement (TKR). TKR may be more complex in obese patients and the correct orientation of the implant is more difficult. We selected patients with body mass index (BMI)  $>35 \text{ kg/m}^2$  undergoing TKR and studied the utility of an intramedullary tibial cutting guide in facilitating the correct orientation of the tibial implant.

**Methods** Seventy patients with BMI  $>35 \text{ kg/m}^2$  were selected for a prospective, randomized study. Patients were divided into two groups: In group 1 ( $n=31$ ), the tibial component was implanted using the aid of a intramedullary tibial guide. In group 2 ( $n=39$ ), the tibial component was implanted using the aid of an extramedullary tibial cutting guide.

**Results** The two groups were comparable with respect to age, BMI, and degree of preoperative deformity. Mean age was 69.35 in group 1 and 70.06 in group 2. Group 1 had a mean BMI of  $39.84 \text{ kg/m}^2$  and group 2 of  $40.05 \text{ kg/m}^2$ . Postoperative orientation of the femur and tibia and the mechanical axis were within the normal range in both

groups. A statistically significant difference between the two groups was observed in tourniquet time, which was longer in group 2 than in group 1 ( $p=0.038$ ).

**Conclusion** Two types of guide were compared in correctly orienting the tibial component of the TKR in patients with a BMI  $>35 \text{ kg/m}^2$ . The lesser tourniquet time in the group in which the intramedullary guide was used suggest its usefulness because the positioning and orientation of the tibial cut was carried out more rapidly and anatomical references were not needed for correct orientation, as it is guided by the anatomical axis of the tibia. The use of the intramedullary guide reduces surgical time in these patients.

**Keywords** Total knee replacement · Severe obesity · Intramedullary tibial guide · Tourniquet time

## Introduction

Obesity and the associated health problems are an increasing burden to health systems in developed countries [1]. Established guidelines consider a body mass index (BMI)  $>27 \text{ kg/m}^2$  as overweight,  $>30 \text{ kg/m}^2$  as obese, and  $>40 \text{ kg/m}^2$  as morbidly obese.

Studies [1–5] show that a BMI  $>35 \text{ kg/m}^2$  (i.e., severe obesity) is associated with more intraoperative and postoperative complications after total knee replacement (TKR). Winiarsky [5] and recent authors [1, 4] recommend the use of intramedullary guides to align the tibial component in obese patients, to increase the accuracy of alignment of the tibial component [6].

Given the increasing number of obese patients undergoing TKR, the aim of this study was to compare the accuracy

L. M. Lozano (✉) · J. M. Segur · F. Maculé · P. Torner · F. Castillo · S. Suso  
Knee Section, Orthopaedic Surgery Department, ICEMEQ, Hospital Clínic, University of Barcelona, Villarroel 170, 08009 Barcelona, Spain  
e-mail: llozano@clinic.ub.es

M. Núñez  
Quality of Life Control Coordinator, Rheumatology Department, ICEMEQ, Hospital Clínic, University of Barcelona, Barcelona, Spain

of tibial component alignment using an intramedullary or extramedullary tibial cutting guide in severely obese patients undergoing TKR.

## Methods

Of 500 patients undergoing TKR in our Knee Unit between January and September 2006, 70 patients (12%) who had a BMI  $>35$  kg/m<sup>2</sup> were included in this prospective, randomized study. The mean age was 67.74 years; 60 were female and 10 male. The mean BMI was 39.95 kg/m<sup>2</sup> (95% CI 39.06–40.84). Exclusion criteria were deformities  $>20^\circ$  in the frontal and/or sagittal planes of the tibia and previous tibial diaphyseal fractures. Patients were randomized into two groups: In group 1 ( $n=31$ ), the tibial component was implanted using an intramedullary tibial cutting guide. In group 2 ( $n=39$ ) the tibial component was implanted using an extramedullary tibial cutting guide. The patients were randomized at the time of surgery, using the hospital registration number of the patient. If the last number was even, it was included in group 2; if it was odd the patient was included in group 1. In both groups, the femoral component was aligned using a femoral intramedullary guide.

All interventions were performed by one senior surgeon (L. M. L.) of the knee unit, who was experienced in the use of the prosthetic model and the two types of guides. The operation was identical in both groups except for the use of an intramedullary (Fig. 1) or extramedullary (Fig. 2) cutting guide to align the tibial component. In all cases, the Profix (Smith&Nephew.Inc.Memphis.TN) prosthesis with a tibial rod 16 mm wide, was used (Figs. 3 and 4).

Preoperative radiographic measurement of the tibial, femoral (anteroposterior and lateral projections) and mechanical axes in loading telemetry was made in all patients.



**Fig. 1** Intramedullary tibial cutting guide in place



**Fig. 2** Extramedullary tibial cutting guide in place



**Fig. 3** Radiographic anteroposterior projection of the TKR



**Fig. 4** Radiographic lateral projection of the TKR

The alignment of the tibial component in the coronal and sagittal planes was measured postoperatively in the same projections as in the preoperative study.

Our criteria of normality in the alignment of the components were: anterior posterior femur  $90^{\circ} \pm 6^{\circ}$ , anterior posterior tibia  $90^{\circ} \pm 4^{\circ}$ , mechanical axis  $0^{\circ} \pm 5^{\circ}$ . We considered that the postoperative value of the posterior slope of the tibial component would depend on the slope of the cutting guide used ( $0^{\circ}$  or  $4^{\circ}$ ). An angle of  $0$ – $6^{\circ}$  of posterior slope was considered as the normal criterion.

Tourniquet time, defined as the time from inflation of the pneumatic sleeve immediately before the skin incision to its freeing once the components were cemented, was determined. The number of surgeons participating in each intervention was recorded. All measurements were performed by the same researcher (L. M. L.).

#### Statistical Analysis

The statistical significance of the results was calculated using Student's *t* test for two independent samples.

## Results

The two groups were comparable with respect to age, BMI, and degree of preoperative deformity. The mean age was 69.35 years in group 1 and 70.06 years in group 2. The mean BMI was  $39.84 \text{ kg/m}^2$  in group 1 and  $40.05 \text{ kg/m}^2$  in group 2. All patients were classified as severely or morbidly obese (Table 1).

There was a predominance of deformity in varus, although there were noticeable cases of valgus. In group 1, the deformities ranged from  $14^{\circ}$  of valgus in the mechanical axis to  $18^{\circ}$  of varus, and in group 2 from  $10^{\circ}$  of valgus to  $20^{\circ}$  of varus (Table 2). The pre- and postoperative femoral and tibial angles of inclination in the frontal plane, posterior tibial slope, and mechanical axis of the limb are shown in Tables 2 and 3.

Postoperative alignment of the femur and tibial components were within the normal range in the anatomical axis of the femur ( $95 \pm 5^{\circ}$ ) and tibia ( $90 \pm 5^{\circ}$ ) and between  $84^{\circ}$  and  $90^{\circ}$  in the posterior tilt of the tibia in the sagittal plane. The mechanical axis was within the normal parameters ( $-5^{\circ}$  and  $+5^{\circ}$ ). No significant differences were found between the two groups with respect to the number of surgeons involved in each operation.

Mean tourniquet time was 39.16 minutes (SD 9.990) in group 1 and 45.24 minutes (SD 13.186) in group 2. This difference was statistically significant ( $p=0.038$ ) (Table 4).

## Discussion

Clinical experience shows that when a patient is scheduled for TKR, the BMI can identify those patients who may present challenges during anesthesia, surgery, the immediate postoperative period, and the survival of the implanted prosthesis.

Reports indicate that patients with a high BMI present more comorbidities and a higher incidence of postoperative

**Table 1** Baseline patient characteristics

Type of guide	Intramedullary	Extramedullary	<i>p</i> value
	<i>n</i> =31	<i>n</i> =39	
BMI: mean (SD)	39.84 (3.64)	40.05 (3.86)	0.819
Class III (35–39.9): <i>n</i> (%)	18 (58.1%)	21 (53.8%)	0.456
Class IV (>40): <i>n</i> (%)	13 (41.9%)	18 (46.2%)	
Age: mean (SD)	69.35 (7.97)	70.06 (8.11)	0.714
Sex: <i>n</i> (%)			
Female	28 (90.32)	32 (82.05)	0.326
Male	3 (9.68)	7 (17.95)	

**Table 2** Preoperative radiographic measurements

		N	Mean	SD	95% CI		Min	Max	P value
APFPRE	Intramedullary	31	97.48	2.719	96.49	98.48	90	102	0.427
	Extramedullary	39	96.90	3.283	95.83	97.96	88	104	
	Total	70	97.16	3.039	96.43	97.88	88	104	
APTPRE	Intramedullary	31	87.68	3.970	86.22	89.13	80	100	0.251
	Extramedullary	39	86.64	3.513	85.50	87.78	80	100	
	Total	70	87.10	3.731	86.21	87.99	80	100	
PTPRE	Intramedullary	30	86.07	3.258	84.85	87.28	78	94	0.527
	Extramedullary	38	86.58	3.326	85.49	87.67	80	100	
	Total	68	86.35	3.282	85.56	87.15	78	100	
AXISPRE	Intramedullary	31	8.84	7.372	6.13	11.54	-14	18	0.826
	Extramedullary	39	9.21	6.526	7.09	11.32	-10	20	
	Total	70	9.04	6.864	7.41	10.68	-14	20	

Negative values of the mechanical axis indicate deviation in valgus and positive values deviation in varus

APFPRE preoperative femoral anatomical axis, APTPRE preoperative tibial anatomical axis, PTPRE superficial tibial slope angle of inclination in sagittal plane, AXISPRE preoperative mechanical axis of the limb.

complications [1, 5, 7–9]. Anesthesia is more difficult because obesity complicates spinal anesthesia and the behavior of the patient during surgery. Peripheral blocks for the best postoperative analgesic control may also be complicated by the morphologic characteristics of the limb. However, not all patients defined as obese according to their BMI have the same anthropometric limb characteristics and may or may not present greater operating difficulties than nonobese patients. The use of the intramedullary guide for TKR in nonseverely obese patients has been found by Rotman and Devashu [4, 10] to achieve correct alignment of the tibial component compared with the extramedullary guide. Therefore, we considered it useful to validate its use in severely obese patients. Winiarsky [5] was the first author to describe the operating difficulties that severely obese patients may present, which include disruption of the medial collateral ligament (MCL) caused by the use of separators, incorrect alignment of the tibial cutting guide, a greater incidence of superficial

infections caused by soft tissue injury, and a greater incidence of deep infections caused by prolonged surgical time. He suggested that some of the intraoperative complications could be reduced using intramedullary tibial guides.

In our experience, BMI is not the only parameter that determines the operating difficulty. The anthropometric characteristics of the limb also affect the difficulty of the operation. Thus, as in minimal incision surgery of the knee, the diameter of the knee in the suprapatellar region and of the anterior tibial tubercle (ATT) and its relationship with the length of the limb should be determined to predict the degree of surgical difficulty.

General postoperative complications and the outcomes of arthroplasties are influenced by both the BMI and the morphologic characteristics of the limb [3, 7–9]. Our surgical protocol in the severely obese patient includes a surgical table able to support the patient's weight, special mild compression pneumatic sleeves that adapt to the contour of the thigh (conical) and maintain the limb

**Table 3** Postoperative radiographic measurements

		N	Mean	SD	CI (95%)		Min	Max	P
APFPOST	Intramedullary	31	96.26	2.503	95.34	97.18	88	100	0.383
	Extramedullary	38	95.79	1.933	95.15	96.42	92	100	
	Total	69	96.00	2.203	95.47	96.53	88	100	
APTPOST	Intramedullary	31	89.45	1.895	88.76	90.15	86	95	0.848
	Extramedullary	38	89.37	1.683	88.82	89.92	84	94	
	Total	69	89.41	1.768	88.98	89.83	84	95	
PTPOST	Intramedullary	31	88.52	1.947	87.80	89.23	84	90	0.196
	Extramedullary	38	87.82	2.415	87.02	88.61	84	90	
	Total	69	88.13	2.229	87.59	88.67	84	90	

APFPOST postoperative femoral anatomical axis, APTPOST postoperative tibial anatomical axis, PTPOST superficial tibial slope angle of inclination.

**Table 4** Tourniquet time

Guide type	N	Mean	SD	p value
Intramedullary	31	39.16	9.990	0.038
Extramedullary	38	45.24	13.186	

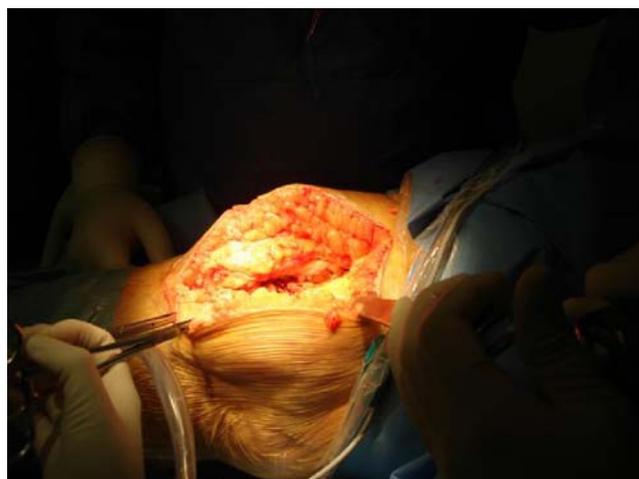
bloodless, and special supports to facilitate the positioning and manipulation of the patient.

The use of the intramedullary tibial cutting guide is current in prosthetic knee surgery, but most surgeons prefer the use of the extramedullary guide, either because they are more experienced in its use or because of the possible complications of the intramedullary guide [4]. The use of the intramedullary guide in the tibia requires correct localization of the entry point at the level of the tibial surface in the insertion of the anterior cruciate ligament (Fig. 5). If the patient has marked varus, this means that the entry point of the guide should be more external and anterior to avoid it being directed at the diaphyseal cortex. During surgery, in the case of knees with large circumferences in which the fatty tissue is voluminous (Fig. 6), the main difficulty is in the separation of the extensor mechanism to visualize the tibia and in the liberation of the ligaments to correct the alignment of the limb.

There were no cases of displacement of the MCL and patellar tendon in our series, but difficulty in operating exists. We agree with some authors [4–6] that the use of the extramedullary guide in the tibia is difficult because thick limbs make it difficult to adapt the guide to the contour of the ankle and for the surgeons to dominate the separation of soft tissue and the maintenance and alignment of the tibial guide and cutting rod. In these cases, the intramedullary guide may be more useful. Correct alignment of the tibial component was achieved in both groups, as expected, with



**Fig. 5** Entry point of the intramedullary tibial guide on the tibial articular surface



**Fig. 6** Surgical difficulty of extensor mechanism exposure in obese knee

no differences between the two groups, which were also similar with respect to preoperative BMI and the degree of deformity.

The statistically significant difference in tourniquet time shows that the intramedullary guide shortens the operative time, favors the prognosis, and predisposes to a lower incidence of complications.

No complications caused by the use of intramedullary guides, such as fat embolisms, reported by other authors [11] were found. The point of entry of the intramedullary guide in the tibia can make the alignment of the rod of the tibial tray difficult when the implant is positioned [4].

In conclusion, this study corroborated the utility of both intramedullary and extramedullary alignment guides in correct alignment of the tibial component in patients with severe obesity (BMI >35 kg/m<sup>2</sup>) undergoing TKR. The shorter tourniquet time in the intramedullary guide group appears to indicate its usefulness because the positioning and alignment of the tibial cutting guide is fast and anatomical references are not necessary for its correct alignment, as it is guided by the anatomical axis of the tibia.

The use of the intramedullary guide reduced surgical time in these patients without increasing the number of intraoperative complications.

## References

- Guss D, Bhattacharyya T. Perioperative management of the obese orthopaedic patient. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:425.
- Miric A, Lim M, Kahn B, et al. Perioperative morbidity following total knee arthroplasty among obese patients. *J Knee Surg.* 2002;15:77.
- Namba RS, Paxton L, Fithian D. Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty.* 2005;20(Suppl 3):7.

4. Rottman SJ, Dvorkin M, Gold D. Extramedullary versus intramedullary tibial alignment guides for total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2005;28:12.
5. Winarsky R, Barth P, Lotke P. Total knee arthroplasty in morbidly obese patients. *J Bone Jt Surg Am*. 1998;80:1770.
6. Krushell RJ, Fingerioth RJ. Primary total knee arthroplasty in morbidly obese patients: a 5- to 14-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2007;22(Suppl 1):77–80.
7. Foran JRH, Mont MA, et al. Total knee arthroplasty in obese group. *J Arthroplast*. 2004;19:817.
8. Spicer DD, Pomeroy DL, et al. Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop*. 2001;25:246.
9. Foran JRH, Mont MA, et al. The outcome of total knee arthroplasty in obese patients. *J Bone Jt Surg Am*. 2004;86:1609.
10. Devanshu K, Markel D. The effect of posterior tibial slope on range of motion after total knee arthroplasty. *J Arthroplast*. 2006;21:809.
11. Moreland JR, Hungerford DS, Insall JN, et al. Symposium total knee instrumentation. *Contemp Orthop*. 1988;17:126.

# Relationship Between Knee Anthropometry and Surgical Time in Total Knee Arthroplasty in Severely and Morbidly Obese Patients: A New Prognostic Index of Surgical Difficulty

L. M. Lozano · M. Núñez · J. M. Segur · F. Maculé ·  
S. Sastre · E. Núñez · S. Suso

Received: 26 January 2008 / Accepted: 25 February 2008  
© Springer Science + Business Media, LLC 2008

## Abstract

**Background** Total knee arthroplasty (TKA) in patients with severe and morbid obesity is one of the current challenges in prosthetic knee surgery. The body mass index (BMI) is used to identify patients who may present difficulties during surgery and postoperative complications. We carried out a prospective study with an initial hypothesis that BMI is not associated with tourniquet time in obese patients undergoing TKA and that some anthropometric parameters may be useful in predicting tourniquet time in severely and morbidly obese patients.

**Methods** One hundred consecutive patients diagnosed with knee osteoarthritis with BMI  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> scheduled for TKA were prospectively studied. Suprapatellar, infrapatellar, and supra/infrapatellar anthropometric indexes were calculated before surgery. The tourniquet time was determined.

**Results** The mean BMI was 39.81 kg/m<sup>2</sup> (SD $\pm$ 3.75). A total of 58% of patients were classified as class III obesity (BMI 35–39.99) and 42% as class IV (BMI $\geq$ 40) Mean tourniquet time was 41.67 min (SD $\pm$ 9.26). There was no

association between the BMI and tourniquet time. The suprapatellar index was negatively associated with tourniquet time ( $p < 0.038$ ).

**Discussion** The BMI is not the only parameter that should be considered in order to identify severely and morbidly obese patients who may have more surgical difficulties during TKA. Preoperative determination of the suprapatellar index helped us to classify these patients according to the morphology of the knee and predicted a longer tourniquet time and, therefore, greater surgical difficulty, in patients with a suprapatellar ratio below 1.6 in this study.

**Keywords** Obesity · Morbid obesity ·

Total knee arthroplasty · Anthropometric measures · BMI · Tourniquet time

## Introduction

Total knee arthroplasty (TKA) in patients with severe and morbid obesity is one of the current challenges in prosthetic knee surgery [1–6]. In our hospital, 15% of patients undergoing primary TKA have a body mass index (BMI)  $> 35$ . Various studies have reported greater technical difficulties in operating on these patients [7–10]. The BMI [1, 2, 6, 11–16] is used to identify patients who may present difficulties during surgery and may have postoperative complications. However, other reports have not found these differences in TKA outcomes with respect to the BMI [17, 18]. Many patients with a high BMI do not have greater surgical difficulties than the rest of the population [19].

The problem is more usually centered on the anthropometric profile presented by the obese patient with respect to

---

L. M. Lozano (✉) · J. M. Segur · F. Maculé · S. Sastre · S. Suso  
Knee Section, Orthopaedic Surgery Department, ICEMEQ,  
Hospital Clínic, University of Barcelona,  
Villarroel 170, 08009 Barcelona, Spain  
e-mail: llozano@clinic.ub.es

M. Núñez  
Quality of Life Control Coordinator, Rheumatology Department,  
ICEMEQ, Hospital Clínic, University of Barcelona,  
Barcelona, Spain

E. Núñez  
Health Services, Institut Català de la Salut,  
Barcelona, Spain

the distribution of body fat: in some patients, this accumulates in the trunk whereas in others it is distributed uniformly, affecting the lower limbs [8]. Just as the waist-to-hip ratio has been used to predict cardiovascular risk in obese patients in preference to the BMI [20], in patients undergoing TKA, besides the BMI, determination of a new anthropometric index in the limb might help to better identify patients who may present greater surgical difficulties [prolonged tourniquet time (ischemia time)]. We carried out a prospective study with an initial hypothesis that the BMI is not associated with tourniquet time in obese patients undergoing TKA and that some anthropometric parameters may be useful in predicting tourniquet time in severely (class III) and morbidly (class IV) obese patients [19].

### Patients and Methods

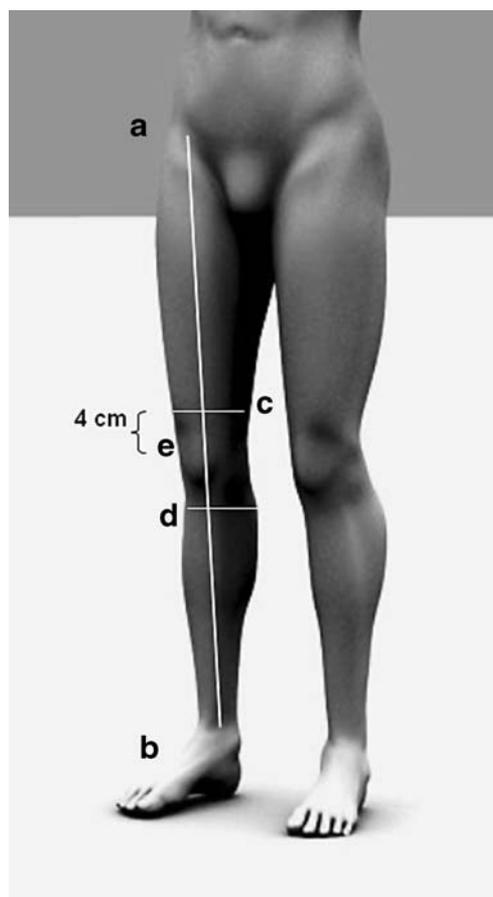
One hundred consecutive patients diagnosed with knee osteoarthritis with BMI  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> [12, 16], undergoing TKA between November 2005 and November 2006 in the Knee Unit of the Hospital Clinic of Barcelona (Spain), were prospectively studied. Exclusion criteria were joint instabilities or angular deformities of the knee to be operated that required constrained prosthetic models. Radiographic measurement of the limb axis was carried out in the anteroposterior telemetric projection in a standing position by means of goniometry.

Using the data collected during the pre-anesthesia visit carried out 2 weeks before the operation, which determined the weight and the size of the patient, BMI levels were obtained using the formula BMI = weight (kilograms)/height<sup>2</sup> (meters) [1, 2].

The tourniquet time, measured from the inflation of the pneumatic cuff just before the beginning of the operation, to its liberation once the components were cemented to carry out hemostasis, was determined [21].

Before the operation, the suprapatellar circumference (measured at 4 cm proximal to the superior pole of the patella), infrapatellar circumference [measured at the anterior tibial tuberosity (TTA)], and the length of the limb to be operated [measured from the anterosuperior iliac crest to the centre of the anterior face of the ankle joint (Fig. 1)] were determined. The same flexible, inelastic tape measure calibrated in centimeters was used for all measurements. The anthropometric indexes calculated were the length of the limb/suprapatellar circumference ratio (suprapatellar index), length of the limb/infrapatellar circumference ratio (infrapatellar index), and the suprapatellar circumference/infrapatellar circumference ratio (supra/infrapatellar index).

The operation was carried out using the same surgical technique and the same prosthetic model in all cases, with



**Fig. 1** Determination of knee perimeters. *a* anterosuperior iliac spine; *b* centre of the ankle; *c* measurement point of the suprapatellar circumference; *d* anterior tibial tuberosity; *e* superior pole of the patella

cemented implants (Profix; Smith&Nephew, Memphis, TN, USA) by a specialist surgeon from the knee unit.

### Statistical Analysis

The mean and standard deviation for continuous variables and percentages for categorical variables were calculated. The correlation between two quantitative variables was studied using Pearson's correlation coefficient and quantitative variable with a qualitative one of two or more categories were compared using the one factor variance test (ANOVA) was used. The level of statistical significance was established as 0.05 for all comparisons, and the 95% confidence intervals (CI) were calculated.

### Results

Of the 100 patients, 87 were female and 13 male. The mean age was 70.43 years (SD $\pm$ 7.73). The mean BMI was

**Table 1** Sociodemographic and clinical characteristics

Characteristics	Number
Gender	
Female (n)	87
Male (n)	13
Age (mean±SD)	70.43±7.73
BMI (mean±SD)	39.81±3.75
Class III (IMC 35–39.99)	58
Class IV (IMC≥40)	42
Anthropometric indexes (mean±SD)	
Suprapatellar index	1.63±0.17
Infrapatellar index	1.99±0.21
Supra/infrapatellar index	1.22±0.08
Tourniquet time (mean±SD)	41.67±9.26

n number, SD standard deviation

39.81 kg/m<sup>2</sup> (SD±3.75). The main sociodemographic and clinical patient variables are shown in Table 1.

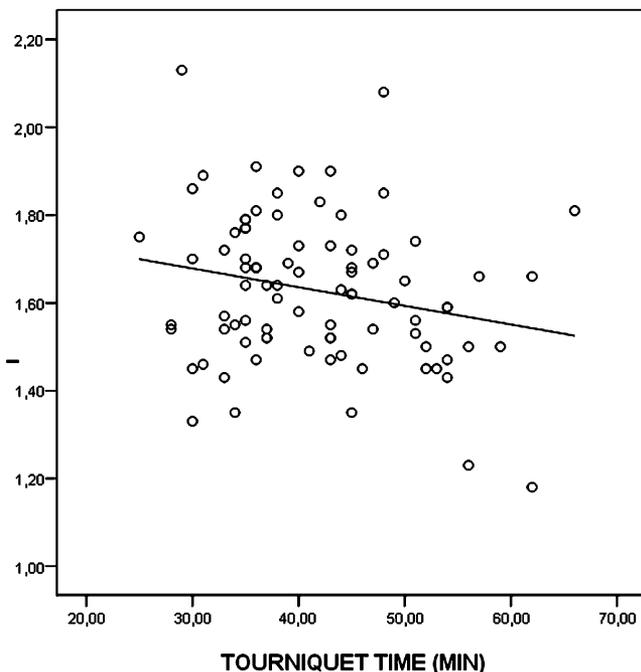
A total of 58% of patients were classified as class III obesity (BMI 35–39.99) and 42% as class IV (BMI≥40).

The mean tourniquet time was 41.67 min (SD±9.26).

The mean values of the anthropometric indexes in the operated knee were:

- Suprapatellar index 1.63 (SD±0.17), infrapatellar index 1.99 (SD±0.21), supra/infrapatellar index 1.22 (SD±0.08).

**SUPRAPATELAR INDEX**



**Fig. 2** Correlation between tourniquet time and suprapatellar index

**Table 2** Anthropometric indexes according to BMI

	BMI <40 mean±SD	BMI ≥40 mean±SD	p value
Suprapatellar index	1.68±0.15	1.56±0.17	0.001
Infrapatellar index	2.05±0.18	1.92±0.22	0.004
Supra/infrapatellar index	1.22±0.08	1.23±0.10	0.715

SD standard deviation

- There was no association between the BMI and tourniquet time.

When patients were grouped according to a BMI above or below 40 kg/m<sup>2</sup>, and above or below 45, nonsignificant differences were found, which were not associated with tourniquet time:

- BMI <39.99 kg/m<sup>2</sup>. Tourniquet time 40.34 min (SD±8.77)
- BMI >40.00 kg/m<sup>2</sup>. Tourniquet time 43.27 min (SD±9.78).
- BMI <44.99 kg/m<sup>2</sup>. Tourniquet time 41.08 min (SD±9.04)
- BMI >45 kg/m<sup>2</sup>. Tourniquet time 45.70 min (SD±10.68)

There was no statistically significant association between tourniquet time and the infrapatellar and supra/infrapatellar indexes.

The suprapatellar index was negatively associated with tourniquet time ( $p < 0.038$ ). As the suprapatellar index decreased, the tourniquet time increased. In patients with a suprapatellar index <1.6, the tourniquet time increased significantly (Fig. 2).

When the anthropometric indexes were compared according to BMI (<40 vs. >40), there were statistically significant differences in the suprapatellar and infrapatellar indexes between the two groups (Table 2). In patients with a BMI ≥40 (class IV obesity), the suprapatellar ( $p > 0.001$ ) and infrapatellar ( $p < 0.004$ ) indexes were significantly lower than in patients with class III obesity.

**Discussion**

Four categories of patients are recognized according to their BMI [1, 2, 19]. The relationship between obesity and deterioration of the knee joint has been widely reported by many large studies [22–26]. Obesity is directly related to knee osteoarthritis and the probability of an obese patient requiring knee replacement increases with the degree of obesity measured according to the BMI [2, 27]. The anthropometric parameters of obese patients that might correlate with deterioration of the knee observed in radiographies have also been studied [28].

These studies show that weight and the BMI are the factors most closely correlated with joint deterioration, and

that other anthropometric parameters such as the waist diameter or the waist-to-hip ratio are not necessary to predict joint deterioration in obese patients. Magnetic nuclear resonance (MRI) [29, 30] studies which determined tibial cartilage thickness and tibio-femoral joint defects showed that fatty mass negatively influenced cartilage volume and defects, whereas fat-free mass correlated positively with the volume of joint cartilage.

The complexity of the obese patient with knee osteoarthritis has also been reported in various studies [3, 5, 6, 11–17]. However, possible surgical difficulties due to the anthropometric type of the knee have not been sufficiently studied.

We often see patients with obesity class III and IV who, in theory, should present more operational difficulties, but whose morphologic characteristics do not differ from those of patients with less (class I and II) or no (class 0) obesity. An explanation could be the various types of distribution of fat in obese patients [8]. When the fat concentration is predominantly in the thorax and abdomen, following a truncal pattern, the knee to operate (which has suffered osteoarthritic degeneration due to mechanical overload in most cases [23, 26]) does not usually present increased subcutaneous fat that would make the operation more difficult.

The opposite situation occurs in patients whose fat distribution is uniform in the trunk and limbs, following a uniform or generalized pattern. In this situation, the knee circumference is increased by the accumulation of subcutaneous fat [30].

We considered that preoperative identification of these two types of patients could be useful in planning the needs of the surgical operation and the use of resources. In the same way that the waist-to-hip ratio may be useful in predicting cardiovascular risk in obese patients [20], we hypothesized that a similar type of anthropometric index in the limb might also be useful in predicting surgical difficulties.

Thus, in patients with class III or IV obesity, we determined parameters that would allow the calculation of ratios between the length of the limb and the knee circumference. We hypothesized that determining only the knee circumference at the suprapatellar and infrapatellar levels without relating them to the length of the limb would not provide evidence of the anthropometric type, since a high circumference measurement may be accompanied by a long limb in which the fat is not accumulated in the subcutaneous region, creating operating difficulties.

Tourniquet time was selected as the objective criterion of operating difficulty as all operations were carried out by surgeons specializing in knee prostheses and using the same protocol and the same type of prosthesis.

Our results confirm our initial hypothesis that surgical difficulties in this type of obese patients do not depend solely on their BMI, which did not correlate with tourniquet time even when patients were divided into various categories of obesity.

However, in patients with class III and IV obesity, when we studied the anthropometric type of the knee according to the aforementioned indexes, there was a negatively significant association between the suprapatellar index and the tourniquet time, with a lower suprapatellar index being associated with longer tourniquet time. A suprapatellar index  $<1.6$  was significantly associated with longer tourniquet time ( $p < 0.038$ ).

Morphologically, a suprapatellar index  $<1.6$  indicates patients with shorter, wider limbs with greater thickness of subcutaneous tissue in the suprapatellar region and consequent difficulties in various steps of the TKA: in the access route, patellar eversion, positioning of separators, orientation of the cutting guides, and positioning of the implants, as well as more complex wound closing [7–10], resulting in longer tourniquet time. A suprapatellar index  $>1.6$  indicates patients with longer limbs and smaller suprapatellar perimeters with less operating difficulties.

Although the study has some limitations, since patient's anthropometric characteristics vary between populations, we believe that the results are valid for our patients.

Determination of preoperative BMI, together with evaluation of the knee morphology and determination of the suprapatellar index, identifies patients belonging to a subgroup of obese patients who may present greater operating difficulties. The specific value of 1.6 which determined greater difficulty in our patients would have to be calculated for each population group with different anthropometric characteristics, but we believe that the manner of determining it may be reproducible in other populations.

## References

1. Stickles B, Philips L, Brox WT, et al. Defining the relationship between obesity and total joint arthroplasty. *Obes Res.* 2001;9:219–23.
2. Bourne R, Mukhi S, Zhu N, et al. Role of obesity on the risk for total hip or knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 2007;465:185–8.
3. Guss D, Bhattacharyya T. Perioperative management of the obese orthopaedic patient. *J AAOS.* 2006;14:425–32.
4. Naik G. Surgeons weighty dilemma. *The Wall Street Journal.* 2006;28.
5. Fehring Th, Odum S, Griffin WL, et al. The obesity epidemic. *J Arthroplasty.* 2007;22 Supl 2:71–6.
6. Gilliespi GN, Proteus AJ. Obesity and knee arthroplasty. *The Knee.* 2007;14:81–6.
7. Winarsky R, Barth P, Lotke P. Total Knee Arthroplasty in morbidly obese patients. *J Bone Joint Surg.* 1998;80A:1770–4.

8. Booth RE Jr. Total Knee arthroplasty in the obese patient: tips and quips. *J Arthroplasty*. 2002;17 Suppl 1:69–70.
9. Rottman SJ, Dvorkin M, Gold D. Extramedullary versus intramedullary tibial alignment guides for total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2005;28:1445–8.
10. Krushell R, Fingerroth R. Primary total knee arthroplasty in morbidly obese patients. A 5-to-14-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2007;22 Suppl 1:77–80.
11. Amin AK, Patton JT, Cook RE. Does obesity influence the clinical outcome at five years following total knee replacement for osteoarthritis? *J Bone Joint Surg*. 2006;88B:335–40.
12. Miric A, Moe LimKahn B, et al. Perioperative morbidity following total knee arthroplasty among obese patients. *J Knee Surg*. 2002;15:77–83.
13. Patel VP, Walsh M, Shegal B, et al. Factors associated with prolonged wound drainage after primary total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg*. 2007;89A:33–8.
14. Foran JRH, Mont MA, Gracia E, et al. The outcome of total knee arthroplasty in obese patients. *J Bone Joint Surg*. 2004;86A:1609–15.
15. Foran JRH, Mont MA, Rajadhyaksha AD, et al. Total Knee arthroplasty in obese Group. *J Arthroplasty*. 2004;19:817–24.
16. Namba RS, Paxton L, Fithian D. Obesity and perioperative morbidity in total hip and total knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty*. 2005;20 Suppl 3:46–50.
17. Deshmukh RG, Hayes JH, Pinder IM. Does body weight influence outcome after total knee arthroplasty? A 1-Year Analysis. *J Arthroplasty*. 2002;17:315–9.
18. Spicer P, Schaper B, et al. Body mass index as a predictor of outcome in total knee replacement. *Int Orthop*. 2001;25:246–9.
19. Núñez M, Núñez E, del Val JL, et al. Health-related quality of life in patients with osteoarthritis after total knee replacement: factors influencing outcomes at 36 months of follow-up. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2007;15:1001–7.
20. Chen L, Peeters A, Magliano DJ, et al. Anthropometric measures and absolute cardiovascular risk estimates in the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle (AusDiab) Study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:740–5.
21. Rama R, Apsingi S, Poovali S, et al. Timing of tourniquet release in knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg*. 2007;89A:605–99.
22. Stürmer T, Günther KP, Brenner H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *J Clin Epidemiol*. 2000;53:307–13.
23. Powell A, Teichtahl AJ, Wluka AE, et al. Obesity a preventable risk factor for large joint osteoarthritis which may act through biomechanical factors. *Br J Sports Med*. 2005;39:4–5.
24. Messier SO, Gutekunst DJ, Davis C, et al. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Reum*. 2005;52:2026–32.
25. Focht BC, Rejeski WJ, Ambrosius WT, et al. Exercise, Self-efficacy, and mobility performance in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Reum*. 2005;53:659–65.
26. Nevitt MC. Obesity outcomes in disease management: clinical outcomes for osteoarthritis. *Obes Res*. 2002;10 Suppl 1:33–7.
27. Liu B, Balkwill E, Cooper C, et al. Relationship of height, weight and body mass index to the risk of hip and knee replacements in middle-aged women. *Rheumatology*. 2007;46:861–7.
28. Abbate LM, Stevens J, Schwartz TA, et al. Anthropometric measures, body composition, body fat distribution, and knee osteoarthritis in women. *Obesity*. 2006;14:1274–81.
29. Ding Ch, Cicuttini F, Scott F, et al. Knee structural alteration and BMI: a cross-sectional Study. *Obes Res*. 2005;13:350–61.
30. Wang Y, Wluka A, English D, et al. Body composition and knee cartilage properties in healthy, community-based adults. *Ann Rheum Dis*. 2007;66:1244–8.

