



MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

Mejoras ergonómicas en la Artroplastia Total de Cadera

Curso académico 2019-2020

Autor: Mariano Manuel Esteve Durá
Tutor: Antonio Francisco Javier Cardona Llorens

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Master pretende realizar un análisis ergonómico de la cirugía para realizar la Artroplastia Total de Cadera.

Es por eso que realizaré una descripción de la técnica quirúrgica, realizaré también una descripción y un análisis ergonómico del instrumental quirúrgico que se utiliza en cada paso de la cirugía así como un análisis ergonómico postural durante la misma.

Esto me llevará a realizar recomendaciones ergonómicas basadas en este análisis.



PALABRAS CLAVES

Artroplastia Total de Cadera, ergonomía, instrumental quirúrgico, análisis ergonómico postural, método REBA.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	23
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	24
5. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE CADERA Y RECOMENDACIONES EN CADA PASO.....	27
6. CONCLUSIONES.....	43
7. BIBLIOGRAFÍA.....	45

1. INTRODUCCIÓN.

La palabra **ergonomía** procede de dos términos: ergos (que significa trabajo) y nomos (que significa reglas). Etimológicamente significaría “reglas de trabajo”.

Entendemos la **ergonomía** como la “ciencia multidisciplinar que adapta el trabajo a la persona trabajadora con el fin de preservar la eficacia, seguridad y el bienestar laboral”. Esta sería una de las definiciones más aceptadas.

Podríamos clasificar la ergonomía laboral en:

- *ergonomía ambiental* (ambiente sonoro, visual y térmico)
- *ergonomía física* (valora los puestos de trabajo así como los equipos y la carga física de los mismos)
- *ergonomía temporal* (relativa a los horarios de trabajo, pausas, turnos y ritmos derivados de los mismos).

Ergonomía ambiental:

Ambiente sonoro

Es la ergonomía que previene la enfermedad por ruido o sordera profesional, trata del confort ambiental por un nivel de ruido que, sin ser suficiente para producir una lesión, interfiere en la comunicación verbal, en la detección de avisos o alarmas, o en tareas de concentración. Se suele proponer música en el trabajo para atenuar la tarea monótona, crear barreras de intimidad de conversaciones o enmascarar un ruido de fondo. Para esto, la música ha de carecer de significado, mantenerse a un volumen adecuado y tener un ritmo suave.

Ambiente lumínico y cromático

La ergonomía ambiental trata de que el nivel de iluminación del lugar de trabajo sea adecuado, uniforme, con ausencia de deslumbramientos y una adecuada distribución de colores en suelos, paredes y techos según la tarea a realizar. La luz y el color no son sólo fenómenos físicos, sino también psicológicos. Los colores azul y verde son relajantes, mientras que el amarillo, naranja y rojo son estimulantes.

Ambiente térmico

La ergonomía trata el confort térmico ambiental o no malestar por percepción de ambiente caluroso o frío. Aunque el ambiente general sea adecuado, pueden producirse molestias corporales locales por asimetría de planos radiantes (radiación a través de ventana, placa de calefacción), corrientes de aire, suelo frío o diferencia de temperatura suelo-techo.

Las instalaciones sanitarias, y en particular las de quirófano, deben contar con los elementos suficientes para cuidar la ergonomía ambiental en cuanto a aspectos de iluminación, sonido y temperatura. No obstante, aún en condiciones ideales, se calcula un 5% de insatisfechos, además de la variabilidad en la apreciación subjetiva de un mismo ambiente.

Ergonomía física

Es la rama de la ergonomía que se encarga del estudio y diseño de los puestos de trabajo, del diseño de los equipos de trabajo y de la carga física necesaria para desempeñar cada puesto de trabajo.

Por lo tanto incluiríamos:

Diseño del puesto de trabajo

Para este punto, la ergonomía parte del conocimiento de la antropometría y de las leyes de la biomecánica o fuerzas que actúan sobre el cuerpo humano. Por un lado, frente a la fuerza de la gravedad, la musculatura desarrolla fuerzas para mantener el equilibrio evitando la caída desde cualquier posición en el trabajo y, por el otro, la persona debe desarrollar fuerzas y palancas para adoptar posturas y manejar equipos durante sus tareas diarias. Si las fuerzas aplicadas sobrepasan la resistencia músculo-esquelética surgen molestias locales transitorias, que pueden volverse posteriormente permanentes, para, finalmente, convertirse en una lesión.

Carga física de trabajo

La carga física es el conjunto de requerimientos físicos a lo largo de una jornada. Incluye esfuerzo general, manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posiciones o posturas estáticas y posturas forzadas o alejadas del equilibrio.

- *Esfuerzo físico general*
Es el gasto energético por jornada. Debe ser valorado por el consumo de O₂. En la práctica se evalúa por la frecuencia cardíaca (pulsómetro) o por tablas que estiman el gasto por actividad o profesión (EN-ISO 8996). Suele calificarse como ligero, moderado, elevado o muy elevado. La organización del trabajo debe permitir recuperar la fatiga física entre jornadas; ya que si no podría originarse una fatiga crónica con la clínica asociada.
- *Manejo manual de cargas*
Se considera carga a partir de tres kilos, y pueden ser objetos, personas o animales. Según el peso, las condiciones de manejo, la duración y la frecuencia, pueden suponer un riesgo especial para la zona dorsolumbar. El riesgo se evalúa mediante la ecuación de la Guía del INSHT para el Real Decreto 487/1997 sobre riesgos de manipulación manual de cargas, que considera asimismo factores restrictivos y personales de riesgo. Aunque el esfuerzo físico general en la jornada no sea elevado, pueden manipularse cargas con riesgo de esfuerzo local en zonas anatómicas.
- *Movimientos repetitivos*
Son ciclos de trabajo continuos de movimientos similares en secuencia temporal, distribución espacial y aplicación de fuerza. Una de las definiciones más conocidas es la de Silverstein: *duración del ciclo fundamental menor de 30 segundos*. Según el tiempo de exposición se asocian a lesiones en extremidad superior (hombro, codo, muñeca y mano), como tendinitis de hombro, epicondilitis, tendinitis de Quervain o del túnel carpiano, así como a molestias en brazo sin un diagnóstico específico. Se han identificado factores de riesgo predisponentes (anomalía anatómica previa, a la que la mujer es más sensible), biomecánicos (grado de repetitividad, de uso de fuerza, de desviación postural) y psicosociales (monotonía, insatisfacción laboral). Existen varios métodos, como el Índice de esfuerzo (*Strain Index*), OCRA, HARM o SALTSA, que consideran estos factores y gradúan el riesgo.

Equipos de trabajo manuales

Los equipos de trabajo manuales, incluyendo aparatos y útiles, son el nexo entre el profesional y la tarea que realiza. Su inadecuado diseño en cuanto a peso o agarre (mango o asa) puede generar molestias y lesiones. Uno de los campos de la ergonomía es la mejora continuada del diseño de estos equipos, atendiendo a la antropometría de la mano y sus pequeños grupos musculares, proclives a la fatiga.

Pantalla de visualización de datos

La pantalla de datos es un método de representación alfanumérica o gráfica. En cirugía su uso es frecuente, en particular en la no invasiva. Su disposición inadecuada implica posturas cervicales forzadas, repetitivas o estáticas, con riesgo de molestias locales.

Factores psicosociales

Los factores psicosociales incluyen aspectos asociados al trabajo y aspectos no laborales, incluyendo los propios del profesional. De la inadecuada interacción de estos aspectos puede resultar estrés con malestar emocional con efectos sobre la salud y la eficacia laboral.

Los factores laborales incluyen, entre otros, la carga mental, el clima laboral, la comunicación y el apoyo social, así como los aspectos económicos y de equidad o de prestigio y estatus. Entre los no laborales cabe destacar los rasgos de personalidad, salud mental y factores socio-familiares. El malestar emocional resultante de factores psicosociales se asocia mediante diferentes mecanismos a un aumento de las molestias músculo-esqueléticas a causa de factores físicos (postura, fuerza, repetitividad), con menor tolerancia a las mismas.

Ergonomía temporal

Es aquella parte de la ergonomía que se encarga del diseño de los horarios, turnos, pausas y ritmos del trabajo para que este afecte, en la menor medida posible, a la salud del trabajador.

Por lo tanto, la ergonomía adapta el trabajo a la persona trabajadora con el fin de preservar la eficacia, seguridad y el bienestar laboral.

En la valoración ergonómica deberíamos tener en cuenta los aspectos psicosociales del trabajo ya que modulan el riesgo de la carga física para causar malestar y daño músculo-esquelético.

Por lo tanto, en toda actividad laboral, incluida la quirúrgica, deberíamos cuidar y mejorar los aspectos físicos y psicosociales del trabajo para preservar la salud laboral.

La **Cirugía Ortopédica y Traumatología** es la especialidad médico-quirúrgica que se encarga del aparato locomotor y de su patología tanto a nivel diagnóstico como de tratamiento médico y fundamentalmente quirúrgico.

El trabajo de un cirujano ortopédico y traumatólogo se desarrolla en distintos ámbitos que abarcan desde las urgencias hospitalarias hasta el quirófano pasando por las consultas tanto hospitalarias como ambulatorias.

Cada uno de estos ámbitos se relaciona con distintos riesgos laborales.

Los médicos, en general, se ven sometidos a múltiples riesgos relacionados con el trabajo siendo la mayoría de ellos subestimados.

En cuanto a la Cirugía Ortopédica y Traumatología tiene riesgos que comparte con el resto de especialidades médicas pero también tiene riesgos específicos inherentes al tipo de trabajo que realizan estos especialistas.

Cabría destacar los siguientes:

- **Riesgos infecciosos**: los cirujanos tienen un riesgo alto de exposición a agentes infecciosos que se transmiten vía hematogena como VIH, VHB y VHC. Estos riesgos son más elevados si cabe en los traumatólogos ya que se maneja instrumental punzante para la mayoría de las cirugías así como el manejo de fragmentos de hueso punzantes cuando se tratan fracturas.





- **Riesgos de exposición a radiaciones:** debido al manejo de fracturas y cirugías que potencialmente pueden precisar del uso de intensificador de imágenes.



- **Riesgo de exposición a vapores quirúrgicos:** al utilizar el bisturí eléctrico o electrocauterio en los tejidos del paciente, se genera humo que esta formado por un 85% de vapor de agua y un 15% de productos químicos y debrís celulares. Estos últimos pueden contener desde agentes carcinógenos, mutagénicos e inflamatorios hasta agentes infecciosos por lo que es muy importante el manejo de estos gases mediante sistemas de aspiración homologados.



- **Riesgo de exposición a agentes químicos:** es típica la exposición al poli-metil-metacrilato (PMMA), que es el componente del cemento quirúrgico que se utiliza habitualmente en cirugía protésica. Se ha relacionado con efectos carcinogénicos. Como también puede ocurrir con los isocianatos que se pueden desprender de determinados tipos de inmovilización tipo férula o escayolas.



- **Riesgo de exposición a ruidos**: sobre todo por el uso de motores durante cirugías.



- **Riesgos de lesiones musculoesqueléticas**: estos derivados tanto del uso de instrumental quirúrgico, separadores, maniobras de reducción o incluso el hecho de mantener una postura fija durante mucho tiempo al realizar cirugías.



- **Riesgos emocionales o psicológicos:** en este sentido influirían la privación de sueño durante las guardias, el elevado grado de exigencia y responsabilidad derivadas del trabajo.



Están muy estudiados en la literatura los riesgos laborales inherentes al manejo de cargas y las posturas en el quirófano, proponiéndose mejoras en este sentido que mejoran los riesgos laborales a nivel ergonómico. También están descritos en la literatura los riesgos de seguridad y las mejoras propuestas en este sentido (como la utilización de EPIs en quirófano para mejorar la seguridad de paciente, cirujano y disminuir el riesgo con complicaciones inherentes a la cirugía como son las infecciones post-quirúrgicas).

A nivel de Consultas hospitalarias o ambulatorias debemos tener en cuenta las normas específicas para el manejo de pantallas de visualización de datos (PVD) recogida en el RD 488/1997 de 14 de Abril así como las posturas adoptadas para el manejo de las mismas tanto altura de pantalla, sillas, posición de brazos y piernas, etc.

El trabajo del cirujano ortopédico y traumatólogo tiene gran componente físico ya que muchas reducciones de fracturas y/o luxaciones así como de la colocación de prótesis articulares conllevan la utilización de la fuerza física y no siempre en las mejores condiciones posibles ya que se busca no aumentar los daños en el paciente con dichas maniobras además de realizarlas lo más rápido posible puesto que esto disminuye los riesgos inherentes a estas maniobras.

Esto genera gran cantidad de posturas no deseadas ni deseables en el trabajo diario del traumatólogo que se compensan en muchos casos con efecto gratificante que supone la realización correcta y rápida del trabajo.

Aún así esto no significa que desaparezcan los riesgos ergonómicos de los mismos.

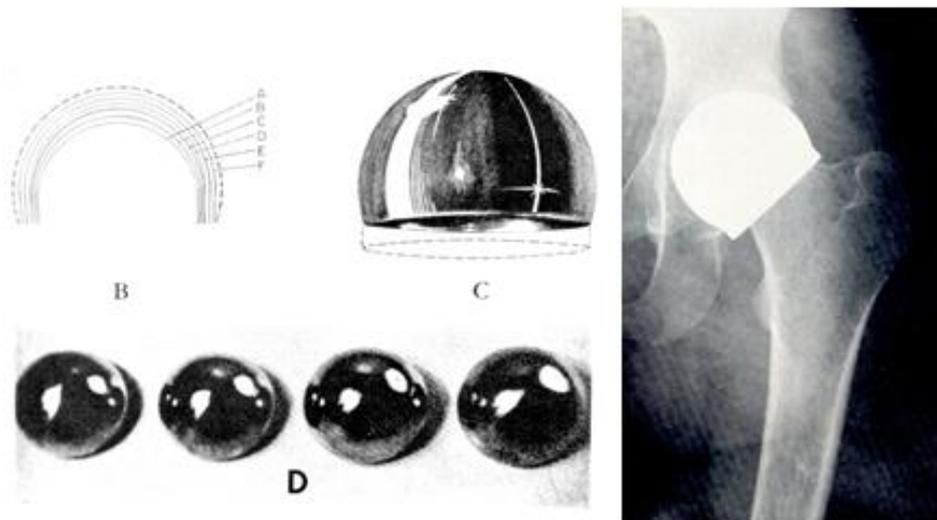
En cuanto al ámbito quirúrgico, la Cirugía Ortopédica y Traumatología es distinta a otras especialidades quirúrgicas puesto que utilizamos técnicas completamente distintas según la localización anatómica a la que estemos interviniendo. Es decir, si operamos un hombro, la vía de abordaje será distinta a la de una cadera o una rodilla así como también será distinta la técnica quirúrgica en cuestión. Es más, el instrumental quirúrgico es distinto dentro de la misma articulación según vayamos a operar una fractura o realicemos una artroplastia u otra técnica.

Esto nos lleva a tener un campo muy amplio para el estudio ergonómico de cada técnica quirúrgica concreta con lo que nos centraremos en valorar y mejorar la ergonomía del instrumental quirúrgico que utilizamos habitualmente los cirujanos ortopédicos y traumatólogos en la artroplastia total de cadera.

La artroplastia de cadera es uno de los avances más importantes y una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas en cirugía ortopédica.

La técnica quirúrgica de la artroplastia de cadera se desarrolló de forma progresiva a lo largo del siglo XX. Los primeros pasos para tratar las caderas dañadas por la artrosis consistieron en colocar tejidos en la articulación dañada, lo que denominó artroplastia de interposición.

El primer paso en la utilización de materiales artificiales lo dió Smith-Petersen en 1923 al intentar exponer el hueso esponjoso de las cabezas femorales artrósicas y colocar un “capuchón” metálico que lo recubriera y articulara con la parte acetabular de la articulación.



Fue en la década de los 50 cuando se dio el siguiente hito en la artroplastia de cadera. Thompson en 1950 y Moore en 1952 comenzaron a diseñar prótesis de cadera que tenían un vástago metálico introducido en la diáfisis femoral a través del cuello femoral y la metáfisis proximal.



Más adelante se comenzaron a diseñar prótesis que sustituían ambas superficies articulares de la cadera, la cabeza femoral que ya estaba resuelta con los vástagos de Moore o Thompson y nuevos componentes metálicos que se anclaban al hueso acetabular y que se articulaban con la cabeza de los vástagos anteriores. Los primeros diseños en este sentido fueron realizados por McKee y Farrar entre 1953 y 1965.



El siguiente paso se lo debemos atribuir a una de las figuras más importantes en la evolución de esas prótesis a las actuales, este es sin duda, Sir John Charnley que comenzó y completó estudios tan interesante como los pares de fricción entre las superficies articulares y la evolución hacia materiales que disminuyeran estos pares de fricción como fue la aparición de componentes plásticos como los polietilenos.

UNIVERSITAT
Miguel Hernández



También se le atribuye a Charnley la fijación tanto del componente femoral como del acetabular al hueso con cemento acrílico como el polimetilmetacrilato (PMMA).

El estado actual de las prótesis de cadera nos es sino una evolución de los conceptos desarrollados por Charnley con la utilización de vástagos femorales que se anclan al hueso femoral con sistemas pres-fit o cementados, cabezas femorales que se acoplan al cuello de los vástagos y permiten elegir la superficie de fricción que deseemos. En cuanto al componente acetabular, estos han evolucionado hacia anillos metálicos anclados al hueso a pres-fit y que permiten colocar un inserto en su interior en función de la superficie de fricción que hayamos elegido (polietileno de alta densidad, cerámica, metal...).



De utilidad nos será también el estudio ergonómico de las posturas adoptadas o necesarias durante la realización de la artroplastia total de cadera.

Esta parte del trabajo va a ser de gran utilidad para entender si se realizan posturas que puedan suponer un riesgo para el trabajador (en este caso el cirujano) y si estas posturas se podrían corregir para que supongan menos riesgo.

Se pueden utilizar múltiples métodos de análisis ergonómico postural desde el punto de vista preventivo como pueden ser RULA, REBA, OWAS o LEST.

El método RULA permite evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos debidos a las posturas inadecuadas que adoptan al realizar su trabajo y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores.

El método REBA se encarga de evaluar la exposición a riesgos que pueden provocar desordenes traumáticos acumulativos debidos a la carga postural estática y dinámica.

El método OWAS es un método de análisis ergonómico que basa sus resultados en la observación de las distintas posturas adoptadas por el trabajador.

El método LEST es un método de análisis ergonómico que tiene en cuenta diferentes variables: entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo.

En este Trabajo Fin de Máster utilizaré el método REBA (Rapid Entire Body Assesment) de análisis postural.

Este método es una herramienta que permite analizar las posturas adoptadas en un determinado trabajo incluyendo factores de carga postural estáticos y dinámicos, interacción persona-carga y “la gravedad asistida” para mantener la postura de las extremidades superiores.

Su diseño, además, nació para el análisis postural de personal sanitario en el mundo anglosajón fundamentalmente.

Sus *objetivos* son los siguientes:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculoesqueléticos en una variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo, repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

El método REBA divide el cuerpo en dos grupos, el **Grupo A** donde se evalúan las piernas, el tronco y el cuello y el **Grupo B** que se centra en analizar los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del trabajador. El método determina, para cada miembro, la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

Y con la puntuación final se establece un nivel de riesgo postural y una necesidad de establecer medidas que intenten corregir los riesgos posturales detectados.



2. JUSTIFICACIÓN.

Todo lo expuesto anteriormente nos lleva a plantearnos qué podríamos mejorar en las cirugías que realiza el cirujano ortopédico.

Como el campo de actuación es excesivamente amplio ya que cada localización anatómica conlleva una vía de abordaje distinta y un instrumental quirúrgico distinto, he decidido centrar el estudio en el instrumental quirúrgico que se utiliza en la artroplastia total de cadera. Este instrumental comparte herramientas con otras cirugías que realiza habitualmente el traumatólogo aunque otros muchos son específicos de esta cirugía en concreto.

Decidí escoger esta cirugía puesto que se trata de una de las cirugías más frecuentes en el día a día de un cirujano ortopédico.

La artroplastia total de cadera es una técnica quirúrgica que se realiza para múltiples patologías que afectan a la cadera. La más frecuente es la artrosis de la articulación de la cadera, también llamada coxartrosis. También se utiliza para solucionar problemas como la degeneración articular por enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide, para la necrosis avascular de la cabeza del fémur, para las fracturas subcapitales de cadera, etc.

El objetivo de esta cirugía es reducir la incapacidad funcional que se deriva del dolor y de la limitación funcional. En definitiva, lo que pretende es mejorar la calidad de vida del paciente.

Según la OMS, la artroplastia total de cadera será una de las cirugías que más aumenten en los próximos años debido, fundamentalmente, al progresivo envejecimiento de la población.

Además la artroplastia total de cadera está descrita como la cirugía que más calidad de vida aporta al paciente dentro del ámbito de la Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Por lo tanto, este trabajo analizará el instrumental quirúrgico utilizado en la artroplastia total de cadera e incluiré un análisis ergonómico postural al utilizar este instrumental mientras se realiza la cirugía



3. OBJETIVOS.

El objetivo de este Trabajo Fin de Master será describir y analizar es instrumental quirúrgico que se utiliza en una artroplastia total de cadera y proponer que mejoras ergonómicas se pueden realizar en el mismo.

De interés también será el análisis de las posturas adoptadas en quirófano durante esta cirugía mientras se utiliza el instrumental específico y que analizaremos a continuación.



4. MATERIAL Y MÉTODO.

Creo que será necesario dedicar un tiempo a describir la técnica quirúrgica necesaria para realizar la artroplastia total de cadera.

En primer lugar y tras realizar la anestesia del paciente procederemos a la *colocación del paciente* en la mesa quirúrgica. Para la mayoría de vías de abordaje de la articulación de la cadera, el paciente se coloca en decúbito lateral dejando la cadera que vaya a ser intervenida en la parte superior a la vista del cirujano.

Una vez colocado el paciente, procederemos a la realización de la *vía de abordaje* que nos permitirá llegar hasta la articulación de la cadera.

Las vías de abordaje más utilizadas son la antero-lateral descrita por Hardinge y la posterior o de Kocher-Langebeck. En los últimos años se han descrito nuevos abordajes para intentar reducir la agresión que sufre la musculatura de la zona pero aún siguen siendo los más utilizados los descritos al principio.

Una vez lleguemos a la articulación de la cadera, deberemos realizar la *luxación de la cabeza femoral* que será distinta según el abordaje que utilicemos. En la antero-lateral se realiza una luxación anterior mientras que en la posterior se luxa la cabeza femoral hacia posterior.

Una vez llegado a este punto, debemos realizar la *osteotomía del cuello femoral* que nos permitirá eliminar la cabeza femoral dañada y exponer de manera adecuada el fondo acetabular.

Vamos ya a la *preparación de las superficies óseas* para la implantación de la prótesis.

Empezamos con la cúpula acetabular que se prepara con la utilización de *fresas acetabulares* montadas en un motor quirúrgico al que se acoplan estas fresas hemiesféricas que irán eliminando el cartílago articular patológico y exponiendo el hueso subcondral al que debemos anclar la cúpula acetabular protésica.

Una vez hemos llegado al tamaño del acetábulo del paciente *colocamos pruebas* para comprobar un buen agarre de este componente y, si son correctas, colocaríamos el *componente acetabular definitivo* de la prótesis por impactación directa mediante el uso de martillo.

El siguiente paso es *elegir la superficie de fricción* de la prótesis que correspondería al componente acetabular, lo que denominamos inserto acetabular y que puede ser de polietileno de alta densidad, de cerámica o metálico (en desuso por fracaso protésico y enfermedades debidas al paso de iones metálicos a sangre). Esta colocación también se realiza por impactación directa con martillo.

Ahora pasaremos a *preparar el lado femoral de la prótesis* de cadera mediante el *fresado del canal medular femoral*. Primero se realiza la entrada al canal femoral desde la osteotomía del cuello femoral que realizamos previamente y desde ahí se comienzan a utilizar *fresas diafisarias y metafisarias* hasta el tamaño que acepte el canal y la metafisis femoral. Esta parte se realiza utilizando mangos específicos para cada fresa y martillo.

Con ellos conseguimos ajustar el tamaño de la fresa diafisaria el tamaño del canal femoral para que el agarre pueda ser lo mejor posible en el vástago definitivo.

Una vez ajustado el tamaño de la fresa femoral se *implantan las pruebas* del tamaño que hayamos decidido. Estas incluyen el vástago femoral y la cabeza y cuello femoral que elijamos o hayamos planificado.

Luego se realiza la *reducción de la prótesis* en el componente acetabular para *valorar la estabilidad de la prótesis*. Si el conjunto es estable, tendremos en cuenta estos componentes para colocar la prótesis definitiva. Si no es estable, podremos escoger cuellos femorales más largos para darle más estabilidad al conjunto hasta conseguir la estabilidad deseada.

El siguiente paso será pasar a *implantar el vástago femoral definitivo* y luego *colocar la cabeza femoral definitiva* que podrá ser metálica o de cerámica según el par de fricción que hayamos decidido previamente.

Todos estos pasos se realizan con los mangos correspondientes a cada modelo protésico y mediante la aplicación de fuerza transmitida por el martillo.

Solo nos quedará *reducir la cabeza femoral protésica en el componente acetabular y cerrar por planos la vía de abordaje* que hemos realizado.

Para realizar esta cirugía, el responsable de la misma adopta una posición estática de pie mientras utiliza los brazos con los que maneja el instrumental.

Esto nos lleva a plantear la aplicación de algún método de análisis ergonómico postural para evaluar el riesgo postural en este tipo de cirugía y poder realizar intervenciones que nos permitan corregir las mismas en la medida de lo posible.

En este trabajo se ha utilizado el método REBA de análisis postural ergonómico. Este método tiene en cuenta dos grupos, el A donde se evalúa tronco, piernas y cuello y el B donde se evalúa brazos, antebrazos y muñecas.

Además, tiene en cuenta la carga/fuerza del trabajo así como el tipo de agarre.

Esto nos definirá un nivel de riesgo postural para el trabajo en cuestión y una necesidad de intervención en el mismo.

5. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE CADERA.

En primer lugar, analizaremos el *instrumental genérico* que se utiliza para realizar la vía de abordaje para acceder a la articulación de la cadera y tener una buena visión que nos permita colocar de forma adecuada la prótesis.

Este instrumental está formado por aparataje común a muchas cirugías y no es específico de la artroplastia de cadera. Destacan pinzas y separadores.

Las *pinzas* de todo tipo suelen ser instrumental que condiciona mucho la pinza digital y que provoca la sobrecarga de la articulación trapecio-metacarpiana del pulgar.

Debería tenerse en cuenta un diseño donde la pinza entre el pulgar y el índice consiga que la fuerza que realicen ambos sean similares, dando mayor importancia a la musculatura flexora que a la extensora ya que esta última es más débil. También debería permitir colocar la mano y la muñeca en una posición neutra ergonómicamente hablando (menos de 15° de flexión, extensión o desviaciones laterales).

En cuanto a los *separadores quirúrgicos*, deberían permitir un agarre en que la mano mantenga la misma posición que comentábamos con anterioridad y que, si tienen algún mango, estos no sean de tipo anillo ya que el agarre de estos últimos sobrecarga la musculatura extensora (que es más débil).





A partir de ahora, iré describiendo el instrumental usado en cada paso así como su análisis ergonómico.

Para realizar la **osteotomía del cuello femoral**, se utiliza una *sierra con un motor quirúrgico*.

Normalmente, estos motores ya disponen de mangos de un diámetro adecuado donde la fuerza prensil de los dedos de la mano sea uniforme y sean válidos desde el punto de vista ergonómico.



El siguiente paso sería la **extracción de la cabeza femoral** junto con el cuello que hemos cortado.

Este paso se puede realizar “a mano” si la cabeza está suelta o utilizar instrumental que nos permita capturar de alguna forma el trozo de hueso osteotomizado.

En la mayoría de instrumentales quirúrgicos se dispone de una especie de sacacorchos que se rosca al cuello femoral. Este instrumental quirúrgico sería recomendable que tuviera un mango en “T” y con un grip o agarre bueno ya que, en ocasiones, nos vemos en la necesidad de hacer fuerza para poder extraerlo y soltarlo de la capsula articular que lo envuelve.



Para la **preparación de la superficie acetabular**, se utilizan unas fresas hemiesféricas montadas en árbol de fresado y movidas por un motor quirúrgico.

Como he dicho anteriormente, los motores quirúrgicos tienen una superficie de agarre correcta, tipo pistola con un mango con diámetros adecuados.

El problema ergonómico lo veo en el plástico que envuelve el árbol de fresado. Este es el que necesitamos agarrar para mantener la dirección correcta del árbol de fresado. Creo de debería tener como un martillo quirúrgico (unos 33 mm) ya que tenemos que hacer mucha fuerza para que no cambie la dirección de fresado y no perder precisión.



Al **implantar el componente acetabular** utilizamos un *mango largo* e impactamos tanto la prueba como el componente definitivo con un *martillo* teniendo que aplicar mucha fuerza.

Los mangos antiguos eran metálicos y no tenían un grip suficiente. Los modelos de prótesis más recientes ya disponen de mangos con un grip y un diámetro adecuados para disminuir la fuerza prensil sin perder agarre ni precisión. Estos mangos deberían tener un diámetro de unos 33 mm como indican muchos estudios ergonómicos relativos a los mangos de los martillos.



Uno de los aspectos ergonómicos que más se puede mejorar en la artroplastia total de cadera es el *uso de martillos* y su diseño ya que es el instrumental con el que más fuerza ejercemos y con el que más nos podemos lesionar por su uso repetitivo.

Según múltiples estudios la fuerza de prensión y la resistencia que opone la mano es mejor dependiendo del diámetro del mango.

El diámetro ideal del mismo sería de alrededor de 32 mm para mujeres y 34 mm para hombres. Para evitar duplicar instrumental, se recomienda que el mango de los martillos tenga un diámetro de unos 33 mm donde los estudios de fuerza ejercida son parecidos en hombres y mujeres.

También influye el agarre o grip que estos mangos tengan. Se recomiendan agarres de plástico donde se evite la pérdida de agarre durante el uso y, por tanto, el aumento de lesiones.

En los últimos años se está probando el uso de martillos quirúrgicos con mangos de grosor óptimos que además incluyen una inclinación del mango con lo que se consigue disminuir la inclinación cubital de la muñeca en el golpeo ya que esta posición favorecería la aparición de lesión en la muñeca o en el codo como las epicondilitis.



En ocasiones, el componente acetabular definitivo tiene un agarre insuficiente a la superficie ósea por mala calidad ósea del paciente o una mala técnica de fresado. Es en estos casos donde suplementamos el agarre inicial con algún **tornillo del anillo metálico acetabular** hasta el hueso de su alrededor.

Para estos casos es importante disponer de destornilladores con un mango de unos 50 mm y con un buen grip.



En la imagen anterior vemos que estos destornilladores metálicos pueden resbalar con facilidad y perder precisión obligándonos a hacer más fuerza e incrementar el riesgo de lesiones como las epicondilitis.

Para **implantar el inserto** que determina la superficie de fricción de la prótesis se utilizan los mismos mangos y martillos que en anteriores pasos con lo cual ya los hemos analizado.

Ahora ya se precisa preparar el lado femoral de la prótesis de cadera.

Para ello, comenzamos con la **entrada al canal medular mediante escoplos** en el interior del cuello femoral. Estos escoplos suelen ser recto y metálicos por completo.

Creo que sería conveniente que fueran angulados de manera que pudiéramos ver el punto de entrada del escoplo sin forzar o cambiar la postura.

Además si llevaran un mango con mejor agarre o grip facilitaría la acción.



Una vez hemos realizado la entrada al canal medular, comenzamos a **fresar el canal** con fresas cilíndricas hasta el diámetro de cada paciente.

Para esta labor utilizamos fresas manuales montadas en un “mango en T”. Este mango debería tener un diámetro adecuado así como un buen grip que evite que se nos escape y nos lesionemos.



Una vez encontrado el diámetro adecuado del canal **comenzamos a fresar la zona metafisaria** con fresas anatómicas que tienen la forma y las dimensiones del implante definitivo.

Para ello utilizamos un mando con impactador donde se colocan estas fresas con tamaños progresivos.

Volvemos a la misma situación que al realizar la entrada al canal medular, para mejorar la visión y la postura al impactar debería tener un buen agarre y sería recomendable tener angulación para tener mejor visión de la entrada de la fresa y, por tanto, de hasta donde introducimos la misma lo que determina el anclaje del implante definitivo y la posibilidad de provocar un fractura intra-operatoria y si se introduce en exceso.

Aquí podemos comparar dos de estos. Como vemos ya hay casas comerciales que disponen de mangos con esta angulación.



Para la **colocación del implante femoral definitivo**, utilizamos un impactor con mango aplicado sobre el implante definitivo y martilleando sobre el misma con mucha fuerza para que el anclaje sea a presión.

Por ello deberemos mejorar el mango de los martillos en cuanto a grip y a diámetro del mismo como he indicado en pasos anteriores.



Luego colocamos la **cabeza femoral definitiva** según la longitud de cuello que precisemos para que la prótesis sea estable y también según la superficie de fricción que hayamos decidido previamente.

Para ello utilizamos un impactor corto que aplicaremos sobre la cabeza elegida sin mucha fuerza. Es un tiempo corto y no se utiliza mucha fuerza así que no creo necesario realizar ninguna mejora ergonómica en este paso.



En la reducción del componente femoral sobre el acetabular se utiliza el mismo mango que en la foto anterior y tampoco creo oportuno hacer ningún ajuste aquí.

Para finalizar la cirugía, se debe **cerrar la vía de abordaje** reinsertando las inserciones musculares que hayamos desinsertado.

Para ello utilizamos suturas y el instrumental genérico que en este caso será, pinzas y porta suturas. Las mejoras en las pinzas ya han sido analizadas con anterioridad.

ANALISIS ERGONÓMICO POSTURAL

Completaremos el estudio mediante el análisis ergonómico de la postura adoptada durante la cirugía en cuestión.

Prácticamente durante toda la cirugía, el responsable adopta una postura estática de pie con los brazos sobre el campo quirúrgico.

Esta postura solo se ve modificada en la posición de los brazos y las modificaciones que realizamos con estos para utilizar el instrumental que antes hemos descrito.





El método que utilizaré para este caso es el método REBA.

El método REBA divide el cuerpo en dos grupos, el **Grupo A** donde se evalúan las piernas, el tronco y el cuello y el **Grupo B** que se centra en analizar los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

Y con la puntuación final se establece un nivel de riesgo postural y una necesidad de establecer medidas que intenten corregir los riesgos posturales detectados.

Si realizamos el análisis postural mediante el método REBA nos llevará al siguiente análisis:

GRUPO A

- TRONCO: 0-20° de flexión = 2 puntos
- CUELLO: >20° flexión = 2 puntos
- PIERNAS: Soporte bilateral = 1 punto

GRUPO B

- BRAZOS: 20-45o de flexión = 2 puntos
- ANTEBRAZOS: 60-100° = 1 punto
- MUÑECAS: 0-15° de flexión-extensión = 1 punto

RESULTADO TABLA A: 3

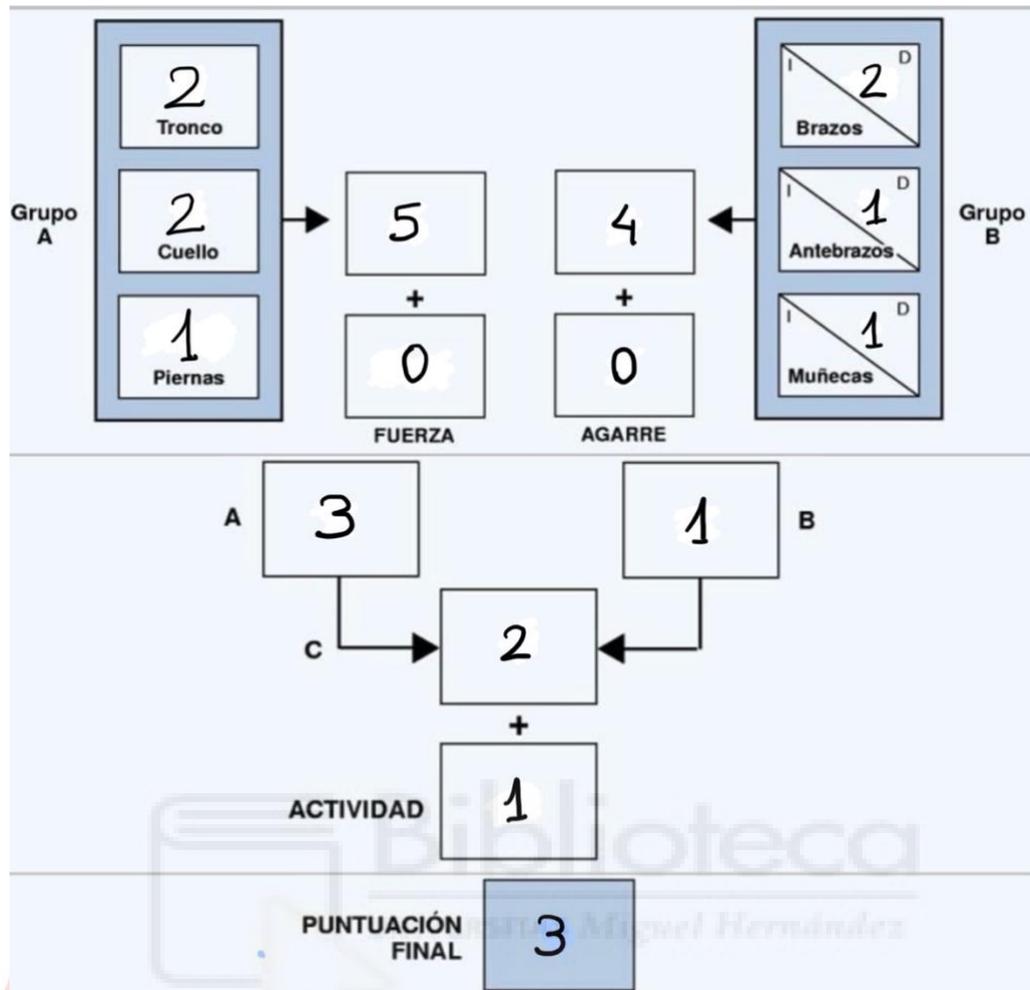
RESULTADO CARGA-FUERZA: 0

RESULTADO TABLA B: 1

RESULTADO AGARRE: 0

RESULTADO TABLA C: 2 + 1 (una o más partes del cuerpo estáticas)

PUNTUACION TOTAL: 3 PUNTOS



Con este análisis, podemos concluir que el **RIESGO ERGONÓMICO** de las posturas durante la cirugía es **BAJO**.

Puede ser, por tanto, necesaria una **INTERVENCIÓN ERGONÓMICA** para mejorar las posturas y una evaluación posterior de las mismas para ver si se ha conseguido el objetivo propuesto.

6. CONCLUSIONES.

En cuanto al **instrumental quirúrgico genérico** podríamos decir que se debería mejorar las pinzas para mejorar la posición del conjunto mano-muñeca y que no sobrecargue la articulación trapecio-metacarpiana del pulgar y evitar que trabaje más la musculatura extensora que la flexora ya que la primera es más débil y se fatiga antes. Esto deberíamos aplicarlo también en la mejora de separadores, sobre todo en lo referente al agarre.

En lo que se refiere al **instrumental específico de la prótesis de cadera** deberíamos mejorar los siguientes instrumentos:

- **Árbol de fresado:** mejorar tanto el grip como el diámetro de agarre del mismo y situarlo en torno al mismo diámetro que se recomienda para el mango de los martillos.
- **Martillos:** mejorar el diámetro del mismo y ajustarlo a las medidas que los estudios biomecánicos indican que pueden ser mejores para que la fuerza de agarre sea la idónea evitando lesiones. Esto serían medidas alrededor de 33 mm. También se debería mejorar el grip de los mismos evitando mangos de metal o de madera desgastada que se puedan romper o deshacer. Intentar incluir mangos con inclinación que eviten la sobrecarga del codo y muñeca.
- **Destornilladores:** mejorar el diámetro de agarre del mismo y situarlo como el de los martillos así como mejorar el grip para no perder fuerza de atornillado y no lesionar la musculatura epicondílea.
- **Escoplos:** mejorar el agarre de los mismos y realizarlos con angulación en la punta para poder visualizar el punto de entrada sin modificar la posición corporal ya que estas posturas forzadas aumentan el riesgo de lesiones con cervicalgias o lumbalgias.
- **Mangos en T:** mejorar el diámetro y el grip de los mismos.
- **Impactores de fresas metafisarias:** diseñarlos con angulación para ver el punto de entrada y el grado de introducción de las fresas y evitar lesiones tanto en el cirujano como en el paciente.
- **Impactores de vástago femoral definitivo:** lo mismo que para los impactores de fresas metafisarias.
- **Impactor de cabeza femoral protésica:** no creo conveniente realizar cambios en el diseño.

En cuanto al **análisis del riesgo postural** según el método REBA, podremos concluir que el riesgo de la actividad realizada durante la cirugía es BAJO y, por tanto, PUEDE SER NECESARIA UNA INTERVENCIÓN para mejorar las posturas durante el acto quirúrgico de la artroplastia total de cadera.

Esto lo debemos tener en cuenta aunque, como he dicho en la introducción, la modificación de la ergonomía en las cirugías se ve condicionada por las necesidades de la propia cirugía. Así que pocas modificaciones podremos realizar.

Entre ellas estarán la modificación de la altura de la mesa quirúrgica que condicionará la postura del cuello y de los brazos así como la utilización de una alza para poder elevar-flexionar las piernas durante la cirugía y que la postura no sea tan estática.



7. BIBLIOGRAFIA.

1. Allepuz A, Serra-Sutton V, Martínez O, Espallargues M, Pons JMV, Sandín M. Desarrollo de la metodología e implementación piloto de registros de implantes protéticos en el Sistema Nacional de Salud. Madrid: Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2007. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, AATRM 2006/04.
2. Allepuz A, Serra-Sutton V, Espallargues M, Salvador X, Pons JM. Artroplastias de cadera y rodilla en Cataluña desde 1994 a 2005. Gac Sanit 2008;22(6):534-40.
3. Carr JA, Higginson IJ, Robinson PG. Quality of life. London, Reino Unido: BMJ Books; 2003.
4. Dunbar MJ. Subjective outcomes after knee arthroplasty [tesis doctoral]. Lund, Suecia; 2001.
5. Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. J Bone Joint Surgery. 2004;86:963-73.
6. Institut Municipal de Salut Pública. Manual de l'Enquesta de Salut de Barcelona 2000. Institut Municipal de Salut Pública, Ajuntament de Barcelona; 2000.
7. Martí-Valls J, Alonso J, Lamarca R, Pinto JL, Auleda J, Girvent R, et al. Efectividad y costes de la intervención de prótesis total de cadera en siete hospitales de Cataluña. Med Clin. 2000;114:34-39.
8. Nuñez M, Lozano L, Nuñez E, Segur JM, Sastre S, Macule F, et al. Total knee replacement and health related quality of life: factors influencing long-term outcomes. Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research). 2009;61:1062-69.
9. Oxman AD, Sackett DL, Guyatt GH. User's guides to the medical literature I. How to get started. JAMA. 1993;270:2093-95.
10. Quintana JM, Escobar A, Arostegui I, Bilbao A, Azkarate J, Goenaga I, et al. Health-related quality of life and appropriateness of knee or hip joint replacement. Arch Intern Med. 2006;166:220-26.
11. Quintana JM, Escobar A, Aguirre U, Lafuente I, Arenaza JC. Predictors of health-related quality of life change after total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res. 2009;467:2886-94.
12. Serra-Sutton V, Martínez O, Allepuz A, Espallargues M. Registro de artroplastias de Cataluña. Resultados de cadera y rodilla 2005-2008. Barcelona: Agència

- d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut. Servei Català de la Salut. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya; 2010.
13. Soderman P, Malchau H, Herberts P, Zugner R, Regner H, Garellick G. Outcome after total hip arthroplasty: Part II. Disease-specific follow-up and the Swedish National Total Hip Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(2):113-119.
 14. Khajuria A, Maruthappu M, Nagendran M, Shalhoub J. What about the surgeon? *Int J Surg* 2013; 11: 18-21.
 15. Davis WT, Vasanth Sathiyakumar BA, Jehangir AA, Obremskey WT, Sethi MK Occupational injury among orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: e 107.
 16. Knudsen ML, Ludewig PM, Braman JP Musculoskeletal pain in resident orthopaedic surgeons: Results of a novel survey. *Iowa Orthop J* 2014; 34: 190-196
 17. Lester JD, Hsu S, Ahmad CS Occupational hazards facing orthopedic surgeons. *Am J Orthop* 2012; 41: 132-139.
 18. Stone R, McCloy R Ergonomics in medicine and surgery. *BMJ* 2004; 328: 1115-1118.
 19. Adkar N, Pandve HT Need of Ergonomics Arrangements for Orthopedic Surgeons. *J Ergonomics* 2015; 5:3 1000e143
 20. Iorio R, Robb WJ, Healy WL, Berry DJ, Hozack WJ, Kyle RF, et al. Orthopaedic workforce and volume assessment for total hip and knee replacement in the United States: preparing for an epidemic. *J Bone J Joint Surg Am*. 2008;90(7):1598-605.
 21. Garg A, Kapellusch JM. Applications of biomechanics for prevention of work-related musculoskeletal disorders. *Ergonomics* 2009; 52:36.
 22. Kong YK, Lowe BD. Optimal cylindrical handle diameter for grip force task. *Int J Ind Ergon* 2005; 35:495.
 23. Sancho-Bru JL, Giurintano DJ, Pérez-González A, Vergara M. Optimum tool handle diameter for a cylinder grip. *J Hand Ther* 2003; 16:337.
 24. Hallibeck MS, Cochran DJ, Stonecipher BL, et al. Handle-handle orientation and maximum force. *Ind Ergon* 1910; 5:800.
 25. Khajuria A, Maruthappu M, Nagendran M, Shalhoub J. What about the surgeon? *Int J Surg* 2013; 11: 18-21.

26. Knudsen ML, Ludewig PM, Braman JP Musculoskeletal pain in resident orthopaedic surgeons: Results of a novel survey. *Iowa Orthop J* 2014; 34: 190-196
27. Mirbod SM, Yoshida H, Miyamoto K, Miyashita K, Inaba R, Iwata H. Subjective complaints in orthopedic surgeon and general surgeons. *Int Arch Occup Environ Health* 1995; 67: 179-186.
28. Auerbach JD, Weidner ZD, Milby AH, Diab M, Lonner BS Musculoskeletal disorders among spine surgeons: Results of a survey of the Scoliosis Research Society membership. *Spine* 2011; 36: 1715-1721.
29. Soueid A, Oudit D, Thiagarajah S, Laitung G The pain of surgery: Pain experienced by surgeons while operating. *Int J Surg* 2010; 8: 118-120.
30. Veelen MA, Karemier G, Koopman J, Goossens RHM, Meijer DW. Assessment of the ergonomically optimal operating surface height for laproscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2002; 12(1): 47-52.
31. Nguyen N, Ho H, Smith W, Philipps C, Lewis C, De Vera R, et al. An ergonomical evaluation of surgeons axial skeletal and upper extremity movements during laproscopic and open surgery. *Am J Surg*. 2001; 182: 720-4.
32. Berger R, Rab GT, Abu-Ghaida H, Alarcon A, Chung J. A comparison of surgeon's posture during laproscopic & open surgical procedures. *Surg Endosc* 1997; 11: 139-42.
33. Esser A, Koshy JG, Randle HW. Ergonomics in office-based surgery: a survey-guided observational study. *Dermatol Surg* 2007; 33(11):1304-14.
34. Buckle PW, Devereux JJ. The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Appl Ergon*. 2002; 33(3):207-17.
35. McGill SM, Hughson RL, Parks K. Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions: implications for prolonged work. *Ergonomics*. 2000; 43(4):486-93.
36. Stone R, McCloy R. Ergonomics in medicine and surgery. *BMJ*. 2004;328(7448):1115-8.
37. Wauben LS, van Veelen MA, Gossot D, Goossens RH. Application of ergonomics guidelines during minimally invasive surgery: a questionnaire

- survey of 284 surgeons. *Surg Endosc.* 2006;20(8):1268-74. Epub 2006 Jul 20.
38. Voelker R. Experts say projected surgeon shortage “looming crisis” for patient care. *JAMA.* 2009;302(14):1520-1.
39. Satani B, Williams TE, Ellison EC. The impact of employment of part-time surgeons on the expected surgeon shortage. *J Am Coll Surg.* 2011; 213(3):345-51.
40. Niven KJ. A review of the application of health economics to health and safety in healthcare. *Health Policy.* 2002; 61(3):291-304.
41. Bureau of Labor Statistics. Occupational safety and health definitions. <http://www.bls.gov/iif/oshdef.htm>. Accessed 2012 Nov 28.
42. McLean L. The effect of postural correction on muscle activation amplitudes recorded from the cervicobrachial region. *J Electromyogr Kinesiol* 2005; 15:527
43. Hannan LM, Monteilh CP, Gerr F, Kleinbaum DG, Marcus M. Job strain and risk of musculoskeletal symptoms among a prospective cohort of occupational computer users. *Scand J Work Environ Health* 2005; 31:375.
44. Gustafsson E. Ergonomic recommendations when texting on mobile phones. *Work* 2012 ; 41 Suppl 1:5705.
45. Lowe BD, Dick RB. Workplace exercise for control of occupational neck/shoulder disorders: a review of prospective studies. *Environ Health Insights* 2014; 8:75.
46. Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Cote P, van der Velde G, Holm LW, Carragee EJ, et al. Course and prognostic factors for neck pain in workers : results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33:S93-100.
47. Stendlund B, Lindbeck L, Karlsson D. Significance of house painters' work techniques on shoulder muscle strain during overhead work. *Ergonomics* 2002; 45:455.
48. Van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, Burdorf A. Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder—a systematic review of the literature. *Scand J Work Environ Health* 2010; 36:189.

49. Van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, Burdorf A. Associations between work-related factors and specific disorders at the elbow—a systematic review of the literature. *Rheumatology (Oxford)* 2009; 48:528.
50. Van Eerd D, Munhall C, Irvin E, Rempel D, Brewer S, van der Beek AJ, et al. Effectiveness of workplace interventions in the prevention of upper extremity musculoskeletal disorders and symptoms: an update of the evidence. *Occup Environ Med* 2016; 73:62.
51. Shakoor N, Lidtke RH, Sengupta M, Fogg LF, Block JA. Effects of specialized footwear for knee osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2008; 59:1214-20.
52. Doi T, Akai M, Fujino K, Iwaya T, Kurosawa H, Hayashi K, Marui E. Effect of home exercise of cuadriceps on knee osteoarthritis compared with nonsteroidal antiinflammatory drugs: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87:258-69.
53. Westby MD. A health professional's guide to exercise prescription for people with arthritis: a review of aerobic fitness activities. *Arthritis Rheum* 2001; 45:501.
54. Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 22-11-2020]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
55. <https://www.sendagrup.com/2014/06/16/historia-de-la-protesis-total-de-cadera/>
56. <https://www.gaesmedica.com/es-es/ergonomia-quirurgica>
57. Guillen M. Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Rev cubana enfermer.* 2006; 22(4).
58. Nogareda S, Dalmau I. NTP 452: evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Madrid, España: INSHT;1997.
59. Kant IJ, de Jong LC, van Rijssen-Moll M, Borm PJ. A survey of static and dynamic work postures of operating room staff. *Int Arch Occup Environ Health.* 1992; 63(6):423-8.
60. Berguer R. Surgery and ergonomics. *Arch Surg* 1999; 134(9):1011-6.

61. Van Veelen MA, Nederlof EA, Goossens RH, Schot CJ, Jakimowicz JJ.
Ergonomic problems encountered by the medical team related to products used for minimally invasive surgery. *Surg Endosc.* 2003; 17(7):1077-81.
62. Asociación Española de Ergonomía. ¿Qué es la Ergonomía? 2008.
Disponible en: [http:// www.ergonomos.es/ergonomia.php](http://www.ergonomos.es/ergonomia.php)
63. Autor institucional, O.I.T. “Atención al dolor Prevención de las lesiones y enfermedades profesionales a través de la ergonomía” *Revista del Trabajo.* Sept-oct. 1997.
64. Nogareda Cuixart S, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.
Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el sector sanitario.
Buenas prácticas. INSHT 2012.

