



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**EVALUACIÓN ERGONÓMICA  
DE LAS DIFERENTES  
POSICIONES DEL CIRUJANO  
ORTOPÉDICO PARA REALIZAR  
UNA ARTROPLASTIA TOTAL  
DE RODILLA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS  
LABORALES**

AUTORA: MARINA SÁNCHEZ ROBLES

TUTOR: RAFAEL PÉREZ SEDANO



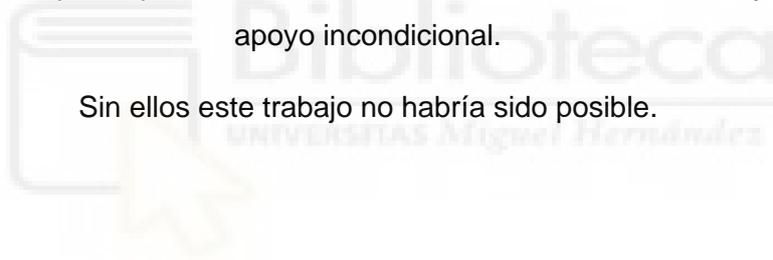
# AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia, en especial a los Drs. Lajara Marco y Díaz Martínez, por su colaboración activa para la realización de las simulaciones.

A Rafael Pérez Sedano por su tutelaje, tiempo y dedicación.

Por último, a Miguel Bastida Abril, graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, por mostrarme el software de edición de video y por su apoyo incondicional.

Sin ellos este trabajo no habría sido posible.







## **INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D. RAFAEL PÉREZ SEDANO, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado *'EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LAS DIFERENTES POSICIONES DEL CIRUJANO ORTOPÉDICO PARA REALIZAR UNA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA'* y realizado por la estudiante MARINA SÁNCHEZ ROBLES.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 19 DE JULIO DE 2021

Fdo.: Rafael Pérez Sedano  
Tutor TFM







## RESUMEN

**Justificación y objetivo:** La ergonomía y los factores de riesgo para trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo han sido ampliamente estudiados en diversos ámbitos de la industria, sin embargo, estas cuestiones no han preocupado en el ámbito sanitario hasta hace algunas décadas. Actualmente existen estudios que evalúan los riesgos ergonómicos en cirugías artroscópicas, pero no existe ningún estudio que determine el riesgo en cirugías abiertas. La artroplastia total de rodilla es una de las cirugías más frecuentes que realizan los cirujanos ortopédicos por lo que sería conveniente realizarla mediante una técnica ergonómicamente saludable. Más concretamente la artroplastia total de rodilla izquierda, donde existen diversas posiciones adoptadas por los diferentes profesionales. El objetivo de este trabajo es evaluar el riesgo ergonómico de estas posturas mediante el método REBA para determinar cual de las localizaciones conlleva menos riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

**Método:** Para la aplicación del método REBA en las 4 diferentes opciones de localización del cirujano, se dividió la cirugía de artroplastia total de rodilla en 12 pasos críticos definidos por las principales posturas adoptadas por el cirujano durante la intervención. Se realizaron simulaciones de la cirugía en las 4 posiciones y de ellas se obtuvieron imágenes de los 12 pasos. Con el software Kinovea se obtuvieron los ángulos para la aplicación del método REBA.

**Resultados y discusión:** La puntuación global del REBA en las cuatro opciones fue: 6.17, 5.75, 5.25 y 4.17 respectivamente para las opciones A, B, C, D.

**Conclusiones:** La posición más ergonómica de un cirujano diestro para realizar una artroplastia total de rodilla izquierda es colocarse de frente a la misma (posición D). No obstante, existen diferentes opciones de mejora como: regular correctamente la altura de la mesa según la tarea a realizar. Es fundamental implementar una correcta educación ergonómica en el periodo formativo de cirujanos ortopédicos.

### Palabras clave:

Ergonomía Laboral, Trastornos musculoesqueléticos, Evaluación postural, Cirujano ortopédico, Artroplastia total de rodilla.



# ÍNDICE

## Contenido

RESUMEN .....	1
Palabras clave:.....	1
ÍNDICE .....	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	5
1. JUSTIFICACIÓN .....	9
2. OBJETIVOS .....	11
3. INTRODUCCIÓN .....	12
3.1 Ergonomía .....	12
3.1.1 Definición .....	12
3.1.2 Ergonomía en el trabajo .....	13
3.1.3 Ergonomía en el quirófano .....	14
3.2 Trastornos musculoesqueléticos (TME) .....	14
3.2.1 Definición y factores de riesgo de los TME .....	14
3.2.2 Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral .....	15
3.2.3 Trastornos musculoesqueléticos relacionados con la actividad quirúrgica.....	16
3.2.4 Riesgos y trastornos musculoesqueléticos en cirujanos ortopédicos y traumatólogos .....	17
3.3 Artroplastia total de rodilla.....	18
3.3.1 Descripción de la técnica.....	18
3.3.2 Posición del cirujano durante la intervención.....	19
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	23
4.1 División de la intervención en pasos críticos .....	23
4.2 Grabación de simulaciones de intervención en las diferentes posiciones y obtención de las imágenes para el estudio.....	26
4.3 Método REBA.....	27
5. RESULTADOS .....	31

5.1 Evaluación ergonómica de la Opción A.....	31
5.2 Evaluación ergonómica de la Opción B.....	44
5.3 Evaluación ergonómica de la Opción C .....	57
5.4 Evaluación ergonómica de la Opción D .....	70
5.5 Tablas de resultados y comparativa.....	83
5.6 Instrumentos y agarre .....	85
5.7 Limitaciones.....	86
6. DISCUSIÓN .....	87
6.1 Análisis de la postura más recomendada para la intervención .....	87
6.2 Medidas preventivas.....	90
7. CONCLUSIONES.....	93
8. BIBLIOGRAFÍA .....	94



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Búsqueda de los términos "ergonomics factors in doctors" en Pubmed (13/07/2021).....	13
Ilustración 2: Herramientas más pesadas utilizadas en la cirugía de artroplastia total de rodilla. En las imágenes se muestra el peso en gramos. ....	19
Ilustración 3: Distribución más frecuente de los protagonistas de la artroplastia total de rodilla derecha. ....	19
Ilustración 4: Disposición de la "Opción A" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	21
Ilustración 5: Disposición de la "Opción B" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	21
Ilustración 6: Disposición de la "Opción C" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	22
Ilustración 7: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	22
Ilustración 8: Anatomía básica de la rodilla tras la exposición. ....	24
Ilustración 9: A la izquierda, guía de corte extramedular de tibia. A la derecha, guía de corte endomedular de fémur. ....	25
Ilustración 10: A la izquierda, corte distal femoral. A la derecha, corte anteroposterior femoral. ....	25
Ilustración 11: Colocación del implante tibial definitivo .....	26
Ilustración 12: Tablas para evaluación del Grupo A. Método REBA .....	28
Ilustración 13: Tablas para evaluación del Grupo B. Método REBA .....	29
Ilustración 14: tabla para obtener la puntuación final del Método REBA.....	30
Ilustración 15: Disposición de la "Opción A" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	31
Ilustración 16: Opción A, Posición 1. Incisión. ....	32
Ilustración 17: Opción A, Posición 2. Eversión de la rótula. ....	33
Ilustración 18: Opción A, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos. ....	34
Ilustración 19: Opción A, Posición 4. Guía de corte tibial.....	35
Ilustración 20: Opción A, Posición 5. Corte tibial .....	36
Ilustración 21: Opción A, Posición 6. Guía de corte femoral .....	37
Ilustración 22: Opción A, Posición 7. Corte distal femoral.....	38
Ilustración 23: Opción A, Posición 8. Corte anteroposterior femoral. ....	39
Ilustración 24: Opción A, Posición 9. Lavado.....	40

Ilustración 25: Opción A, Posición 10. Colocación de implante femoral definitivo.....	41
Ilustración 26: Opción A, Posición 11. Colocación del implante tibial definitivo.....	42
Ilustración 27: Opción A, Posición 12. Cierre.....	43
Ilustración 28: Disposición de la "Opción B" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	44
Ilustración 29: Opción B, Posición 1. Incisión. ....	45
Ilustración 30: Opción B, Posición 2. Eversión de rótula.....	46
Ilustración 31: Opción B, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos. ....	47
Ilustración 32: Opción B, Posición 4. Guía de corte tibial.....	48
Ilustración 33: Opción B, Posición 5. Corte tibial. ....	49
Ilustración 34: Opción B, Posición 6. Guía de corte femoral .....	50
Ilustración 35: Opción B, Posición 7. Corte distal femoral.....	51
Ilustración 36: Opción B, posición 8. Corte anteroposterior femoral.....	52
Ilustración 37: Opción B, Posición 9. Lavado.....	53
Ilustración 38: Opción B, Posición 10. Colocación implante femoral definitivo.....	54
Ilustración 39: Opción B, Posición 11. Colocación implante tibial definitivo. ....	55
Ilustración 40: Opción B, Posición 12. Cierre.....	56
Ilustración 41: Disposición de la "Opción C" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	57
Ilustración 42: Opción C, Posición 1. Incisión. ....	58
Ilustración 43: Opción C, Posición 2. Eversión de la rótula.....	59
Ilustración 44: Opción C, Posición 3. Liberación de meniscos y cruzados. ....	60
Ilustración 45: Opción C, Posición 4. Guía de corte tibial. ....	61
Ilustración 46: Opción C, Posición 5. Corte tibial. ....	62
Ilustración 47: Opción C, Posición 6. Guía de corte femoral.....	63
Ilustración 48: Opción C, Posición 7. Corte distal femoral. ....	64
Ilustración 49: Opción C, Posición 8. Corte anteroposterior femoral.....	65
Ilustración 50: Opción C, Posición 9. Lavado .....	66
Ilustración 51: Opción C, Posición 10. Colocación implante femoral definitivo.....	67
Ilustración 52: Opción C, Posición 11. Colocación implante tibial defintivo.....	68
Ilustración 53: Opción C, Posición 12. Cierre. ....	69
Ilustración 54: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda .....	70
Ilustración 55: Foto clínica de posicionador para flexión de la rodilla al final de la camilla, quitando la parte final de la pernera. Opción D.....	70

Ilustración 56: Opción D, Posición 1. Incisión.....	71
Ilustración 57: Opción D, Posición 2. Eversión de rótula.....	72
Ilustración 58: Opción D, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos.....	73
Ilustración 59: Opción D, Posición 4. Guía de corte tibial. ....	74
Ilustración 60: Opción D, Posición 5. Corte Tibial. ....	75
Ilustración 61: Opción D, Posición 6. Guía de corte femoral.....	76
Ilustración 62: Opción D, Posición 7. Corte distal femoral. ....	77
Ilustración 63: Opción D, Posición 8. Corte anteroposterior femoral.....	78
Ilustración 64: Opción D, Posición 9. Lavado. ....	79
Ilustración 65: Opción D, Posición 10. Colocación del implante femoral definitivo.....	80
Ilustración 66: Opción D, Posición 11. Colocación implante tibial definitivo. ....	81
Ilustración 67: Opción D, Posición 12. Cierre. ....	82
Ilustración 68: Significado de las Siglas utilizadas en las tablas. ....	83
Ilustración 69: Herramientas más pesadas utilizadas en la cirugía de artroplastia total de rodilla. En las imágenes se muestra el peso en gramos.....	86
Ilustración 70: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda.....	87
Ilustración 71: Tabla con las mejores posiciones de la opción D. ....	88
Ilustración 72: Tabla con las posiciones con menor riesgo ergonómico, en comparativa con las demás opciones.....	88
Ilustración 73: Tabla con las posiciones a mejorar en la opción D.....	89
Ilustración 74: Pasos que podría realizar el cirujano ayudante. ....	89
Ilustración 75: Altura de plano de trabajo con respecto a la altura del codo.....	91



## 1. JUSTIFICACIÓN

La ergonomía es una ciencia que pretende adaptar cada puesto de trabajo al trabajador. Esta ciencia se ha desarrollado ampliamente en el ámbito industrial y de ahí se ha extendido a otros ámbitos profesionales, como el ámbito sanitario. La preocupación ergonómica con respecto a los cirujanos ha ido aumentando en la última década, así lo demuestra la búsqueda de estudios relacionados en la base de datos bibliográfica más importante en medicina, MEDLINE. En algunos estudios se comparan las condiciones laborales que soportan los cirujanos con las de ciertos trabajadores industriales(1) pero, actualmente, no existe una importante investigación sobre los riesgos ergonómicos en la actividad de estos profesionales sanitarios, ni sobre las medidas a tomar frente a dichos riesgos(2).

Los médicos de especialidades intervencionistas presentan numerosos riesgos laborales, entre ellos riesgos ergonómicos derivados de largas jornadas de trabajo con posturas forzadas y mantenidas, maniobras repetitivas, periodos prolongados en bipedestación y falta de medidas ergonómicas en los instrumentos quirúrgicos(1). Así, todos los estudios muestran que más de la mitad de los cirujanos presentan problemas musculoesqueléticos derivados de su actividad laboral. (entre el 67% y más del 80% según los diferentes estudios(1-4)).

Clásicamente la preocupación ergonómica en el ámbito quirúrgico se ha centrado en los pacientes, dejando a un lado la salud musculoesquelética, el autocuidado y el bienestar de los profesionales(3). Actualmente, ya comienzan a aparecer estudios que nos muestran la importancia sobre concienciar a los cirujanos de la importancia de la ergonomía en su trabajo.

Dentro de las especialidades quirúrgicas los cirujanos ortopedas y traumatólogos son profesionales en los que la carga física del trabajo es, si cabe, más pronunciada: quirófanos que requieren posturas incómodas y forzadas, maniobras que requieren cierto grado de fuerza, herramientas relativamente pesadas... entre otras son los factores que se debe de tener en cuenta al valorar los riesgos ergonómicos de los cirujanos ortopédicos y traumatólogos(4).

A pesar del alto porcentaje de profesionales sanitarios afectados por dolores musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, muy pocos buscan soluciones. Quizá porque se vea como un signo de debilidad frente a otros compañeros o porque se considera consecuencia intrínseca de la profesión, los cirujanos no son conscientes de su problema. Esto, unido a la falta de formación ergonómica hacen que sea una cuestión poco estudiada.

Dentro de la especialidad de Cirugía Ortopédica y Traumatología una de las cirugías más frecuentes es la artroplastia total de rodilla. En España se implantaron 25000 prótesis de rodilla en el año 2000(5) y este número va incrementándose a lo largo de los años, debido el aumento de prevalencia de artrosis por el envejecimiento poblacional.

En este trabajo se realiza un estudio ergonómico mediante el método REBA de la postura del cirujano ortopédico diestro a la hora de realizar una prótesis de rodilla izquierda, desde diferentes posiciones con respecto a la rodilla del paciente para evaluar cuál es la posición que presenta menos riesgos a la hora de realizar dicha intervención.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo es evaluar, cuál de las posiciones adoptadas por un cirujano ortopeda diestro es la más beneficiosa a la hora de realizar una artroplastia total de rodilla izquierda.

Como objetivos secundarios se prevé detectar determinadas posiciones durante la realización de la intervención que requieran de correcciones ergonómicas y se propondrán diferentes medidas para disminuir los riesgos ergonómicos del cirujano ortopédico en quirófano.



## 3. INTRODUCCIÓN

### 3.1 Ergonomía

#### 3.1.1 Definición

Etimológicamente ergonomía procede del griego donde “ergos” significa actividad o trabajo y “nomos” significa normas o principios. Deducimos de ello que la ergonomía es la ciencia que estudia las normas bajo las que debe realizarse un trabajo. No obstante, existen numerosas definiciones para este concepto, entre otras:

Carpenter expuso una de las primeras en el 1961, describiendo la ergonomía como “La aplicación conjunta de ciencias biológicas y de la ingeniería par a asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su propio bienestar”.

Posteriormente Favergé en 1970 definió ergonomía como “el análisis de los procesos industriales, centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento(6).

En estas definiciones podemos ver como la ergonomía no estudia aisladamente ni al hombre ni a los procesos, sino que estudia la mejor relación entre ambos.

Por último, especial mención para la definición americana ergonomía, allí conocido como “human engineering”: “esfuerzo que busca acoplar a los seres humanos con las máquinas de forma que la combinación resultante sea confortable, segura y más eficiente”(6).

En resumen, podemos concluir que la ergonomía es la ciencia que busca adaptar las herramientas y el ambiente a la persona para proteger su bienestar y, de forma secundaria, mejorar sus resultados.

Por tanto, la ergonomía es una ciencia multidisciplinar que involucra a un amplio abanico de ámbitos profesionales: diseñadores, ingenieros, médicos, ... A su vez, existen diferentes dominios dentro de la ergonomía: ergonomía de sistemas, ergonomía ambiental, ergonomía geométrica, ergonomía temporal, ergonomía de las organizaciones... Existiendo principalmente dos ámbitos de aplicación para la ergonomía: el diseño de productos y el diseño del puesto de trabajo(7).

### 3.1.2 Ergonomía en el trabajo

La aplicación más frecuente de la ergonomía, históricamente, ha sido el diseño del puesto de trabajo(7): teniendo en cuenta aspectos como el material y herramientas adecuados, correcta disposición de los elementos, posturas apropiadas para evitar el estrés postural... pero también, el diseño de las condiciones ambientales, que permitan mantener el bienestar del trabajador. Es decir, la ergonomía clásicamente se ha aplicado desde el campo de la prevención de riesgos laborales.

Así ocurre desde el “nacimiento oficial” de la Ergonomía como disciplina científica el 12 de Julio del 1949 en Londres, tras fundarse un grupo interdisciplinario preocupado por los problemas laborales humanos dirigido por un psicólogo inglés, Murrel.

Así, la ergonomía como herramienta de prevención de riesgos laborales se ha desarrollado ampliamente en ámbitos como la industria y otras profesiones en las hay una clara evidencia de la relación máquina-persona. Siendo olvidada en otros ámbitos, como en el ámbito sanitario.

No obstante, en las últimas décadas ha habido un aumento de la preocupación y del estudio de factores ergonómicos en profesiones sanitarias, así lo demuestra la búsqueda de bibliografía relacionada en la base de datos bibliográfica más importante en medicina, MEDLINE. (Ilustración 1)

#### RESULTS BY YEAR

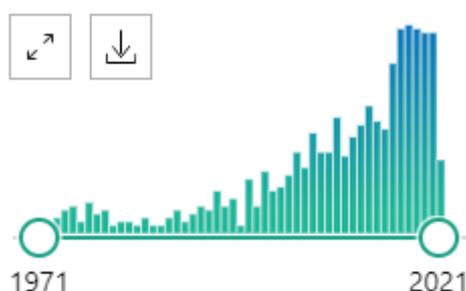


Ilustración 1: Búsqueda de los términos "ergonomics factors in doctors" en Pubmed (13/07/2021)

Así, actualmente comenzamos a obtener datos sobre los diferentes riesgos ergonómicos y las posibles medidas preventivas a adoptar, en profesiones como celadores, auxiliares, enfermeros y médicos.

### 3.1.3 Ergonomía en el quirófano

Dentro de la ergonomía laboral, la ergonomía quirúrgica tiene ciertas peculiaridades. Dentro del quirófano se realizan cirugías, procesos que en sí mismos son estresantes, y no solo hay que tener en cuenta la ergonomía para el bienestar de los profesionales, sino que dicho bienestar puede influir en el paciente que está siendo intervenido(8). Existen diversas normas que regulan los actos quirúrgicos: sobre obligaciones legales de cada miembro del equipo, responsabilidades profesionales, registro de datos en la historia clínica del paciente, derechos del paciente, principios éticos... pero en ninguna de ellas se menciona la distribución o el diseño de las áreas quirúrgicas. Para plantear el diseño de un quirófano debemos comprender ampliamente los procesos realizados, la tecnología y herramientas utilizadas, así como, los roles de los diferentes miembros del equipo quirúrgico.

A pesar de la importancia de esta cuestión, actualmente se encuentran pocos estudios que sugieran modelos o pautas para el diseño ergonómico de los quirófanos(8).

## 3.2 Trastornos musculoesqueléticos (TME)

### 3.2.1 Definición y factores de riesgo de los TME

Un trastorno musculoesquelético (TME) es cualquier dolencia o alteración que afecte a músculos, huesos, ligamentos, tendones, nervios, sistema circulatorio y/o articulaciones. Estos TME tienen una amplia prevalencia, aumentando su incidencia con la edad. Su gravedad es variable, pudiendo cronificarse e interferir en el desarrollo de las actividades habituales del individuo. Estos trastornos musculoesqueléticos, además de con la edad, están influidos por otros factores como las tareas realizadas por el sujeto (tanto el tipo como la intensidad), estilo de vida, historia familiar, ... relacionándose con actividades como: permanecer sentado durante mucho tiempo, posiciones estáticas mantenidas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas pesadas o mala higiene postural durante la ejecución de tareas. La mayor parte de los TME no tienen una única causa, sino que suelen tener un origen multifactorial, con efecto acumulativo de diferentes factores a lo largo del tiempo(9).

### 3.2.2 Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA) los trastornos musculoesqueléticos son una de las afecciones más frecuentes originadas por el trabajo. Los padecen millones de trabajadores europeos y, por ello, suponen un coste millonario para las empresas, al ser una de las principales causas de absentismo laboral. En la misma línea la Organización Internacional de los Trabajadores (OIT) destaca que los TME se localizan entre las principales preocupaciones en cuanto a salud laboral(10).

Pese a los intentos de prevenir estos trastornos musculoesqueléticos en las últimas décadas (mediante diferentes proyectos, campañas...) el número de afectados no se ha disminuido. Es por eso que la EU-OSHA emprendió un proyecto de investigación para buscar la explicación y descubrir las lagunas tanto de las propuestas anteriores como de su aplicación que desemboca en un informe que condensa las conclusiones obtenidas publicado el pasado 05/06/2020(11).

Los factores de riesgo para los TME de origen laboral se corresponden con los expuestos anteriormente para los trastornos musculoesqueléticos en general:

- Factores relacionados con la actividad (factores de riesgo físicos y biomecánicos):
  - o Posición en sedestación o bipedestación prolongada y mantenida
  - o Rápido ritmo de trabajo.
  - o Manipulación de cargas (cargas pesadas o cuya manipulación requiere flexión o giro del cuerpo)
  - o Movimientos repetitivos
  - o Condiciones ambientales: mala iluminación, vibraciones, temperaturas extremas, ruido...
  
- Factores relacionados con la organización del trabajo (factores de riesgo psicosociales):
  - o Alto nivel de exigencia al trabajador y bajo nivel de autonomía.
  - o Introducción de nuevas tecnologías.
  - o Falta de descansos o cambios de actividad o postura durante la jornada laboral.
  - o Malas relaciones o problemas con los compañeros de trabajo.
  - o Trabajo a turnos o largas jornadas laborales.
  - o Baja satisfacción personal respecto al trabajo.

- Factores relacionados con el individuo:
  - o Antecedentes médicos
  - o Forma física
  - o Hábitos y estilo de vida

### 3.2.3 Trastornos musculoesqueléticos relacionados con la actividad quirúrgica

Los profesionales sanitarios son uno de los colectivos más afectados por las lesiones o trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (8). Dentro del estamento médico los cirujanos son uno de los colectivos más castigados por estas afecciones. Diferentes circunstancias como: falta de flexibilidad de ajuste en la camilla quirúrgica, colocación inadecuada de pantallas de visualización o falta de ergonomía en el diseño de las herramientas quirúrgicas pueden desencadenar estas dolencias.

Dentro de los principales síntomas y lesiones musculoesqueléticas relacionadas con la actividad quirúrgica la evidencia nos muestra que más de la mitad de los cirujanos presentan este tipo de afecciones (entre el 67% y más del 80% según los diferentes estudios(1-4)). Stucky et al., tras realizar una revisión sistemática con meta-análisis, concluyeron que un 68% de los cirujanos presentaban dolor generalizado y un 71% fatiga física. Dentro de las diferentes LME las localizaciones más frecuentes fueron dolor de espalda (50%), de cuello (48%) y de brazo u hombro (43%) (12) siendo éstas las localizaciones más frecuentes de problemas musculoesqueléticos encontradas en todos los estudios(1,4,13). La alta prevalencia de estas lesiones es agravada por el escaso porcentaje de notificación de estos problemas por parte de los profesionales (1,4,13).

Por otro lado, al comparar entre los cirujanos que realizan cirugía abierta y aquellos que practican cirugía mínimamente invasiva (MIS) encontramos que existen mayores probabilidades de presentar dolencias en miembros superiores en las cirugías MIS. Existen diversos estudios donde se han relacionado las cirugías laparoscópicas o artroscópicas con la aparición de estos trastornos musculoesqueléticos. Estas técnicas presentan riesgos debido a la adopción de posturas forzadas mantenidas durante largos tiempos quirúrgicos, con un instrumental muy especializado en cuanto a la acción a llevar a cabo, pero con un escaso desarrollo ergonómico, movilidad reducida a través de los pequeños portales de trabajo, y todo esto, unido a la necesidad de visualización de imágenes a tiempo real a través de un monitor(14).

### 3.2.4 Riesgos y trastornos musculoesqueléticos en cirujanos ortopédicos y traumatólogos

El especialista en cirugía ortopédica y traumatología se expone durante su vida activa a abundantes riesgos laborales: exposición a humos, inhalación de sustancias químicas tóxicas, lesiones punzantes o cortantes con instrumentos intervencionistas (agujas o bisturís), exposición a microorganismos patógenos, a radiación ionizante, trastornos musculoesqueléticos...

Aunque los TME son frecuentes en todas las especialidades intervencionistas y quirúrgicas, son especialmente prevalentes en el caso de los cirujanos ortopédicos.

La cirugía ortopédica y traumatología es una especialidad muy física, cuyas técnicas requieren cierto grado de fuerza y resistencia por los facultativos que las practican(15). Aproximadamente dos tercios de los cirujanos ortopédicos y traumatólogos presenta alguna afección musculoesquelética vinculada con su trabajo, a lo largo de su vida profesional. Este hecho probablemente está relacionado tanto a la carga física de las cirugías de esta especialidad (largos tiempos quirúrgicos, movimientos repetitivos...) junto a una mala higiene postural y ergonomía en su realización. De hecho, se ha demostrado que es posible reducir el riesgo de desarrollar estos TME implementando un proceso ergonómico(15).

El auge de la cirugía artroscópica y el aumento de sus aplicaciones en cirugía ortopédica y traumatología ha propiciado un aumento de la preocupación por los riesgos ergonómicos de estas técnicas para el cirujano. Sin embargo, encontramos escasos trabajos que estudien los riesgos ergonómicos en otras técnicas quirúrgicas abiertas y que nos planteen posibilidades de acciones preventivas para mejorar la salud musculoesquelética de los traumatólogos.

## 3.3 Artroplastia total de rodilla

### 3.3.1 Descripción de la técnica

La artroplastia total de rodilla es una de las cirugías más frecuente de la especialidad en Cirugía Ortopédica y Traumatología. En España se implantaron 45.000 prótesis de rodilla en el año 2014(16), número que se ha ido creciendo a lo largo de los años (en 2000 fueron 25.000(5)), debido el aumento de prevalencia de artrosis por el envejecimiento poblacional y al aumento de las demandas funcionales de las personas de edad. A lo largo del período 2003-2017, las intervenciones de artroplastia de rodilla aumentaron un 67% según los datos del Instituto Aragonés de Ciencias Sanitarias.

El término artroplastia proviene etimológicamente del griego “arthron” – coyuntura y “plastos” – modelado, es decir, podríamos definirlo como “remodelado o reconstrucción de una coyuntura (articulación)”.

La cirugía de sustitución articular de rodilla por una prótesis total de rodilla suele indicarse en pacientes que presentan una degeneración importante del cartílago articular, dicho de otro modo, una gonartrosis (artrosis de rodilla). El objetivo principal de esta cirugía es disminuir o eliminar el dolor del paciente, conservar una buena movilidad de la articulación y, con ello, mejorar la calidad de vida del paciente.

Esta cirugía consiste en sustituir las carillas articulares del fémur y la tibia por unos implantes metálicos que se articulan entre sí a través de un competente de polietileno situado entre ambos. Es una cirugía con cierta exigencia física en la que se utilizan herramientas de cierto peso como: un motor para la sierra y las brocas, y un martillo (Ilustración 2). Se realizan movimientos repetitivos, principalmente a la hora de modelar el hueso y de colocar los implantes definitivos. El tiempo quirúrgico puede variar entre 60 y 120 minutos, en función de muchos factores (experiencia del cirujano, grado de conocimiento del implante utilizado, uso o no de isquemia, tipo de cierre de herida quirúrgica, calidad ósea del paciente, deformidad previa de la rodilla...)

El cirujano ortopédico debe estar totalmente familiarizado con esta cirugía ya que forma parte de la práctica habitual de dicha especialidad, por tanto, debería llevarse a cabo de la manera más ergonómica posible para evitar problemas musculoesqueléticos.



Ilustración 2: Herramientas más pesadas utilizadas en la cirugía de artroplastia total de rodilla. En las imágenes se muestra el peso en gramos.

### 3.3.2 Posición del cirujano durante la intervención.

En la cirugía de artroplastia total de rodilla derecha, en un cirujano diestro, la colocación más habitual y extendida entre los ortopedas es la siguiente (Ilustración 3):

- El cirujano principal se sitúa a la derecha del paciente a nivel de su rodilla.
- El o los ayudantes se colocan en el lado izquierdo
- El instrumentista se sitúa a los pies del paciente.

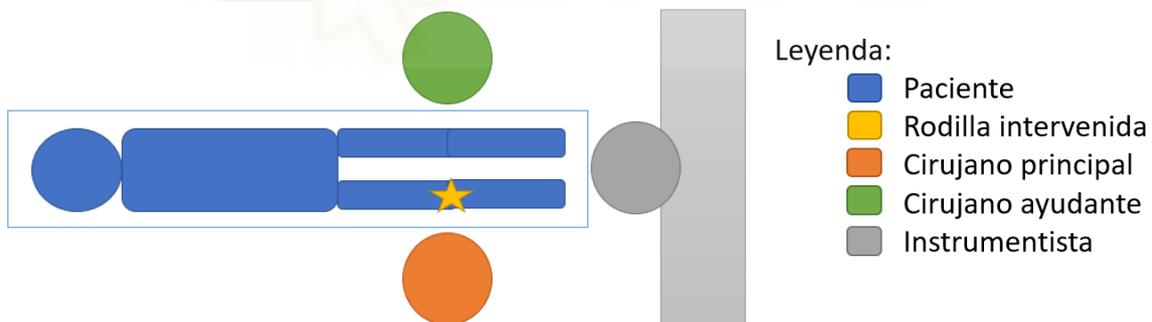


Ilustración 3: Distribución más frecuente de los protagonistas de la artroplastia total de rodilla derecha.

No obstante, algunos profesionales prefieren colocarse de frente a la rodilla y se colocan a los pies del paciente.

La rodilla del paciente, durante la intervención, variará entre 3 posiciones diferentes: extensión completa, flexión máxima y flexión de 90<sup>a</sup>.

La cuestión aparece cuando un cirujano ortopédico diestro se dispone a realizar una artroplastia total de rodilla izquierda. La misma duda se presentaría ante un ortopeda zurdo

con una artroplastia de rodilla derecha. De aquí en adelante, el trabajo se referirá a un cirujano diestro realizando una artroplastia total de rodilla izquierda, salvo que se indique lo contrario.

Ante esta situación, existen principalmente cuatro posiciones diferentes adoptadas por los profesionales (tomando como referencia al Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario Reina Sofía de Murcia)

**Opción A** (Ilustración 4): misma colocación que si se realizara una artroplastia derecha. La ventaja de este abordaje es que la mano dominante se utiliza en el mismo sentido que en la artroplastia de rodilla derecha. El principal inconveniente es que existe un espacio mayor entre el cirujano y la rodilla a intervenir (ocupado por la pierna derecha del paciente y la parte de la camilla que la sostiene).

**Opción B** (Ilustración 5): el cirujano principal se coloca a la izquierda del paciente, el ayudante a la derecha y el instrumentista a los pies del paciente. En este caso, el cirujano se sitúa más cercano a la rodilla que va a intervenir, pero se encuentra “a mano cambiada”, por lo que deberá inclinar y girar el tronco para conseguir posicionar correctamente su mano derecha.

**Opción C** (Ilustración 6): Se separan las piernas del paciente de tal manera que el cirujano principal se coloca entre ambas, a la derecha de la pierna izquierda; el ayudante a la izquierda del paciente y el instrumentista a los pies. En este caso la mano derecha puede actuar en su “sentido natural” y el cirujano se encuentra a una menor distancia de la rodilla a intervenir que en la opción A (ya que se salva la separación producida por la pierna derecha del paciente)

**Opción D** (Ilustración 7): En este último caso, el cirujano principal se coloca de frente a la rodilla a izquierda del paciente (a los pies), el ayudante se coloca a la izquierda del paciente y el instrumentista entre ambos. La pierna no intervenida puede alejarse del campo mediante varias alternativas: bajando la pernera, abriéndola hacia la derecha, colocando una pernera móvil para elevar y abducir la pierna, ...). Los profesionales que defienden esta posición argumentan que la principal ventaja es que se puede utilizar en ambas rodillas, por lo que obtienes la misma visión de las estructuras. Es decir, en esta localización el cirujano ve de frente la rodilla (aunque en una artroplastia derecha las estructuras mediales se localizarán a la derecha del cirujano y en una artroplastia izquierda las mismas se localizarán a la izquierda del facultativo); sin embargo, cuando el cirujano se coloca a la derecha de la rodilla a intervenir obtendrá una visión desde externo para la rodilla derecha y desde interno para la rodilla izquierda.

En medicina, al igual que en otros ámbitos, cuando existen múltiples técnicas o fórmulas para llegar a un mismo fin, es porque ninguna de ellas ha demostrado ser claramente mejor. Sin embargo, aunque la posición del cirujano durante la cirugía parezca no tener efectos directos sobre el resultado de la cirugía o la evolución del paciente, puede tener un efecto indirecto al influir sobre el bienestar del profesional. Es por esto que nos planteamos un estudio ergonómico para determinar, dentro de las principales posiciones quirúrgicas, cuál es más segura ergonómicamente para los facultativos.

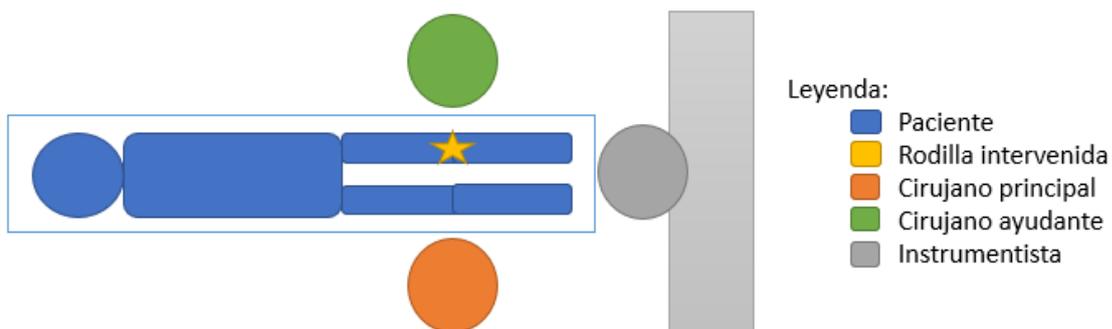


Ilustración 4: Disposición de la "Opción A" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda



Ilustración 5: Disposición de la "Opción B" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

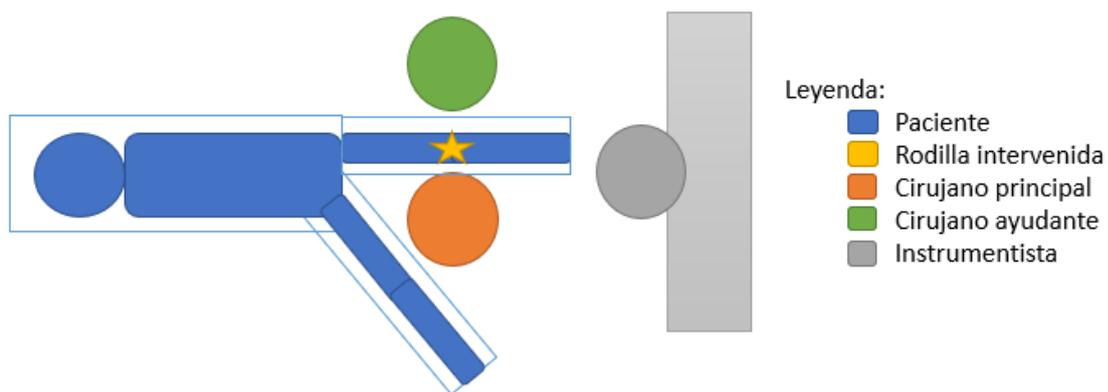


Ilustración 6: Disposición de la "Opción C" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

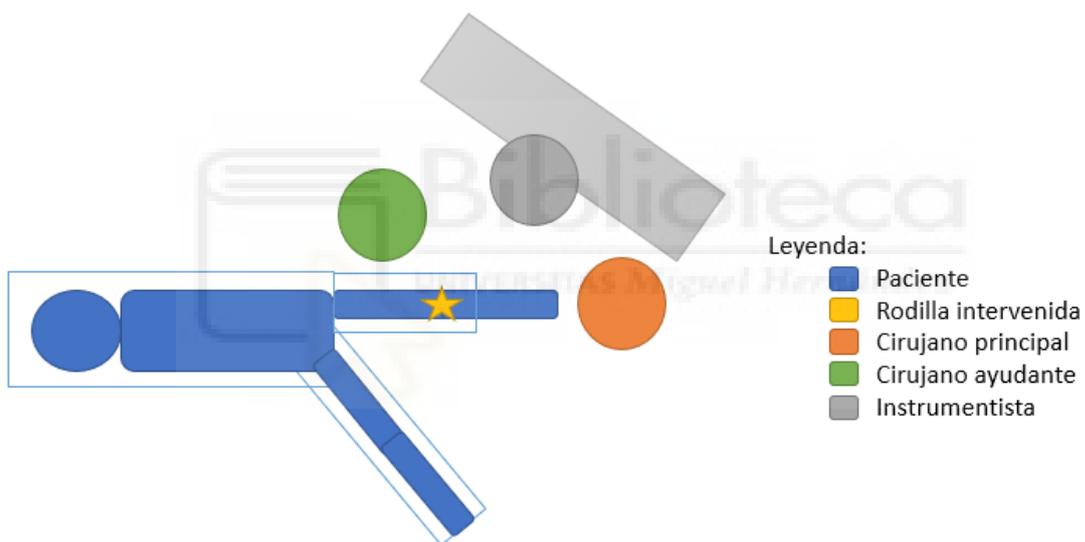


Ilustración 7: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio el primer paso fue contextualizar nuestra cuestión. Para ello se realizó una búsqueda bibliográfica en Pubmed y el Google Academics. No encontrando ningún trabajo que hiciese específicamente de una evaluación ergonómica de la posición de un cirujano ortopeda en una cirugía concreta.

A continuación, se dividió la intervención quirúrgica a evaluar en 12 pasos principales para evaluar las posturas fundamentales adoptadas por el traumatólogo durante la realización de la técnica.

Tras plantear el estudio, se realizaron 4 simulaciones de la cirugía de artroplastia total de rodilla izquierda por un cirujano diestro en las diferentes opciones de posición del mismo.

De estas simulaciones se obtuvieron las imágenes para estudiar la postura del facultativo en las 12 ubicaciones correspondientes a cada uno de los pasos críticos de la cirugía.

Posteriormente se utilizó el software informático “Kinovea” para la medición de los ángulos necesarios para la aplicación del método de evaluación ergonómica REBA.

Tras la aplicación del método de evaluación de la carga postural REBA (Rapid Entire Body Assessment) se obtuvieron las tablas de resultado mostradas más adelante en este trabajo.

### 4.1 División de la intervención en pasos críticos

Para la realización de este trabajo tomamos como modelo la práctica de los facultativos especialistas del Hospital Universitario Reina Sofía de Murcia donde mayoritariamente se implantan prótesis totales de rodilla PS (estabilizadas a posterior) y no se realiza el recambio patelar. Las imágenes se han obtenido de la técnica quirúrgica de uno de los implantes utilizados en este servicio (Prótesis total de rodilla primaria Sigma, de la compañía de dispositivos médicos DePuy Synthes). Los pasos críticos estudiados para la realización de este análisis fueron los siguientes(17):

1. Incisión (I): En este paso el cirujano realiza la apertura de los diferentes planos hasta descubrir la articulación de la rodilla.
2. Eversión de la Rótula (ER): para una buena exposición de la rodilla, mediante el abordaje tradicional, se requiere realizar una eversión de la patela, para ello el ortopedista realiza una liberación del tendón rotuliano y una extirpación de la grasa de Hoffa (almohadilla grasa que se encuentra entre la tibia y el tendón rotuliano).

3. Liberación de Cruzados y Meniscos (LCM): el profesional necesita una adecuada exposición de la superficie articular tibial, por lo que se realiza una liberación y exéresis de los ligamentos cruzados y los meniscos (Ilustración 8).



*Ilustración 8: Anatomía básica de la rodilla tras la exposición.*

4. Guía de Corte Tibial (GCT): para modelar la superficie tibial se coloca una guía de corte extramedular (como la que se muestra en la Ilustración 9).
5. Corte tibial (CT): una vez ajustada la guía según la técnica quirúrgica se fija mediante unos pines y a través de la ranura que presenta se introduce una sierra para cortar la superficie articular proximal de la tibia.
6. Guía de Corte Femoral (GCF): al contrario que en la tibia, la guía de corte femoral es endomedular (es decir, transcurre por dentro del hueso), para colocarla hay que realizar un brocado desde la superficie articular orientado hasta el trocánter mayor de fémur e introducir una “espada” que nos guía la plantilla de corte hasta que esta apoye en la superficie femoral (Ilustración 9).
7. Corte Distal Femoral (CDF): para modelar la superficie femoral que es esférica debemos realizar cortes en diferentes planos. El primer corte que se realiza es el distal que determinará la separación o GAP en la nueva articulación durante la extensión (Ilustración 10).
8. Corte Anteroposterior Femoral (CAF): tras la realización del corte distal se coloca de nuevo otra plantilla mediante una serie de pasos y mediciones. Esta nueva plantilla nos permitirá realizar corte anterior y posterior en el fémur que nos determinará la separación o GAP en flexión de la rodilla. Además, se realizan unos cortes llamados “chafanes” anterior y posterior para que el hueso se adapte correctamente a la prótesis metálica (Ilustración 10).

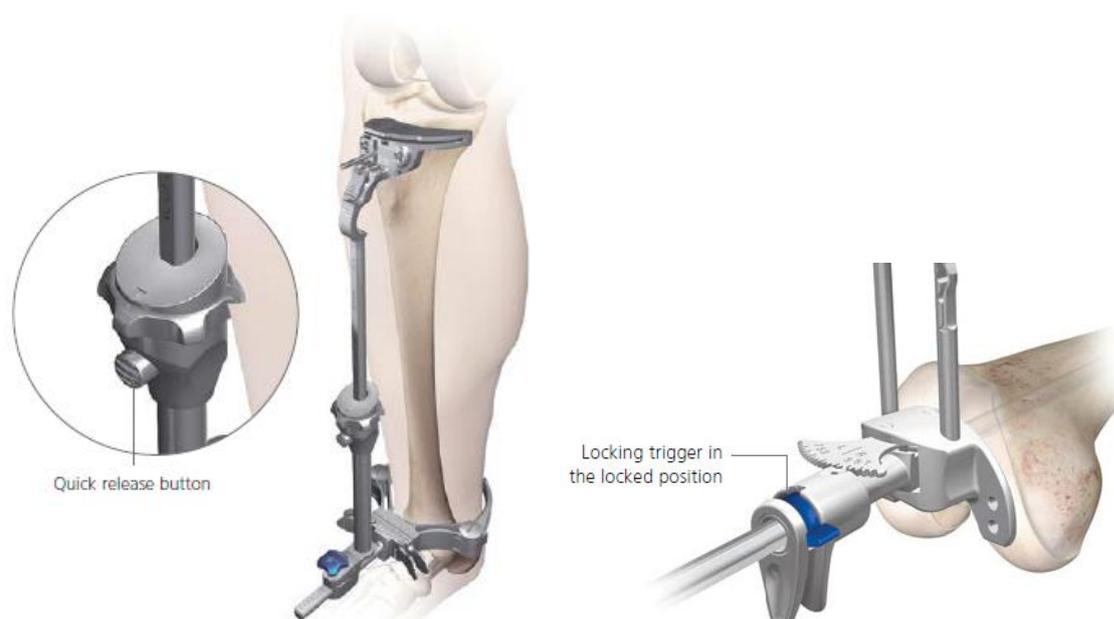


Ilustración 9: A la izquierda, guía de corte extramedular de tibia. A la derecha, guía de corte endomedular de fémur.



Ilustración 10: A la izquierda, corte distal femoral. A la derecha, corte anteroposterior femoral.

9. Lavado (L): tras la realización de los cortes óseos se realiza un lavado abundante de la cavidad para disminuir al máximo el riesgo de infección y para limpiar los espacios entre las trabéculas óseas, del hueso esponjoso, donde debe intercalarse el cemento que fija la prótesis metálica al hueso.
10. Colocación del Implante Femoral definitivo (CIF): Una vez listo el cemento se procede a colocar los implantes metálicos definitivos, pueden colocarse indistintamente primero el fémur o la tibia. Tras la colocación se realiza su impactación mediante golpes de martillo y se retiran los restos de cemento sobrante (Ilustración 11).
11. Colocación del Implante tibial definitivo (CIT). Mismo proceso que para implantar el femoral (Ilustración 12).

12. Cierre (C): Por último, se coloca el polietileno entre los dos implantes y se realiza un cierre de los diferentes planos abiertos (cápsula articular, subcutáneo y piel).



Ilustración 11: Colocación del implante femoral definitivo



Ilustración 11: Colocación del implante tibial definitivo

#### 4.2 Grabación de simulaciones de intervención en las diferentes posiciones y obtención de las imágenes para el estudio.

Con la colaboración de dos voluntarios del equipo de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Reina Sofía de Murcia (un facultativo especialista de área y un médico interno residente) se realizaron cuatro videos donde simuló la cirugía de artroplastia total de rodilla izquierda llevada a cabo por un cirujano diestro en las diferentes opciones de distribución explicadas anteriormente.

A continuación, se utilizó el software informático Kinovea: reproductor y editor de vídeo creado para análisis deportivo. Dispone de herramientas para capturar, ralentizar, medir ángulos, anotar... en el vídeo. Con dicho programa se obtuvieron las doce imágenes correspondientes a los doce pasos críticos a estudiar de cada simulación. Tras ello, se procedió a la medición de los ángulos para cuello, piernas, tronco, brazo, antebrazo y muñeca; requeridos para la aplicación del método de evaluación de las condiciones de trabajo: carga física REBA.

### 4.3 Método REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) descrito en la NTP 601(18) es una herramienta para la evaluación de la carga postural del trabajo. Surgió en la búsqueda de un modelo sensible para valorar las posturas forzadas que se dan frecuentemente en las tareas de manipulación de personas (personal sanitario, cuidadores...) aunque es igualmente aplicable a cualquier sector o actividad. Su objetivo principal es realizar un análisis postural sensible para los riesgos musculoesqueléticos; es decir, nos informa del riesgo de padecer un trastorno musculoesquelético relacionado con una determinada postura. Para ello, divide el cuerpo en áreas o segmentos que se codifican individualmente. Tiene en cuenta factores de corrección para posturas estáticas y movimientos repetitivos, además de para posturas inestables o cambios posturales bruscos. Valora también el tipo de agarre de la carga. Finalmente, el resultado es una puntuación que nos manifiesta si es preciso emprender acción, y con qué nivel de urgencia.

Este método, para su aplicación, divide los segmentos corporales en 2 grupos.

Grupo A: donde se analiza el cuello, el tronco y las piernas.

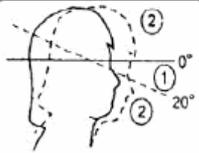
Grupo B: donde se analizan los brazos, antebrazos y muñecas.

Aporta una serie de tablas con imágenes esquemáticas que te guían para obtener una puntuación de cada segmento y una global para el grupo A (Ilustración 12) y el grupo B (Ilustración 13). Posteriormente se obtiene una puntuación A que se corresponderá a la puntuación de la tabla A más el factor de corrección por la carga; y una puntuación B que será la suma de la puntuación obtenida en la tabla B y el factor de corrección por el agarre.

**Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco**

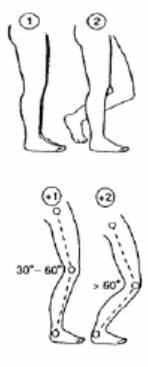
**CUELLO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o en extensión	2	



**PIERNAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)

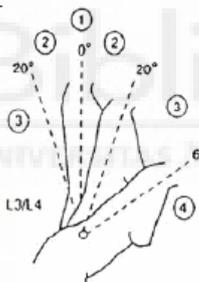


**TABLA A**

		TRONCO					
		1	2	3	4	5	
CUELLO	1	1	1	2	2	3	4
		2	2	3	4	5	6
		3	3	4	5	6	7
		4	4	5	6	7	8
	2	1	1	3	4	5	6
		2	2	4	5	6	7
		3	3	5	6	7	8
		4	4	6	7	8	9
	3	1	3	4	5	6	7
		2	3	5	6	7	8
		3	5	6	7	8	9
		4	6	7	8	9	9

**TRONCO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



**Resultado TABLA A**

**CARGA / FUERZA**

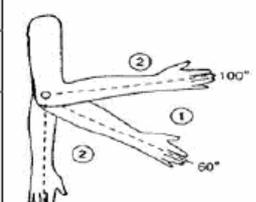
0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca

Ilustración 12: Tablas para evaluación del Grupo A. Método REBA

**Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas**

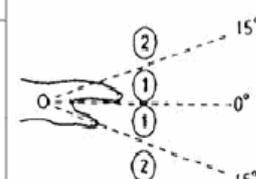
**ANTEBRAZOS**

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
flexión < 60° o > 100°	2



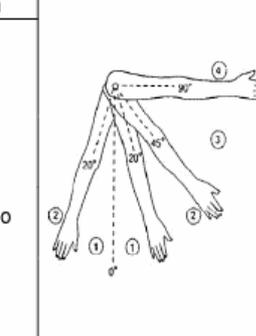
**MUÑECAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	



**BRAZOS**

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay abducción o rotación.
>20° extensión	2	+ 1 si hay elevación del hombro.
flexión 20°-45°	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
flexión 45°-90°	3	
>90° flexión	4	



**TABLA B**

MUÑECA		BRAZO						
		1	2	3	4	5	6	7
ANTEBRAZ	0	1	1	1	3	4	6	7
		2	2	2	4	5	7	8
		3	2	3	5	5	8	8
	1	1	1	2	4	5	7	8
		2	2	3	5	6	8	9
		3	3	4	5	7	8	9

**Resultado TABLA B**

**AGARRE**

0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual Inaceptable usando otras partes del cuerpo

Ilustración 13: Tablas para evaluación del Grupo B. Método REBA

A continuación, se consigue la puntuación final mediante la tabla C (relacionando la puntuación A con la B), que puede corregirse por factores de actividad (posturas estáticas, movimientos repetitivos o cambios posturales/ posturas inestables).

Así, la puntuación final nos indicará el nivel de acción a emprender.

**TABLA C**  
**Puntuación B**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**Corrección: Añadir :**

- +1 si Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
- +1 si Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.
- +1 si Cambios posturales importantes o posturas inestables.

*Ilustración 14: tabla para obtener la puntuación final del Método REBA.*

Según la puntuación el nivel de acción será:

- 1: No necesario
- 2-3: Puede ser necesario
- 4-7: Necesario
- 8-10: Necesario pronto
- 11-15: Actuación inmediata

## 5. RESULTADOS

En las siguientes páginas se desglosa paso a paso la aplicación del método REBA para la obtención de las tablas de resultados que se muestran más adelante.

A tener en cuenta:

- Para la valoración del ángulo de flexión del antebrazo se midió el suplementario, habrá que realizar la diferencia ( $180^\circ$  menos el ángulo medido) para obtener el ángulo a valorar en el método REBA. Lo mismo ocurre en la flexión de rodilla.
- En el grupo A, en todas las posiciones excluirémos el factor de corrección de la carga (ya que las herramientas utilizadas pesan todas menos de 5kg)
- En el grupo B consideraremos que el agarre de las herramientas es bueno, por lo que no aplicaremos este factor de corrección.
- En todas las posiciones aplicaremos el factor de corrección que suma un punto si una o más partes del cuerpo permanecen estáticas.
- Sumaremos un punto por movimientos repetitivos en los pasos en los que se realiza corte de hueso con la sierra (puesto que exige movimientos de adelantamiento y retroceso de la mano para hacer avanzar la sierra) y en los pasos en los que se martillea.

### 5.1 Evaluación ergonómica de la Opción A

En esta posición el cirujano diestro se coloca a la derecha del paciente para intervenir la rodilla izquierda del mismo. Esto hace que en todas las posiciones el cirujano deba tener cierto grado de inclinación para salvar la distancia que crea la pierna derecha del paciente. Además, en los pasos en los que el cirujano deba obtener una visión desde el frente de la rodilla intervenida, se sumará un giro de tronco y del cuello a esta inclinación. Se aplica, en todas las posiciones, el factor de corrección final debido a postura estática.

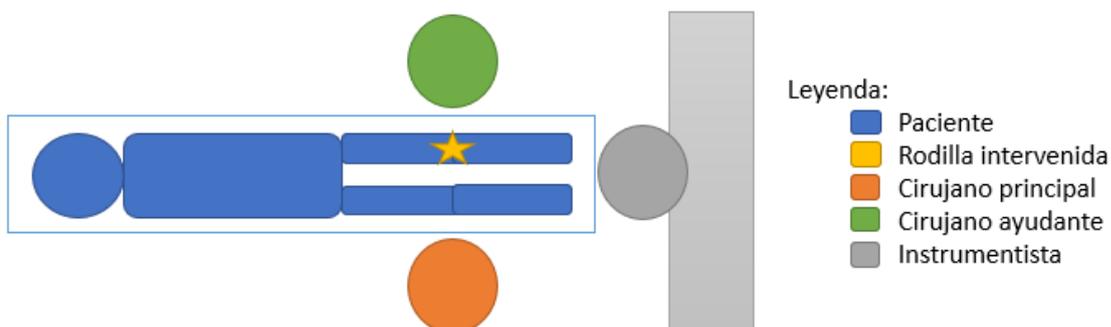


Ilustración 15: Disposición de la "Opción A" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

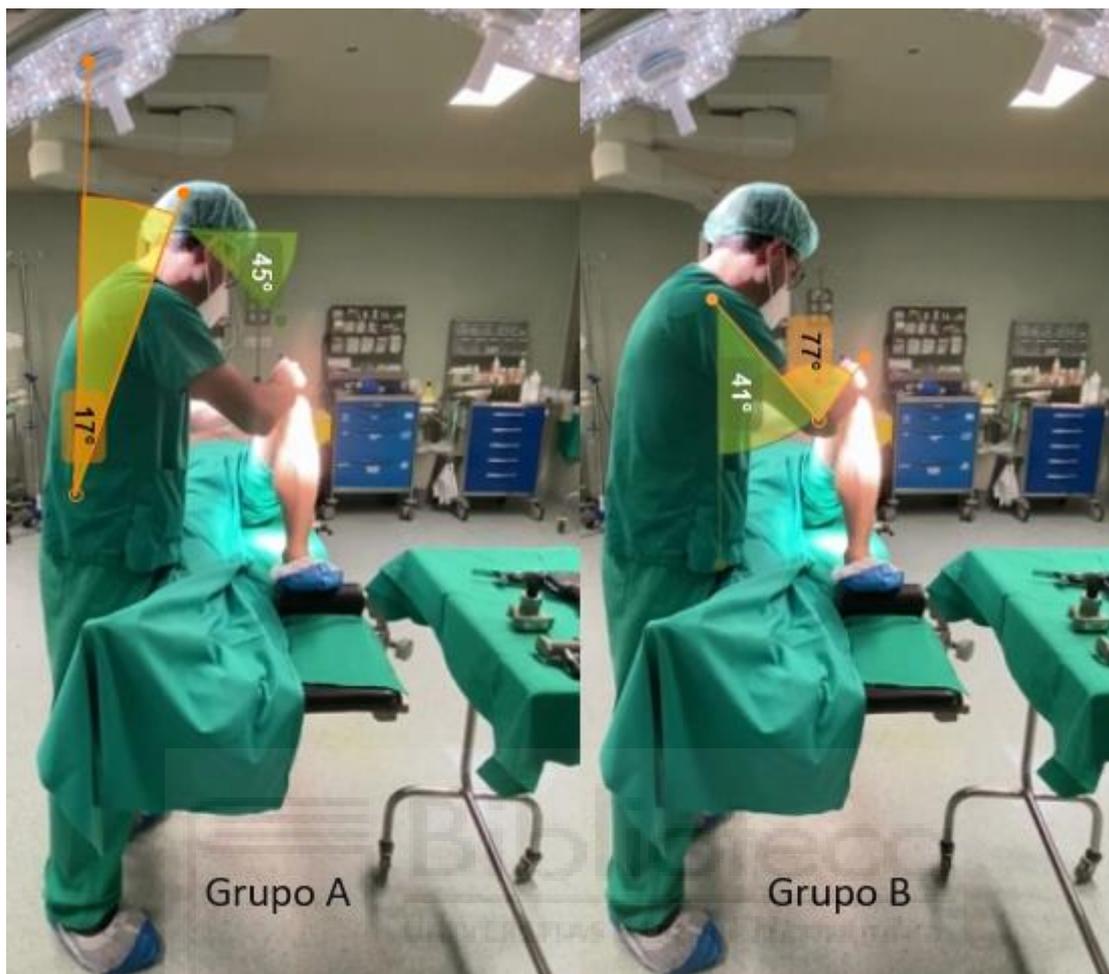


Ilustración 16: Opción A, Posición 1. Incisión.

Posición 1 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra flexionado entre  $0-20^{\circ}$  con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de 100 grados.
  - Muñeca neutra.



Ilustración 17: Opción A, Posición 2. Eversión de la rótula.

#### Posición 2 de la opción A:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° y no presenta giro.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 20-60° sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20-45° sin rotación.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 18: Opción A, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos.

#### Posición 3 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta giro hacia la izquierda
  - El tronco se encuentra flexionado entre  $20-60^{\circ}$  con torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre  $60^{\circ}$  y  $100^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra.



Ilustración 19: Opción A, Posición 4. Guía de corte tibial.

Posición 4 de la opción A:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta giro hacia la izquierda.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre  $20^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  con torsión hacia la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre los  $60$  y  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 20: Opción A, Posición 5. Corte tibial

Posición 5 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 20°-60° con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20-45° con rotación interna.
  - Flexiona el antebrazo más de 100 grados.
  - Muñeca neutra.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 21: Opción A, Posición 6. Guía de corte femoral

Posición 6 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20-45° con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - Muñeca neutra con desviación cubital.



Ilustración 22: Opción A, Posición 7. Corte distal femoral.

Posición 7 de la opción A:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y no presenta giro.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre  $0-20^{\circ}$ .
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo más de  $90^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre  $60-100^{\circ}$ .
  - o Muñeca con flexión de más de  $15^{\circ}$ .

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 23: Opción A, Posición 8. Corte anteroposterior femoral.

Posición 8 de la opción A:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con giro hacia la izquierda.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre  $0-20^{\circ}$  con torsión hacia la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra en flexo-extensión pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 24: Opción A, Posición 9. Lavado.

Posición 9 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y no presenta giro.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 0°-20° sin rotación ni abducción.
  - Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - Muñeca neutra.



Ilustración 25: Opción A, Posición 10. Colocación de implante femoral definitivo.

Posición 10 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20-45° sin rotación ni abducción de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.



Ilustración 26: Opción A, Posición 11. Colocación del implante tibial definitivo.

Posición 11 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° sin presentar giro.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 45° y 90° con abducción y rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo menor a 60°.
  - Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.



Ilustración 27: Opción A, Posición 12. Cierre.

#### Posición 12 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° sin presentar giro.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20° y 45° sin abducción ni rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - Muñeca neutra.

## 5.2 Evaluación ergonómica de la Opción B

En la opción B, el ortopeda diestro, se coloca a la izquierda del paciente, es decir, ipsilateral a la rodilla que va a ser intervenida. Así esta posición, en general, requiere menos flexión de tronco, ya que la rodilla está cerca del profesional, pero requerirá operar “a mano cambiada” y por tanto adoptar algunas posturas incómodas para poder visualizar de frente la rodilla. Del mismo modo que en la opción A, se aplica, en todas las posiciones, el factor de corrección final debido a postura estática.



Ilustración 28: Disposición de la "Opción B" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda



Ilustración 29: Opción B, Posición 1. Incisión.

#### Posición 1 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  sin presentar giro.
  - o El tronco se encuentra erguido.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  con rotación interna y abducción de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo menos de  $60^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 30: Opción B, Posición 2. Eversión de rótula.

Posición 2 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° sin presentar giro.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 0° y 20° con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - Muñeca neutra.



Ilustración 31: Opción B, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos.

#### Posición 3 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° con giro hacia la derecha.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° con cierta torsión a la derecha.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20° y 45° sin rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - o Muñeca neutra.

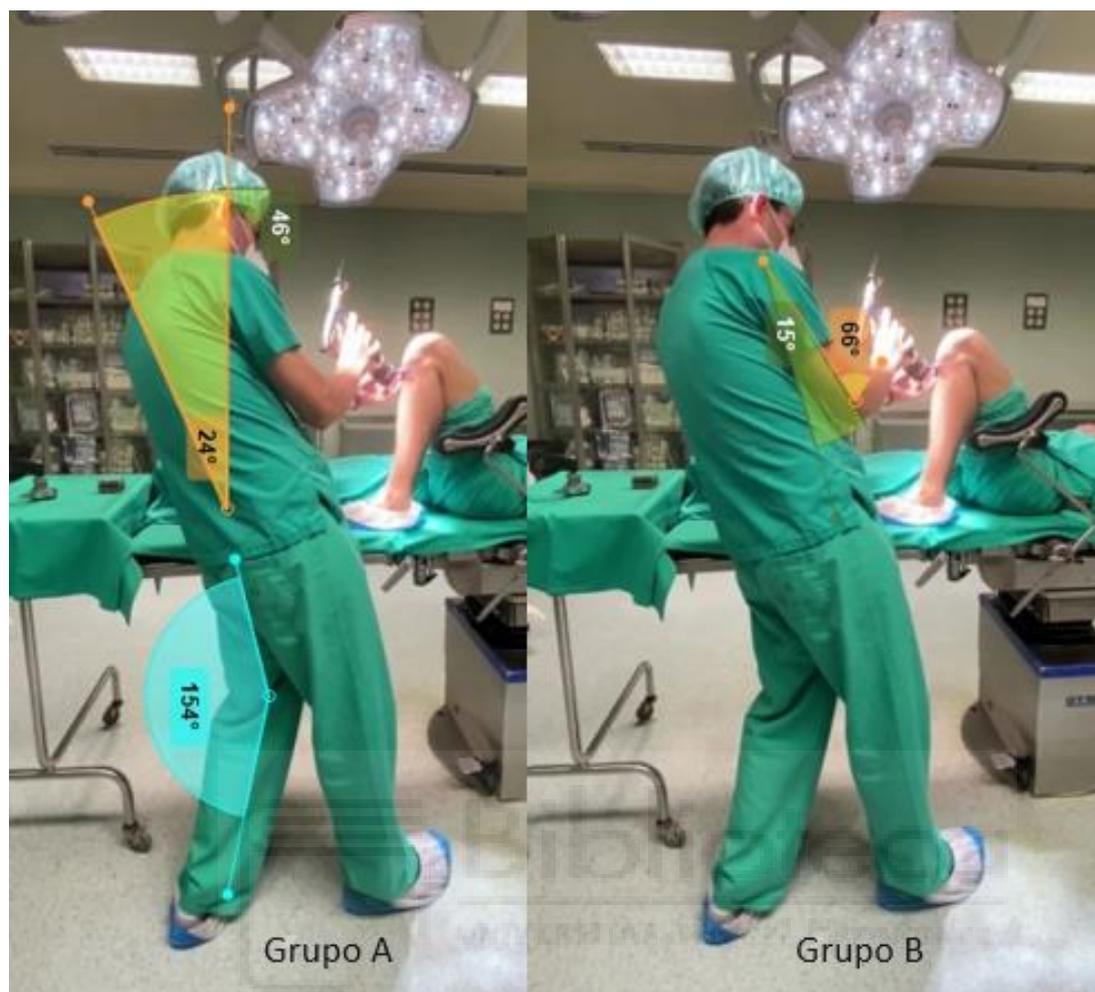


Ilustración 32: Opción B, Posición 4. Guía de corte tibial.

#### Posición 4 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^\circ$  con giro hacia la derecha.
  - o El tronco se encuentra extendido más de  $20^\circ$  con torsión a la derecha.
  - o El cirujano se encuentra ligeramente inestable, aunque con soporte bilateral y con flexión de la rodilla izquierda menos de  $30^\circ$ .
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $0^\circ$  y  $20^\circ$  con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de  $100^\circ$ .
  - o Muñeca neutra.

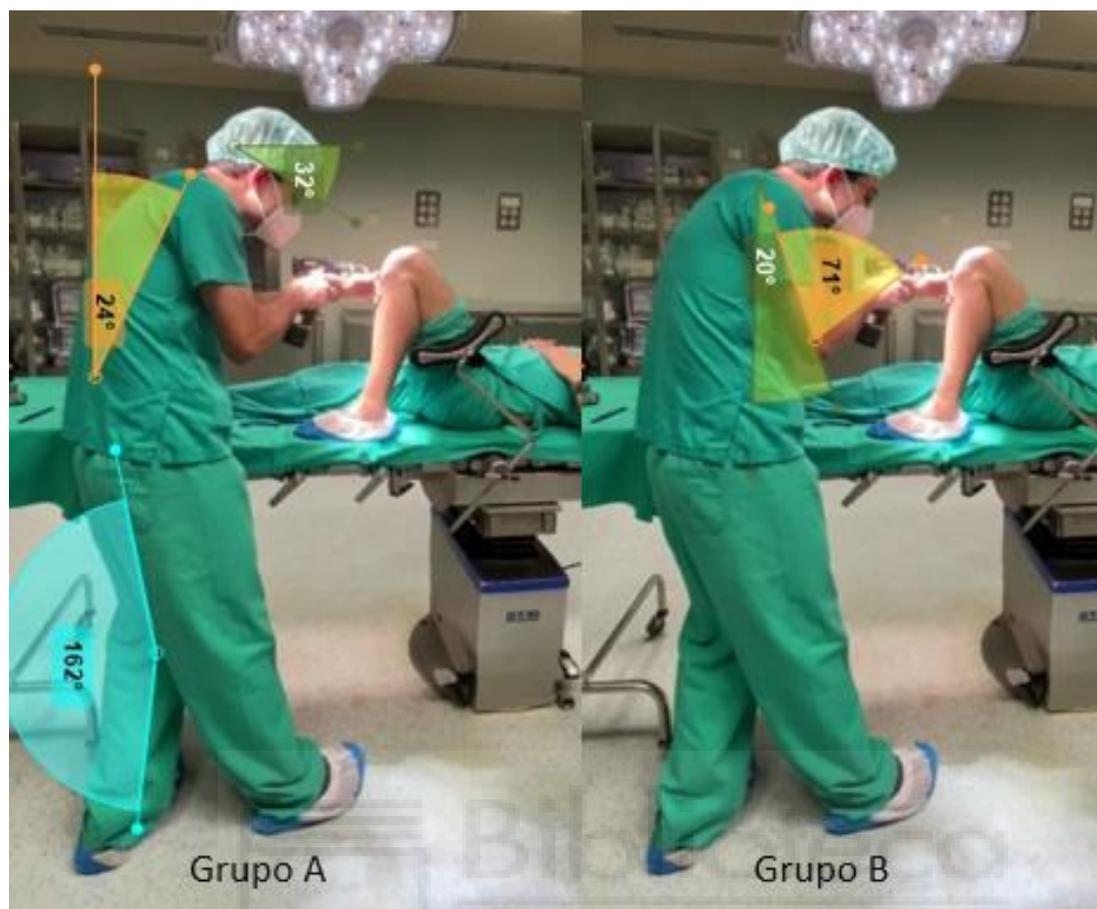


Ilustración 33: Opción B, Posición 5. Corte tibial.

Posición 5 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con giro hacia la derecha.
  - El tronco se encuentra flexionado entre  $20^{\circ}$ - $60^{\circ}$  con torsión a la derecha.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y con flexión de la rodilla izquierda de menos de  $30^{\circ}$ .
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $20^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra en flexo-extensión, pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 34: Opción B, Posición 6. Guía de corte femoral

Posición 6 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° con giro hacia la derecha.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° con torsión a la derecha.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20° y 45° con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de 100°.
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 35: Opción B, Posición 7. Corte distal femoral.

Posición 7 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y con giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 45°-90° con rotación interna y abducción de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60-100°.
  - Muñeca con flexión de más de 15°..

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.

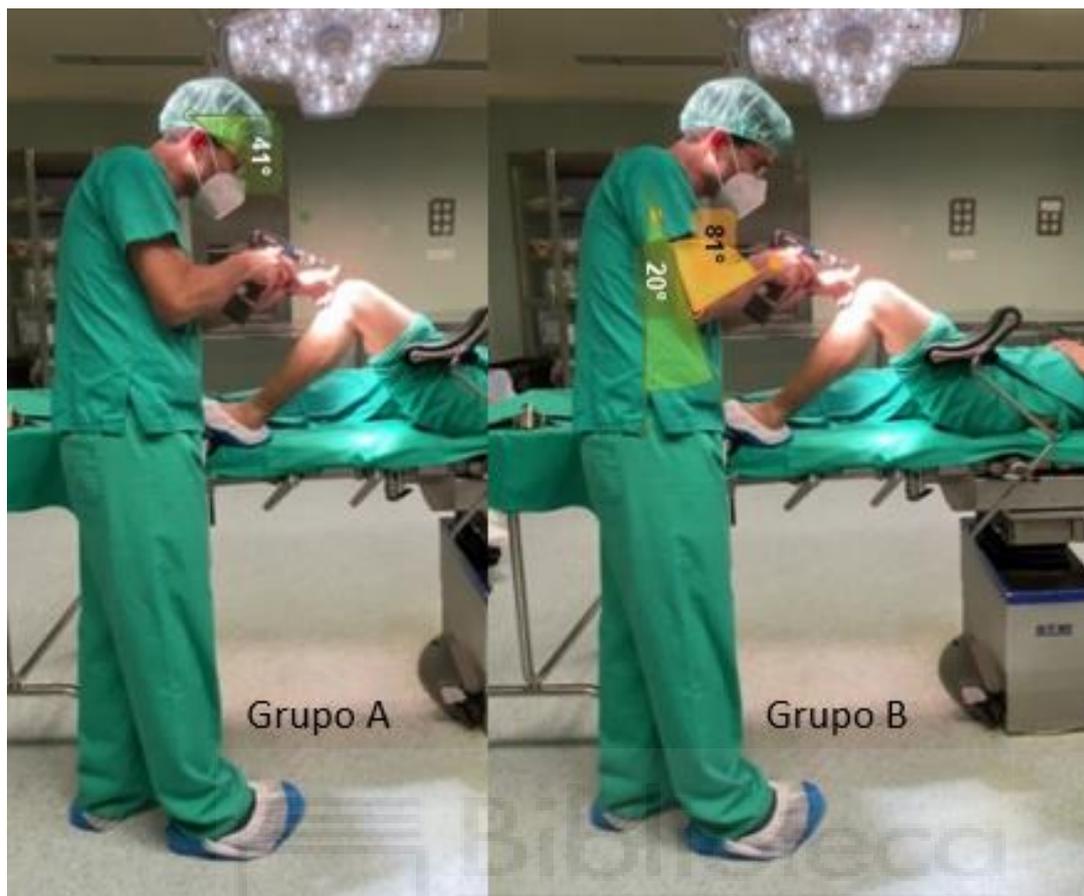


Ilustración 36: Opción B, posición 8. Corte anteroposterior femoral.

#### Posición 8 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° con giro a la derecha.
  - El tronco se encuentra erguido con torsión a la derecha
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20° y 45° con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - Muñeca neutra en flexo-extensión pero con desviación cubital.



Ilustración 37: Opción B, Posición 9. Lavado.

Posición 9 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° sin presentar giro.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 0° y 20° con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 38: Opción B, Posición 10. Colocación implante femoral definitivo.

Posición 10 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° con giro hacia la derecha.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° con torsión a la derecha.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20° y 45° con rotación interna y abducción de hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de 100°.
  - Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.



Ilustración 39: Opción B, Posición 11. Colocación implante tibial definitivo.

Posición 11 de la opción B:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con giro hacia la derecha.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con torsión a la derecha.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.



Ilustración 40: Opción B, Posición 12. Cierre.

Posición 12 de la opción B:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° sin presentar giro.
  - El tronco se encuentra erguido.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20° y 45° con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - Muñeca neutra.

### 5.3 Evaluación ergonómica de la Opción C

En esta opción, el cirujano se coloca entre las piernas del paciente, de tal manera que se sitúa a la derecha de la rodilla izquierda. Con esta posición conseguimos que la mano derecha (diestro) pueda actuar en su “dirección natural” y que haya menos distancia entre el cirujano y la rodilla operada.

La pierna derecha del paciente puede separarse en la pernera de la propia mesa quirúrgica o, en su defecto, puede colocarse en una pernera ginecológica.

En esta posición el traumatólogo mirará la rodilla izquierda desde el lado interno y deberá girar su cuello y tronco en algunas posiciones que requieran una visión frontal de la rodilla.

Generalmente desde esta ubicación el traumatólogo tendrá que realizar el corte distal femoral con la mano izquierda, debido a la imposibilidad de localizarse más proximal a la extremidad (como ocurre en la opción A), al encontrarse la pierna derecha del paciente.

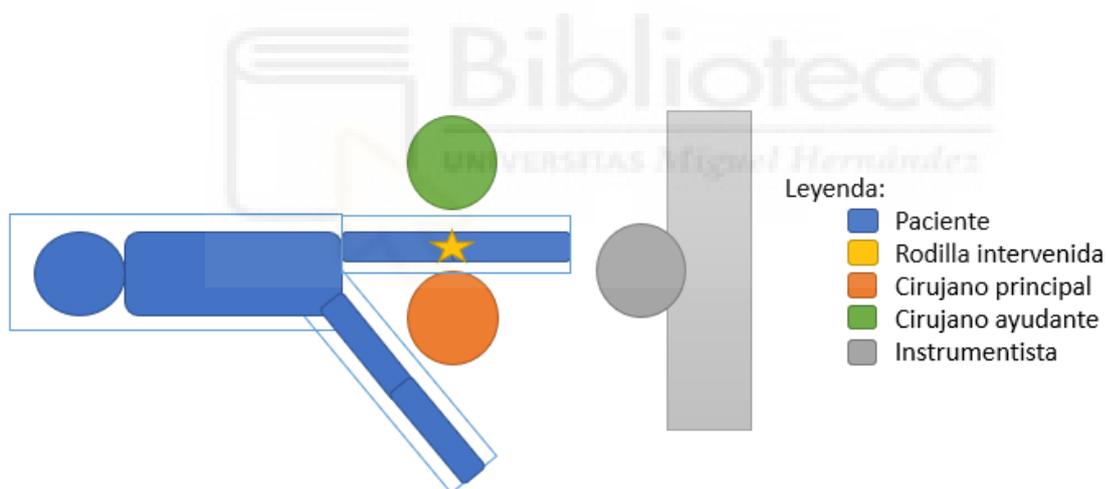


Ilustración 41: Disposición de la "Opción C" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

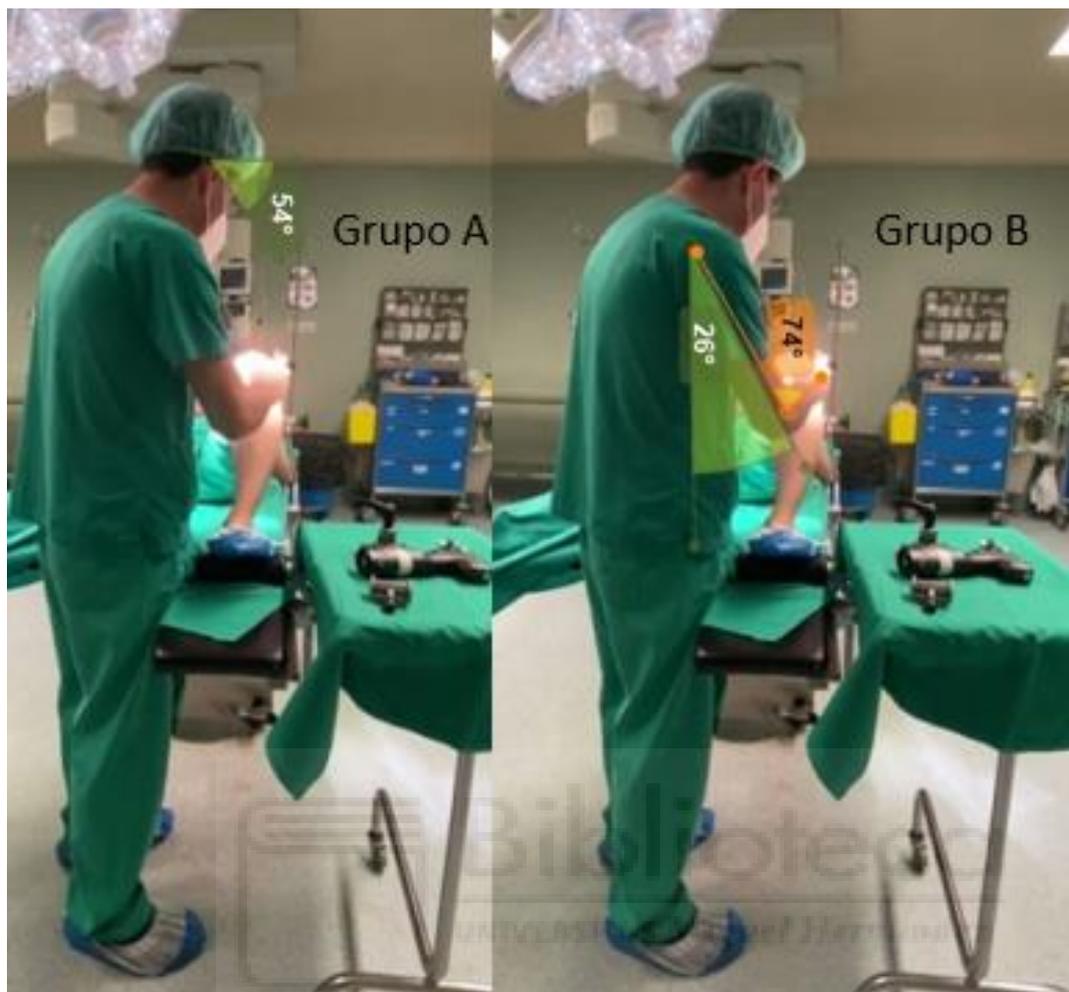


Ilustración 42: Opción C, Posición 1. Incisión.

Posición 1 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de 100 grados.
  - Muñeca neutra.



Ilustración 43: Opción C, Posición 2. Eversión de la rótula.

#### Posición 2 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y no presenta giro.
  - El tronco se encuentra erguido sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 0°-20°, con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - Muñeca neutra (0-15° de extensión).



Ilustración 44: Opción C, Posición 3. Liberación de meniscos y cruzados.

#### Posición 3 de la opción C:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta giro hacia la izquierda
  - o El tronco se encuentra erguido y con torsión hacia la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna del hombro.
  - o Flexión del antebrazo entre  $60^{\circ}$  y  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.

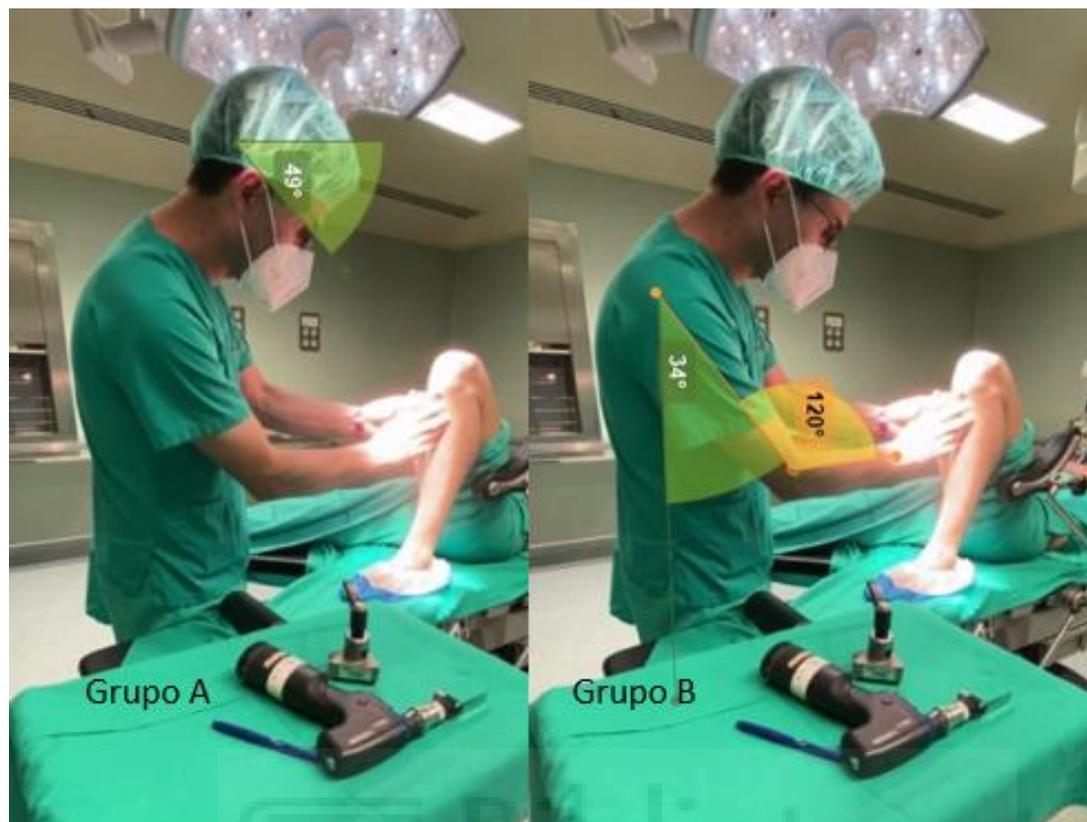


Ilustración 45: Opción C, Posición 4. Guía de corte tibial.

Posición 4 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y presenta giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 20-45° con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre los 60 y 100°.
  - Muñeca neutra.



Ilustración 46: Opción C, Posición 5. Corte tibial.

Posición 5 de la opción C:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con cierta torsión hacia la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20$ - $45^{\circ}$  con rotación interna.
  - o Flexiona el antebrazo más de  $100$  grados.
  - o Muñeca neutra en flexo-extensión pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.

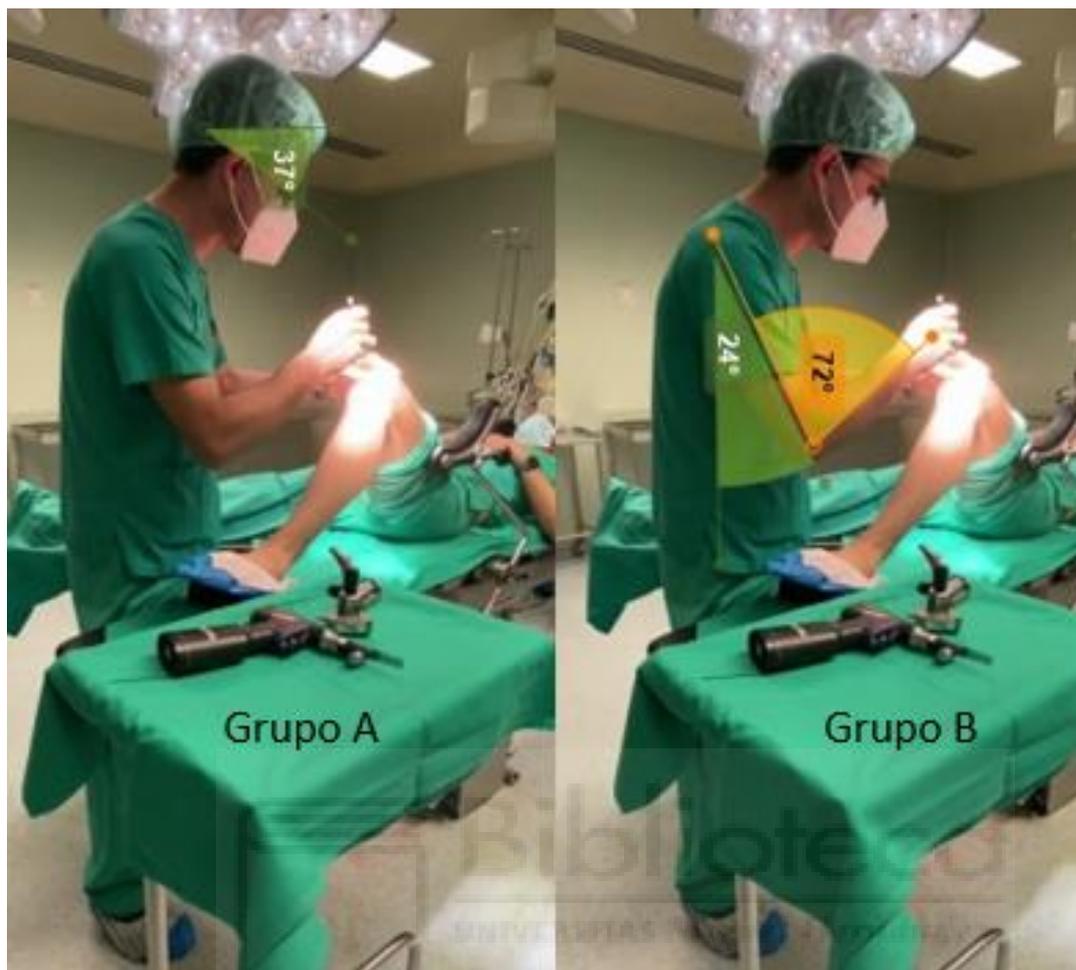


Ilustración 47: Opción C, Posición 6. Guía de corte femoral.

Posición 6 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta cierto grado de giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con cierta torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  con rotación interna del hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra.



Ilustración 48: Opción C, Posición 7. Corte distal femoral.

Posición 7 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y presenta cierto grado de giro a la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido y con cierto grado de torsión a la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 45°-90° con rotación interna y abducción de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60-100°.
  - Muñeca con flexión de más de 15°.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 49: Opción C, Posición 8. Corte anteroposterior femoral.

Posición 8 de la opción C:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con giro hacia la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con torsión hacia la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra en flexo-extensión pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 50: Opción C, Posición 9. Lavado

#### Posición 9 de la opción A:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  y presenta cierto grado de giro a la izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con cierto grado de torsión a la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo menos de  $60^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra.



Ilustración 51: Opción C, Posición 10. Colocación implante femoral definitivo.

Posición 10 de la opción C:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° y presenta giro hacia la izquierda.
  - o El tronco se encuentra erguido con torsión hacia la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 0°-20° con rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de 100°.
  - o Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.

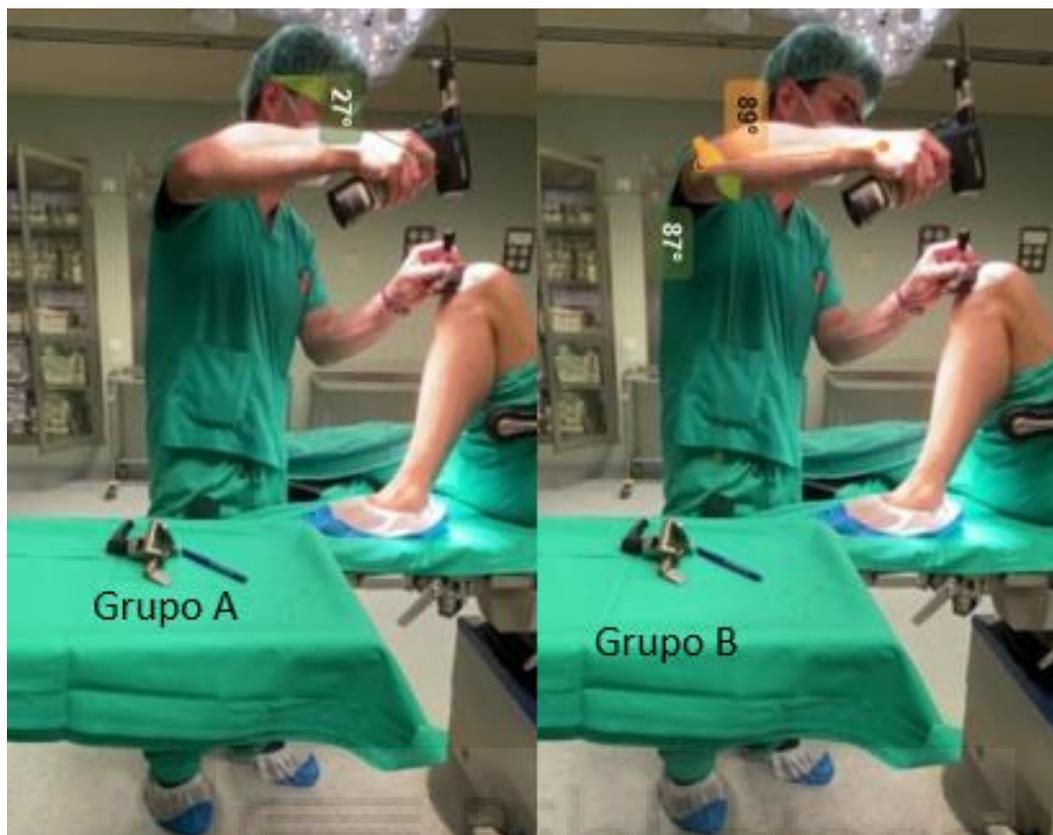


Ilustración 52: Opción C, Posición 11. Colocación implante tibial definitivo.

Posición 11 de la opción C:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° con giro a la izquierda.
  - o El tronco se encuentra erguido y con cierta torsión a la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 0°- 20° con importante abducción y rotación interna de hombro.
  - o Flexión el antebrazo entre 60°-100°.
  - o Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.



Ilustración 53: Opción C, Posición 12. Cierre.

Posición 12 de la opción C:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con cierto grado de giro a la izquierda.
  - o El tronco se encuentra erguido con cierto grado de torsión a la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con cierta rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre  $60^{\circ}$  y  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.

## 5.4 Evaluación ergonómica de la Opción D

En esta última opción el cirujano se sitúa de frente a la rodilla a intervenir (izquierda). La principal ventaja de este abordaje es que aporta una buena visión de la mayoría de los pasos quirúrgicos. Como desventaja, cuando se extiende la pierna el cirujano deberá situarse a la derecha de la rodilla izquierda para alcanzar el campo quirúrgico, al igual que para la realización del corte femoral distal.

Por otro lado, la pierna no intervenida puede colocarse en diversas posiciones, con el objetivo de dejar un espacio de trabajo al cirujano.

Para la realización de esta opción, es fundamental colocar el tope que sostiene el pie con la rodilla a 90° al borde de la camilla. De tal manera, el paciente con la pierna extendida sobresaldrá por el extremo inferior de la penera y cuando se flexione el pie quedará justo en el borde de la misma. Se adjunta imagen postquirúrgica de ejemplo (Ilustración 55)

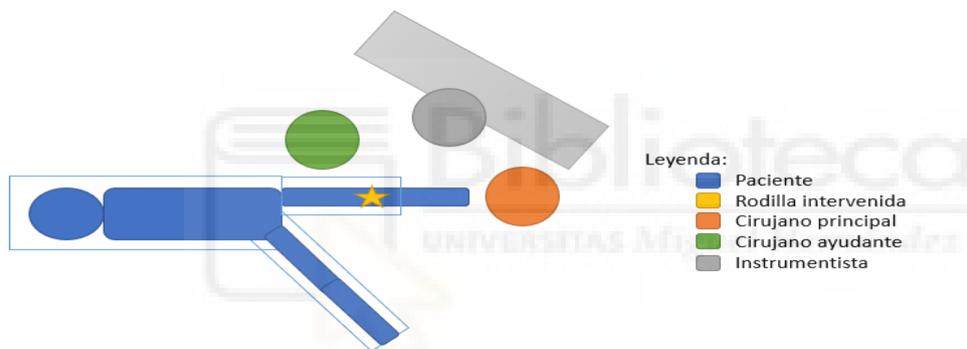


Ilustración 54: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastía total de rodilla izquierda



Ilustración 55: Foto clínica de posicionador para flexión de la rodilla al final de la camilla, quitando la parte final de la penera. Opción D.



Ilustración 56: Opción D, Posición 1. Incisión.

#### Posición 1 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° sin giro.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20-45° sin rotación interna.
  - o Flexiona el antebrazo entre 60°-100°.
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 57: Opción D, Posición 2. Eversión de rótula.

Posición 2 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° con cierto grado de giro a izquierda.
  - o El tronco se encuentra erguido con cierta torsión izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 0°-20° con cierta rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 58: Opción D, Posición 3. Liberación de cruzados y meniscos.

Posición 3 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20-45^{\circ}$  sin rotación interna del hombro.
  - o Flexiona el antebrazo más de  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.

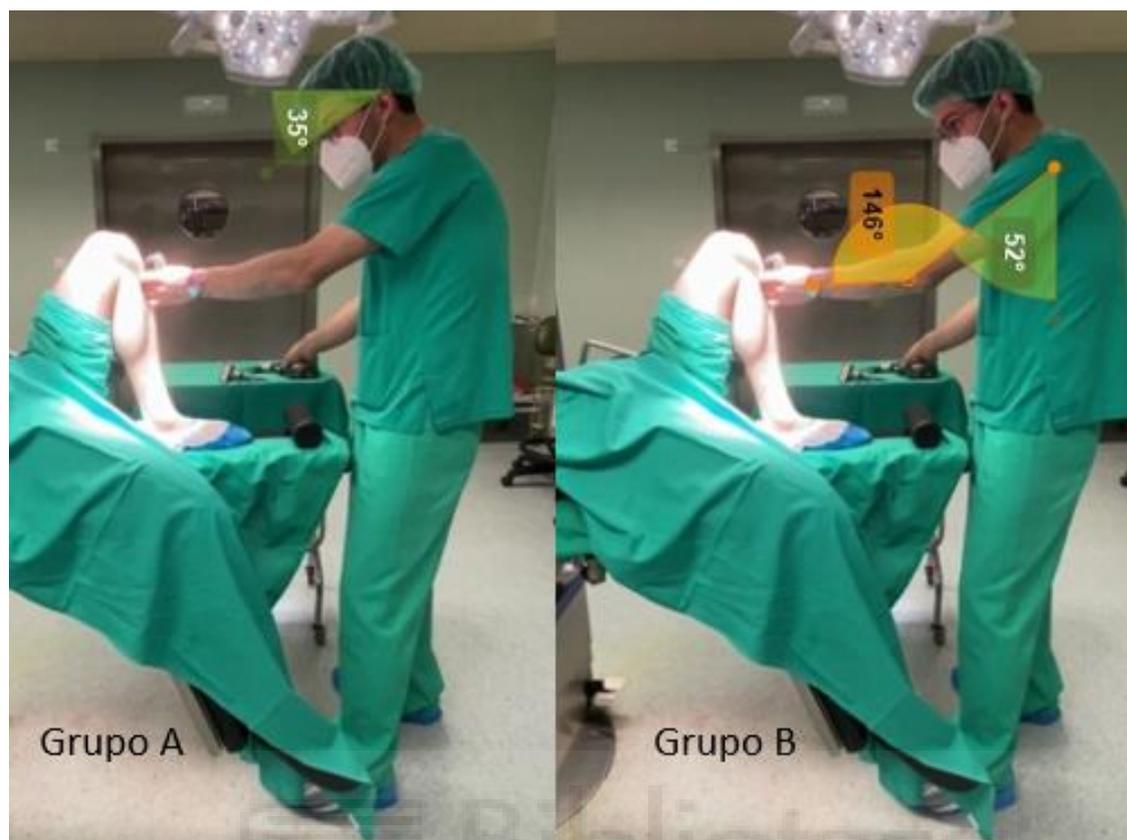


Ilustración 59: Opción D, Posición 4. Guía de corte tibial.

Posición 4 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido y sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 45°-90° sin rotación interna de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.

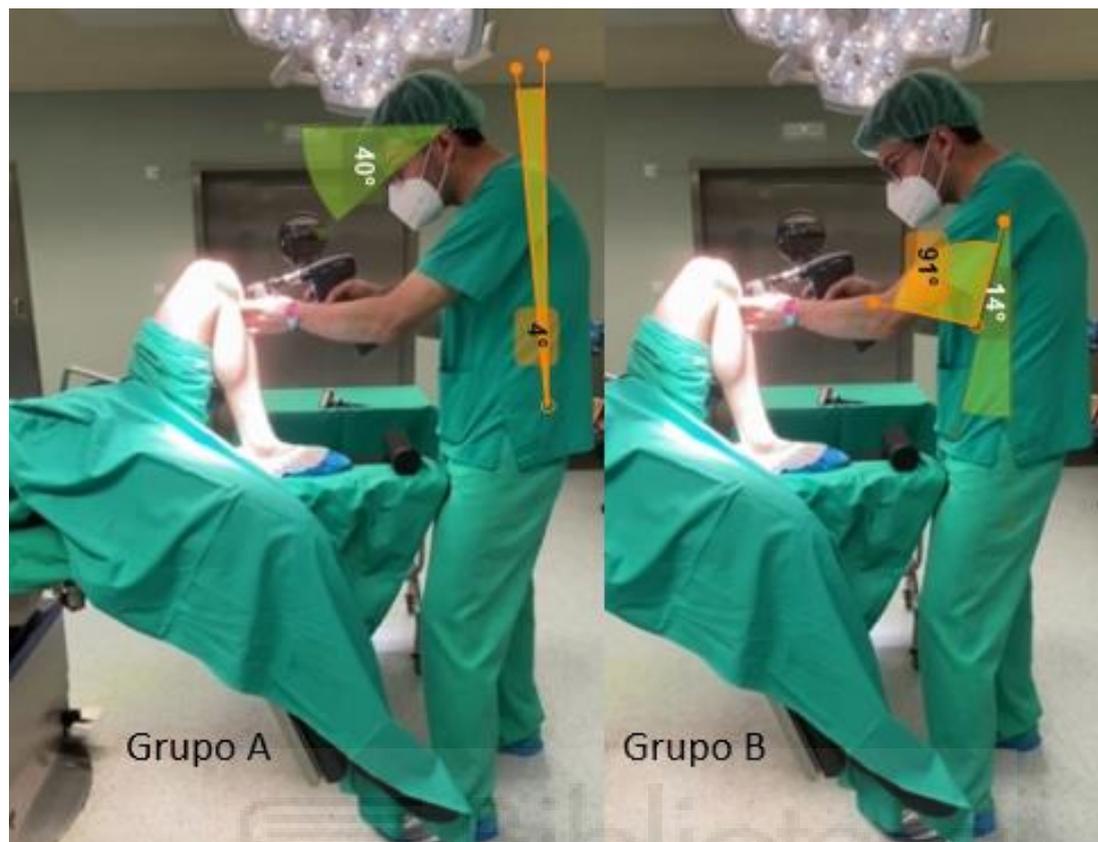


Ilustración 60: Opción D, Posición 5. Corte Tibial.

Posición 5 de la opción D:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° sin giro.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° sin torsión.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 0°-20° sin rotación interna ni abducción.
  - Flexiona el antebrazo entre 60°-100°.
  - Muñeca neutra en flexo-extensión pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 61: Opción D, Posición 6. Guía de corte femoral.

#### Posición 6 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona entre  $0^{\circ}$ -  $20^{\circ}$  sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido y sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre  $20^{\circ}$ - $45^{\circ}$  sin rotación interna del hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre  $60^{\circ}$  y  $100^{\circ}$ .
  - o Muñeca neutra.



Ilustración 62: Opción D, Posición 7. Corte distal femoral.

Posición 7 de la opción D:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de 20° y con giro a la izquierda.
  - El tronco se encuentra flexionado entre 0-20° con cierta torsión a la izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre 45°-90° con rotación interna y abducción de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre 60-100°.
  - Muñeca con flexión de más de 15°.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 63: Opción D, Posición 8. Corte anteroposterior femoral.

Posición 8 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido y sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 0°-20° sin rotación interna del hombro.
  - o Flexiona el antebrazo entre 60° y 100°.
  - o Muñeca neutra flexo-extensión pero con desviación cubital.

En esta posición aplicamos, además del factor de corrección por postura estática, el de movimientos repetitivos debido al uso de la sierra de hueso.



Ilustración 64: Opción D, Posición 9. Lavado.

Posición 9 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona más de 20° con cierto giro a la izquierda.
  - o El tronco se encuentra flexionado entre 0°-20° con cierta torsión a la izquierda.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20°-45° con cierta rotación interna.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.

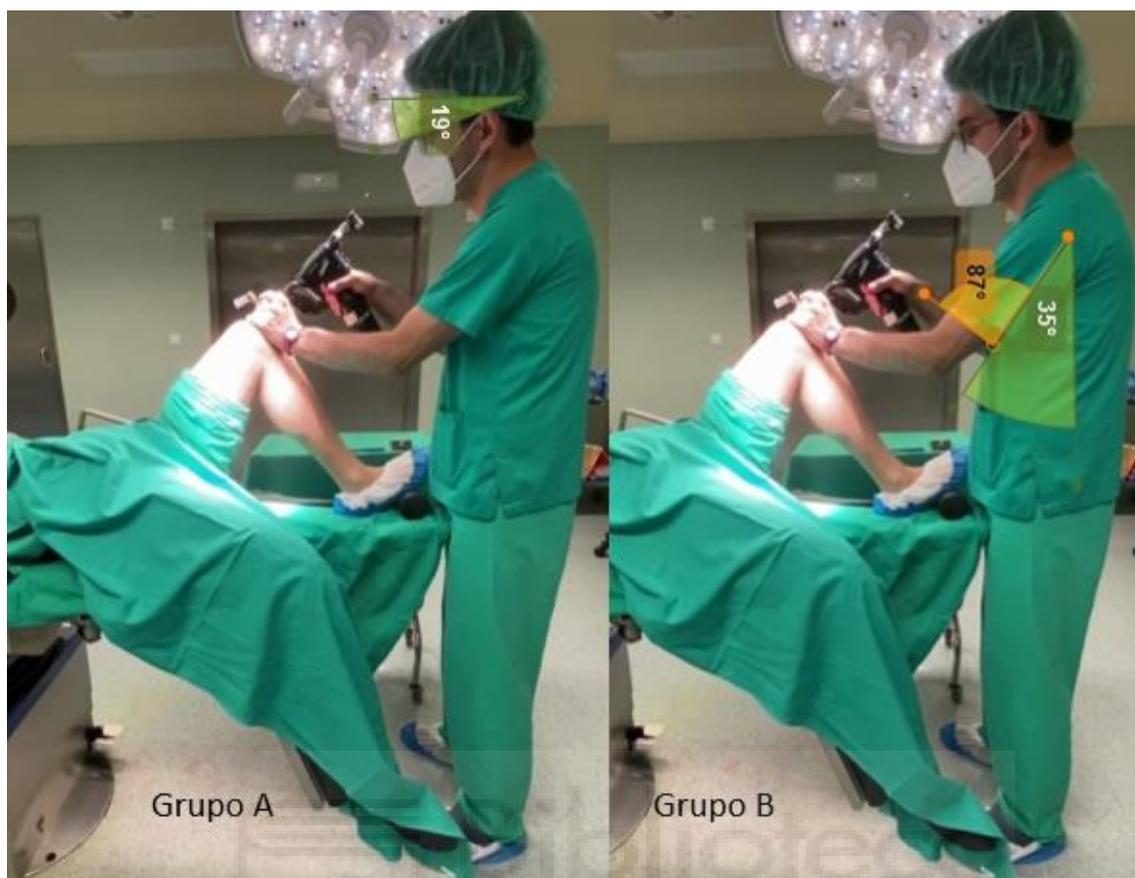


Ilustración 65: Opción D, Posición 10. Colocación del implante femoral definitivo.

#### Posición 10 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona entre 0°- 20° sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido y sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 20-45° sin rotación interna del hombro.
  - o Flexión del antebrazo entre 60° y 100°.
  - o Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.

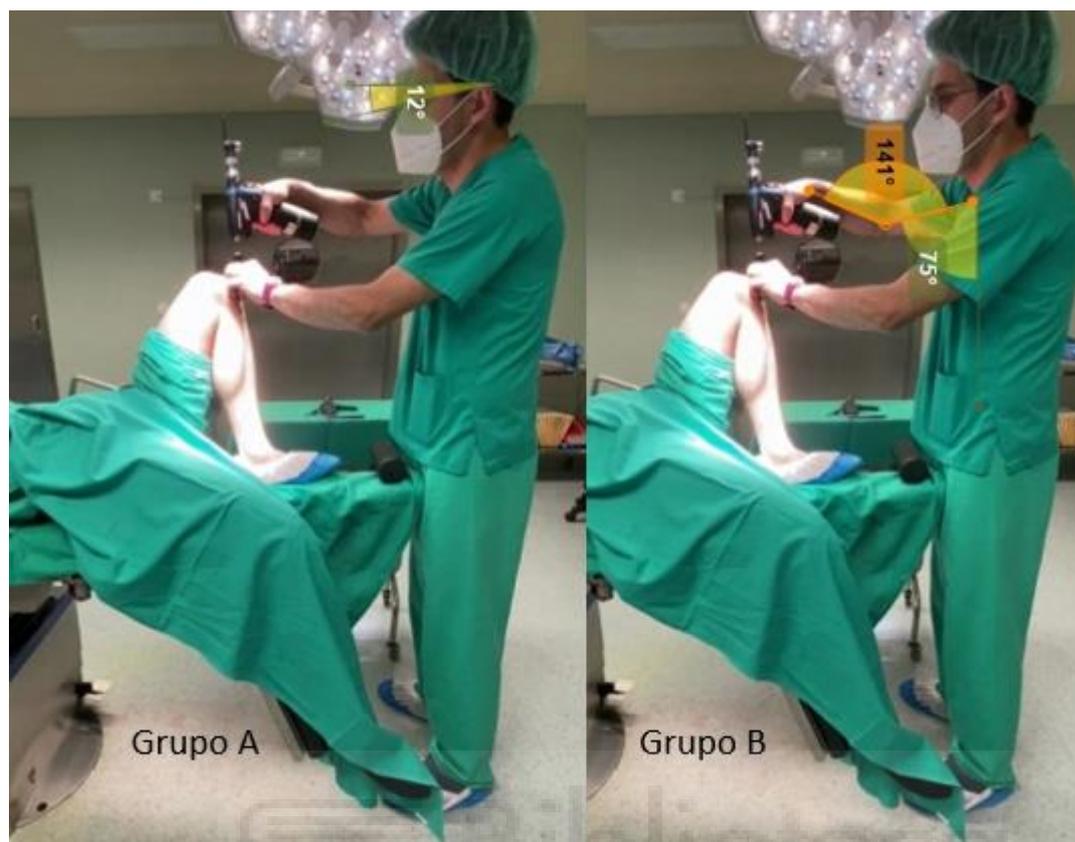


Ilustración 66: Opción D, Posición 11. Colocación implante tibial definitivo.

Posición 11 de la opción D:

- Grupo A:
  - o El cuello se flexiona entre 0°- 20° sin giro.
  - o El tronco se encuentra erguido y sin torsión.
  - o El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - o Flexión del brazo entre 45-90° con rotación interna y abducción de hombro.
  - o Flexiona el antebrazo menos de 60°.
  - o Muñeca neutra.

En esta posición se suma a la puntuación final el factor de corrección por movimientos repetitivos, ya que se utiliza el martillo para impactar el implante definitivo.

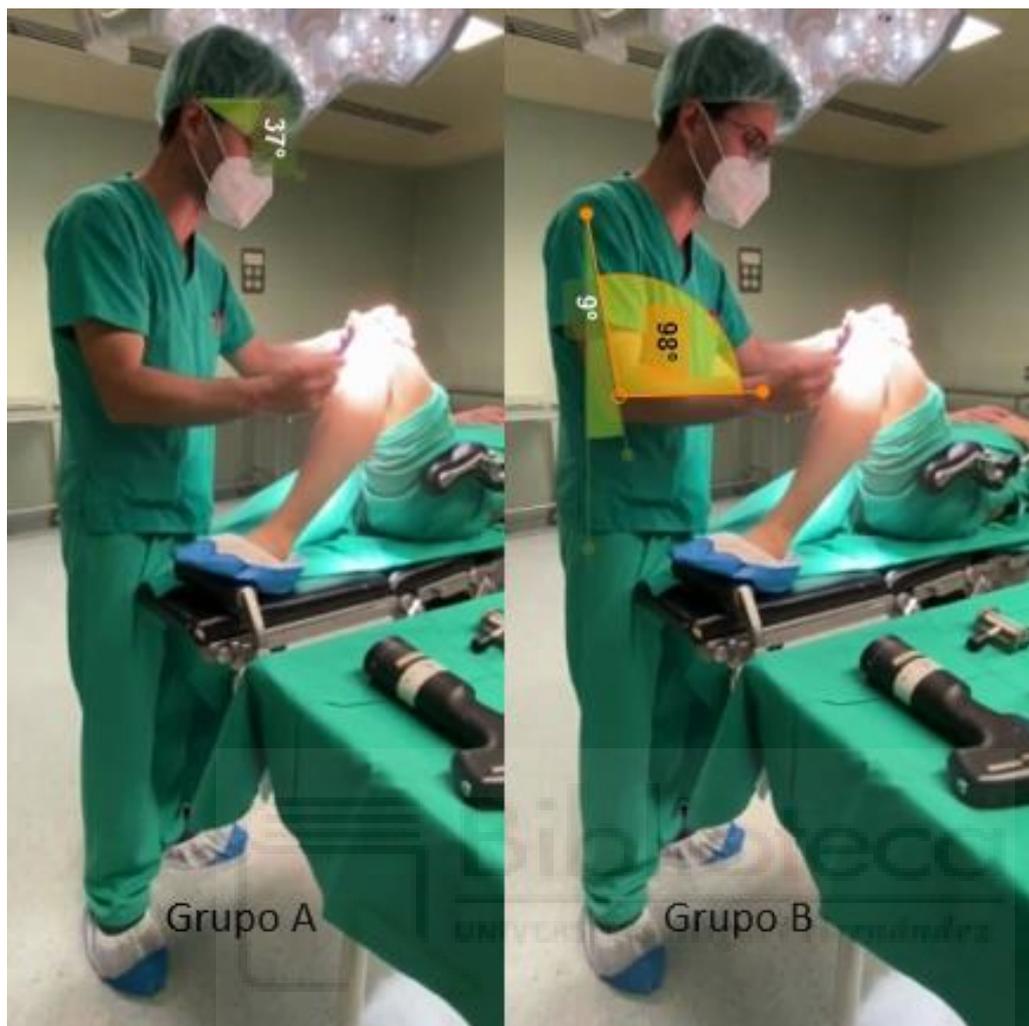


Ilustración 67: Opción D, Posición 12. Cierre.

Posición 12 de la opción D:

- Grupo A:
  - El cuello se flexiona más de  $20^{\circ}$  con cierto grado de giro a izquierda.
  - El tronco se encuentra erguido con cierta torsión izquierda.
  - El cirujano se encuentra estable con un soporte bilateral y sin flexión de las rodillas.
- Grupo B:
  - Flexión del brazo entre  $0^{\circ}$ - $20^{\circ}$  con cierta rotación interna de hombro.
  - Flexiona el antebrazo entre  $60^{\circ}$ - $100^{\circ}$ .
  - Muñeca neutra.

## 5.5 Tablas de resultados y comparativa

A continuación, se exponen las tablas de resultados de cada una de las evaluaciones y una tabla comparativa de los resultados finales de cada posición dentro de las cuatro opciones.

Se incluye también una leyenda del significado de las siglas.

I: Incisión

ER: Eversión Rótula

LCM: Liberación Cruzados Y Meniscos

GCT: Guía de Corte Tibial

CT: Corte Tibial

GCF: Guía de Corte Femoral

CDF: Corte Distal de Fémur

CAF: Corte Anteroposterior de Fémur

L: Lavado

CIF: Colocación de Implante Femoral definitivo

CIT: Colocación de Implante Tibial definitivo

C: Cierre de los planos

Ilustración 68: Significado de las Siglas utilizadas en las tablas.

<b>OPCIÓN A</b>	<b>I</b>	<b>ER</b>	<b>LCM</b>	<b>GCT</b>	<b>CT</b>	<b>GCF</b>	<b>CDF</b>	<b>CAF</b>	<b>L</b>	<b>CIF</b>	<b>CIT</b>	<b>C</b>
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2
<b>TRONCO</b>	3	3	4	4	4	3	2	3	2	3	2	2
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	5	4	6	6	6	5	3	5	3	5	3	3
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	3	2	3	3	3	3	5	3	1	2	4	2
<b>ANTEBRAZO</b>	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1
<b>TABLA B</b>	4	2	3	3	4	4	7	5	1	2	5	1
<b>TABLA C</b>	5	4	6	6	7	5	6	6	2	4	4	2
<b>FINAL</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

<b>OPCIÓN B</b>	<b>I</b>	<b>ER</b>	<b>LCM</b>	<b>GCT</b>	<b>CT</b>	<b>GCF</b>	<b>CDF</b>	<b>CAF</b>	<b>L</b>	<b>CIF</b>	<b>CIT</b>	<b>C</b>
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
<b>TRONCO</b>	1	2	3	4	4	3	2	2	2	3	3	1
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	1	3	5	7	6	5	4	4	3	5	5	1
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	3	2	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3
<b>ANTEBRAZO</b>	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
<b>TABLA B</b>	4	2	1	2	5	4	5	4	2	4	4	3
<b>TABLA C</b>	2	3	4	7	8	5	5	4	3	5	5	1
<b>FINAL</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>

<b>OPCIÓN C</b>	<b>I</b>	<b>ER</b>	<b>LCM</b>	<b>GCT</b>	<b>CT</b>	<b>GCF</b>	<b>CDF</b>	<b>CAF</b>	<b>L</b>	<b>CIF</b>	<b>CIT</b>	<b>C</b>
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>TRONCO</b>	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	4	1	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	3	2	3	3	3	3	4	2	2	2	2	2
<b>ANTEBRAZO</b>	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
<b>TABLA B</b>	4	2	3	3	5	4	5	3	2	2	1	1
<b>TABLA C</b>	4	1	4	4	6	4	5	4	4	4	3	3
<b>FINAL</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

<b>OPCIÓN D</b>	<b>I</b>	<b>ER</b>	<b>LCM</b>	<b>GCT</b>	<b>CT</b>	<b>GCF</b>	<b>CDF</b>	<b>CAF</b>	<b>L</b>	<b>CIF</b>	<b>CIT</b>	<b>C</b>
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	2	3	2	2	2	1	3	2	3	1	1	3
<b>TRONCO</b>	2	2	1	1	2	1	3	1	3	1	1	2
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	3	4	1	1	3	1	5	2	5	1	1	4
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	2	2	2	3	1	2	4	1	3	2	4	2
<b>ANTEBRAZO</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
<b>TABLA B</b>	1	2	2	4	2	1	5	2	4	1	5	1
<b>TABLA C</b>	2	4	1	2	3	1	6	2	5	1	3	3
<b>FINAL</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

<i>Final</i>	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C	$\Sigma$	Media
A	6	5	7	7	9	6	8	8	3	6	6	3	74	6,17
B	3	4	5	8	10	6	7	6	4	7	7	2	69	5,75
C	5	2	5	5	8	5	7	6	5	6	5	4	63	5,25
D	3	5	2	3	5	2	8	4	6	3	5	4	50	<u>4,17</u>
$\Sigma$	17	16	19	23	32	19	30	24	18	22	23	13		

De los resultados de estas tablas se puede deducir que:

- La localización con menos riesgo ergonómico para el ortopeda es la opción D, donde el cirujano se coloca de frente a la rodilla intervenida. En orden de menor a mayor riesgo postural serían  $D < C < B < A$ .
- Todas las opciones precisan acciones preventivas para disminuir el riesgo ergonómico y así evitar aparición de trastornos musculoesqueléticos.
- Todas las opciones presentan, al menos, una posición dentro de los doce pasos fundamentales que precisa una acción precozmente.
- El paso más conflictivo ergonómicamente es la realización del corte tibial (seguido de cerca por el corte femoral distal), puesto que es el que es el que mayor puntuación absoluta tiene en el sumatorio de todas las opciones.

## 5.6 Instrumentos y agarre

A priori los diferentes instrumentos utilizados: bisturí, martillo, sierra y portaagujas, presenta un agarre adecuado, pero secundariamente a la observación para la realización de este trabajo, se ha percibido que en el caso de la sierra las posiciones de la muñeca suelen ser forzadas (bien con flexiones máximas o bien con desviación cubital importante).

- El bisturí generalmente se coge de la misma manera que un lápiz para dibujar, por tanto, la muñeca estará en una posición neutra.
- El martillo se coge desde el mango para golpear los diferentes elementos para impactar. El movimiento de martilleo viene del hombro, por lo que la muñeca se mantiene también en posición neutra.
- El portaagujas se coge de la misma manera que un cuchillo cuando vamos a cortar en un plato o tabla. Para realizar la sutura se utilizan agujas curvas por lo que el paso por el tejido precisará un movimiento de pronosupinación de antebrazo, manteniéndose generalmente la muñeca en posición neutra.

- Sin embargo, como se observa en diferentes imágenes de este estudio, a la hora de realizar los cortes óseos con la sierra motorizada la muñeca adopta posiciones extremas. Flexión extrema en los cortes que se realizan desde arriba y desviación cubital importante en los cortes que se realizan en el plano horizontal. Esto nos hace plantearnos la necesidad de un diseño más ergonómico en estos motores.



*Ilustración 69: Herramientas más pesadas utilizadas en la cirugía de artroplastia total de rodilla. En las imágenes se muestra el peso en gramos.*

## 5.7 Limitaciones

En las siguientes líneas exponemos las principales limitaciones que se perciben en este estudio. En primer lugar, durante la realización de las simulaciones no se dispuso de todo el material que se utiliza en la cirugía real, puesto que para ello habría que haber desesterilizado varias cajas de instrumental quirúrgico, con el gasto de recursos y tiempo que ello conllevaría. Por otro lado, en este análisis tampoco se valora la acción del cirujano ayudante que, ante posiciones forzadas e incómodas del cirujano principal, puede tomar acción realizando los pasos desde otros ángulos y disminuyendo la carga física del cirujano principal. Por último, representa también una limitación haber grabado una única simulación para cada opción de posición, de tal manera que sólo se obtuvo una única visión de cada postura para medir todos los ángulos. Así, la medición de algunos ángulos no es exacta, puesto que no ha sido posible medirlos desde la perspectiva específica que correspondía.

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Análisis de la postura más recomendada para la intervención

Con los resultados obtenidos en este trabajo podemos recomendar como postura con menos riesgos ergonómicos para la aparición de lesiones musculoesqueléticas en la cirugía de artroplastia total de rodilla izquierda la opción D, en la que el cirujano diestro se coloca de frente a la rodilla izquierda para realizar la artroplastia total. A pesar de ello, la puntuación del método REBA nos indica que es necesario realizar acciones para disminuir aún más el riesgo de TME.

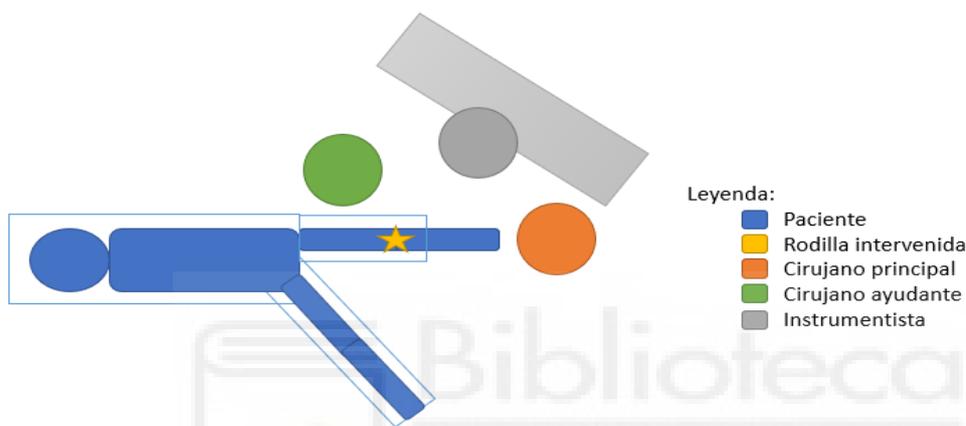


Ilustración 70: Disposición de la "Opción D" de distribución para la realización de una artroplastia total de rodilla izquierda

En las siguientes tablas podemos observar cómo los pasos en los que obtenemos la menor puntuación, tanto si lo valoramos individualmente (puntuación de REBA <3), como si lo comparamos con los resultados finales de las otras opciones (menor puntuación para la postura estudiada) son aquellas posturas en las que el cirujano se sitúa a los pies del paciente, con la del mismo flexionada, postura erguida y sin necesidad de posturas extremas de los hombros para realizar la acción.

OPCIÓN D	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	2	3	2	2	2	1	3	2	3	1	1	3
<b>TRONCO</b>	2	2	1	1	2	1	3	1	3	1	1	2
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	3	4	1	1	3	1	5	2	5	1	1	4
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	2	2	2	3	1	2	4	1	3	2	4	2
<b>ANTEBRAZO</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
<b>TABLA B</b>	1	2	2	4	2	1	5	2	4	1	5	1
<b>TABLA C</b>	2	4	1	2	3	1	6	2	5	1	3	3
<b>FINAL</b>	3	5	2	3	5	2	8	4	6	3	5	4

Ilustración 71: Tabla con las mejores posiciones de la opción D.

Final	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C	Σ	Media
<b>A</b>	6	5	7	7	9	6	8	8	3	6	6	3	74	6,17
<b>B</b>	3	4	5	8	10	6	7	6	4	7	7	2	69	5,75
<b>C</b>	5	2	5	5	8	5	7	6	5	6	5	4	63	5,25
<b>D</b>	3	5	2	3	5	2	8	4	6	3	5	4	50	4,17
<b>Σ</b>	17	16	19	23	32	19	30	24	18	22	23	13		

Ilustración 72: Tabla con las posiciones con menor riesgo ergonómico, en comparativa con las demás opciones

Sin embargo, obtenemos puntuaciones más altas para aquellos pasos en los que se debe extender la pierna o se actúa en una zona proximal de la rodilla del paciente a la que el cirujano no llega sin flexionar el tronco. En estas situaciones el cirujano principal se ve obligado a cambiar de posición colocándose generalmente a la derecha de la rodilla, por lo que precisará giro del tronco y cuello para realizar sus acciones.

OPCIÓN D	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C
<b>GRUPO A</b>												
<b>CUELLO</b>	2	3	2	2	2	1	3	2	3	1	1	3
<b>TRONCO</b>	2	2	1	1	2	1	3	1	3	1	1	2
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TABLA A</b>	3	4	1	1	3	1	5	2	5	1	1	4
<b>GRUPO B</b>												
<b>BRAZO</b>	2	2	2	3	1	2	4	1	3	2	4	2
<b>ANTEBRAZO</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
<b>TABLA B</b>	1	2	2	4	2	1	5	2	4	1	5	1
<b>TABLA C</b>	2	4	1	2	3	1	6	2	5	1	3	3
<b>FINAL</b>	3	5	2	3	5	2	8	4	6	3	5	4

Ilustración 73: Tabla con las posiciones a mejorar en la opción D.

En estos pasos podríamos mejorar la evaluación ergonómica principalmente:

- Elevando la mesa quirúrgica en aquellos pasos en los que se extienda la rodilla (en esta y en todas las opciones estudiadas). Esto contribuiría disminuyendo la flexión de tronco necesaria.
- Solicitando colaboración del cirujano ayudante. Este segundo ortopeda se colocaría a la izquierda de la rodilla intervenida (al igual que el cirujano principal en la opción 2) Por lo que podría realizar aquellos pasos en los que la aplicación el método REBA puntúa menor desde esa posición.

OPCIÓN D	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C	OPCIÓN B	I	ER	LCM	GCT	CT	GCF	CDF	CAF	L	CIF	CIT	C	
<b>GRUPO A</b>													<b>GRUPO A</b>													
<b>CUELLO</b>	2	3	2	2	2	1	3	2	3	1	1	3	<b>CUELLO</b>	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
<b>TRONCO</b>	2	2	1	1	2	1	3	1	3	1	1	2	<b>TRONCO</b>	1	2	3	4	4	3	2	2	2	3	3	1	
<b>PIERNAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>PIERNAS</b>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>TABLA A</b>	3	4	1	1	3	1	5	2	5	1	1	4	<b>TABLA A</b>	1	3	5	7	6	5	4	4	3	5	5	1	
<b>GRUPO B</b>													<b>GRUPO B</b>													
<b>BRAZO</b>	2	2	2	3	1	2	4	1	3	2	4	2	<b>BRAZO</b>	3	2	2	2	3	3	4	3	2	3	3	3	
<b>ANTEBRAZO</b>	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	<b>ANTEBRAZO</b>	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	
<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	<b>MUÑECA</b>	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	
<b>TABLA B</b>	1	2	2	4	2	1	5	2	4	1	5	1	<b>TABLA B</b>	4	2	1	2	5	4	5	4	2	4	4	3	
<b>TABLA C</b>	2	4	1	2	3	1	6	2	5	1	3	3	<b>TABLA C</b>	2	3	4	7	8	5	5	4	3	5	5	1	
<b>FINAL</b>	3	5	2	3	5	2	8	4	6	3	5	4	<b>FINAL</b>	3	4	5	8	10	6	7	6	4	7	7	2	

Ilustración 74: Pasos que podría realizar el cirujano ayudante.

Mención especial requiere el corte distal femoral (estrella) que tiene la puntuación de mayor riesgo en esta opción D. Es una posibilidad solicitar ayuda al segundo cirujano con este paso, ya que, si es diestro, la posición desde el lado izquierdo de la rodilla es más ergonómica.

No obstante, para disminuir el riesgo ergonómico del ayudante sería preciso:

- Bajar la altura de la mesa quirúrgica para que el cirujano que maneje el motor no se vea precisado a realizar flexiones o abducciones amplias.
- Mejorar el agarre de los motores para no predisponer al ortopeda a realizar flexión o desviación cubital importante a la hora de hacer fuerza para serrar.

## 6.2 Medidas preventivas

A pesar, de que no se encuentran medidas establecidas para mejorar la seguridad ergonómica en los quirófanos, en la literatura se puede encontrar algún estudio que extrapola las pautas desarrolladas para la industria de manufacturación.

Según la agencia federal estadounidense OSHA (de Salud en el Trabajo y Administración de Seguridad Ocupacional), los trabajadores deben estar en un espacio de trabajo que les permita trabajar a un 15% o menos de su capacidad máxima. En el caso de los cirujanos, para lograr estos objetivos, se debe conseguir que mantengan una postura neutra de su eje y sus extremidades, durante la mayor parte de la intervención(15) . Esto es:

- Postura erguida de cuello y tronco, evitando flexo-extensión y torsión de los mismos.
- Hombro a 0° sin flexo-extensión, abducción o rotación.
- Codo lo más cercano posible a los 90°
- Muñeca evitando flexo-extensión y desviación lateral (radial o cubital) excesiva.

Para ello, es fundamental regular correctamente la altura de la mesa quirúrgica (lo que disminuye la tensión de la musculatura erectora del tronco y el cuello). Esta altura debe regularse en función de la altura del cirujano principal y de las tareas a realizar(15):

- Para la disección de tejidos se aconseja una altura de la mesa unos 5 cm por debajo del codo.
- En tareas ligeras como sutura, roscado de tornillos debe situarse la mesa aproximadamente entre 5cm y 10cm por debajo del codo.
- Sin embargo, para tareas pesadas que precisen fuerza hacia el suelo (perforar, serrar, martillar...) se recomienda una altura del lugar de trabajo entre 20cm y 40cm por debajo de la altura del codo.

Cómo podemos advertir, estas recomendaciones no se dan en la mayoría de los pasos de nuestra simulación. La mesa está demasiado baja en tareas de disección y la rodilla se encuentra por encima de la altura del codo en aquellos pasos en los que se utiliza la sierra y el martillo.



Ilustración 75: Altura de plano de trabajo con respecto a la altura del codo.

En la imagen superior podemos observar en rojo la línea del plano de trabajo y en verde la línea de la altura del codo. Como podemos observar, aunque no podamos medir al no tener escala, la distancia entre ambas líneas es superior a 5cm en el caso de la disección de la grasa de Hoffa para eversión de la patela.

En el lado derecho, la imagen se corresponde a la colocación definitiva del componente tibial protésico que se realiza mediante maniobras de impactación con el martillo. En este caso no solo no existen los 20cm o 40cm recomendados de altura entre el codo y el plano de trabajo, sino que éste último se sitúa por encima, de la altura del codo. Por ello el cirujano se ve obligado a realizar una flexo-abducción amplia del hombro para poder llevar a cabo la acción.

Otras recomendaciones para ayudar al cirujano a mantener una postura neutra son(15):

- Colocar el campo quirúrgico (zona del paciente a intervenir) lo más cerca posible del cirujano principal.
- Si es necesario, podemos aumentar la visión del cirujano inclinando la camilla quirúrgica hacia el mismo.
- Diseño ergonómico de las herramientas quirúrgicas, adaptado al tipo de tarea a realizar.
- Destacar la importancia del calzado: evitar zapatos planos, con libertad para los dedos y soporte para el arco. Se recomienda también el uso de tapetes antifatiga en vez de permanecer de pie largos periodos de tiempo sobre superficies rígidas. Estos tapetes deberían usarse con precaución para evitar tropiezos que den lugar a caídas.
- Puede colocarse un reposapiés para ir alternando el peso del cuerpo entre un pie y otro en procedimientos que exijan un prolongado tiempo estático en bipedestación.
- Se ha demostrado que existen protocolos de estiramientos y entrenamiento de fuerza que son efectivos para reducir el dolor de cuello, espalda y hombros; ya que ayudan a corregir la postura(13).

Por último, señalar que es fundamental la concienciación y formación de los cirujanos, en general, y en especial los cirujanos ortopédicos y traumatólogos, en ergonomía. Actualmente existe un vacío formativo en estos aspectos. No obstante, es básico que estos profesionales conozcan la importancia de disminuir al máximo el riesgo ergonómico durante su actividad, para evitar los trastornos musculoesqueléticos y sus consecuencias tanto en su vida laboral como personal. El enfoque futuro, por tanto, debe dirigirse a implementar planes orientados a educación ergonómica y bienestar físico, que deberían introducirse en los primeros años formativos de los médicos internos residentes(13).

## 7. CONCLUSIONES

- Dentro de las posiciones estudiadas que el cirujano ortopeda diestro adopta para la realización de la artroplastia total de rodilla izquierda, la que menor riesgo ergonómico atañe, según la aplicación del método REBA, es aquella en la que el cirujano se sitúa de frente a la rodilla intervenida.
- La aplicación del método REBA nos informa de que, a pesar de ser la posición con menor riesgo ergonómico, la opción D puede requerir acciones preventivas para evitar los trastornos musculoesqueléticos. De hecho, algunos de los pasos críticos de la cirugía precisan necesariamente acción y uno de ellos, que se corresponde al corte femoral distal, requiere una acción precoz.
- Las acciones que conseguirían disminuir en mayor medida el riesgo ergonómico serían: ajustar la altura de la mesa quirúrgica al cirujano y a la maniobra a realizar y, solicitar asistencia al cirujano ayudante para que realice acciones que desde su posición se llevan a cabo desde una postura más ergonómica.
- Existe un importante déficit dentro de las especialidades quirúrgicas en educación ergonómica, que debería solventarse implementando programas formativos en los primeros años de residencia para evitar riesgos de trastornos musculoesqueléticos durante el ejercicio de su actividad profesional.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Epstein S, Sparer EH, Tran BN, Ruan QZ, Dennerlein JT, Singhal D, et al. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders among surgeons and interventionalists: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Surg.* 2018;153(2):1–27.
2. Schlüssel AT, Maykel JA. Ergonomics and Musculoskeletal Health of the Surgeon. *Clin Colon Rectal Surg.* 2019;32(6):424–34.
3. Aaron KA, Vaughan J, Gupta R, Ali NES, Beth AH, Moore JM, et al. The risk of ergonomic injury across surgical specialties. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(2 February):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0244868>
4. Aljohar S. Work-related musculoskeletal disorders among Saudi orthopedic surgeons : a cross- sectional study. 2020;1(4):47–54.
5. Ortega Andreu M, Barco Laakso R, Rodríguez Merchán EC. Artroplastia total de rodilla. *Rev Ortop y Traumatol.* 2002;46(5):476–84.
6. Mesa RR. Seguridad Y Salud En El Trabajo. Tratado sobre seguridad social. 2019. 643–667 p.
7. Camacho Vaca J, Reyes Perez K. "Cumplimos 28 Años al Servicio de la Prevención de EDITORIAL «Ergonomía y calidad laboral». [cited 2021 Jul 13]; Available from: [www.seso.org.ec](http://www.seso.org.ec)
8. Cortés-Sáenz D, Carrizosa-Morales DJ, Balderrama-Armendáriz CO, Torre-Ramos AAD la, Aguirre-Escárcega FE, Cortés-Sáenz D, et al. Criterios Ergonómicos para el Diseño de Quirófanos. *Rev Mex Ing biomédica* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2021 Jul 13];41(1):80–90. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-95322020000100080&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322020000100080&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
9. EU-OSHA. Trastornos musculoesqueléticos - Salud y seguridad en el trabajo - [Internet]. [cited 2021 Jul 13]. Available from: <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
10. Fernandez-Silano M, Rísquez A, Caraballo-Arias Y. Temas de Epidemiología y Salud Pública. Tomo II Epidemiology View project Infectious and Tropical Diseases Impact of Venezuelan Migration and Spillover during the Country Crisis View project. 2013 [cited 2021 Jul 13]; Available from: <https://www.researchgate.net/publication/291165356>

11. Europeo O. Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: de la investigación a la práctica. ¿Qué se puede aprender? - Seguridad y salud en el trabajo - EU-OSHA. Available from: <https://osha.europa.eu/en/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-research-practice-what-can-be-learnt/view>
12. Stucky CCH, Cromwell KD, Voss RK, Chiang YJ, Woodman K, Lee JE, et al. Surgeon symptoms, strain, and selections: Systematic review and meta-analysis of surgical ergonomics. *Ann Med Surg.* 2018;27(August 2017):1–8.
13. Winters JN, Sommer NZ, Romanelli MR. Stretching and Strength Training to Improve Postural Ergonomics and Endurance in the Operating Room. *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* 2020;1–9.
14. Quesada Fernandez M, Tomás Rodríguez MI. Estudio observacional para la prevención de lesiones músculo-esqueléticas en traumatólogos durante la práctica de Cirugía artroscópica. [Internet]. 2019. 1–63 p. Available from: [http://193.147.134.18/bitstream/11000/5865/1/QUESADA\\_FERNANDEZ%2C\\_MARINA\\_TFM.pdf](http://193.147.134.18/bitstream/11000/5865/1/QUESADA_FERNANDEZ%2C_MARINA_TFM.pdf)
15. Alaqeel M, Tanzer M. Improving ergonomics in the operating room for orthopaedic surgeons in order to reduce work-related musculoskeletal injuries. *Ann Med Surg* [Internet]. 2020;56(April):133–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.06.020>
16. Redacción La Vanguardia. El 90% de prótesis de rodillas anuales que se implantan en España se programan para corregir los efectos de la artrosis. [cited 2021 Jul 15]; Available from: <https://www.lavanguardia.com/vida/20161109/411730918003/el-90-de-protesis-de-rodillas-anuales-que-se-implantan-en-espana-se-programan-para-corregir-los-efectos-de-la-artrosis.html>
17. Norman Scott W. Insall y Scott. Cirugía de Rodilla. In Elsevier Castellano; 2011. p. 2000.
18. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Inst Nac Segur e Hig en el Trab [Internet]. 2001;7. Available from: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_601.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf)