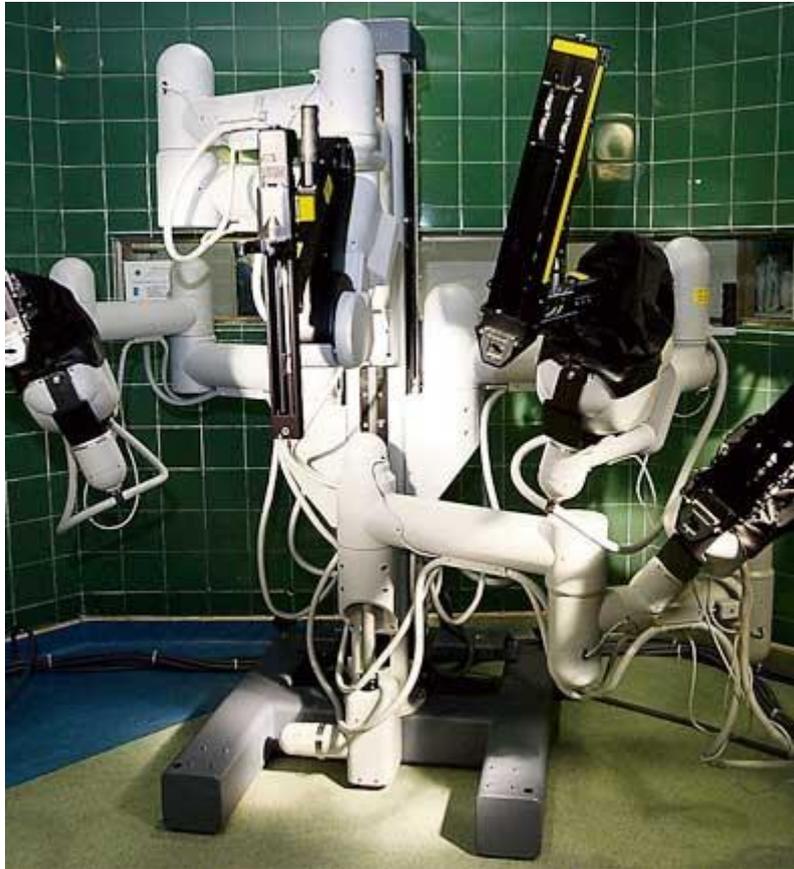


AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA MEDICINA:



NANOMEDICINA Y CIRUGÍA ROBÓTICA

**Nel Muñiz González
Sandra Isla Llana**

Bioelectrónica 2009

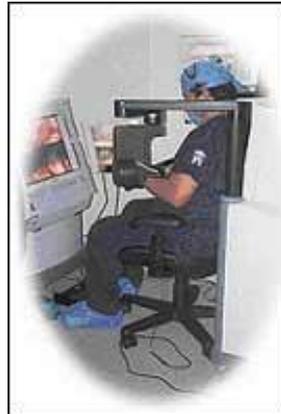
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN A LA NANOMEDICINA
2. NANOMEDICINA
 - 2.2. sensores magnéticos para atacar virus
 - 2.3. cápsulas que navegan por la sangre
 - 2.3. NANO-ROBOTS
 - 2.3.1. CARACTERÍSTICAS
 - 2.3.2. RESPIROCITOS Y FAGOTITOS
 - 2.4. LA NANOTECNOLOGÍA EN LA NEUROCIENCIA
3. CIRUGÍA ROBÓTICA
 - 3.1. INTRODUCCIÓN
4. APLICACIONES DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA
 - 4.1. ESTUDIO, PRÁCTICA Y ENTRENAMIENTO
 - 4.2. ANTECEDENTES DE LA CIRUGÍA DE TELEPRESENCIA
 - 4.3. CIRUGÍA DE TELEPRESENCIA
5. SISTEMA DA VINCI
 - 5.1. ELEMENTOS QUE LO FORMAN
 - 5.2. PROCEDIMIENTOS DE USO
 - 5.3. VENTAJAS
 - 5.4. DESVENTAJAS
6. LAPAROSCOPIA
7. LA CIRUGÍA ROBÓTICA EN ESPAÑA
8. FUTURO DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

1. INTRODUCCIÓN

Reparar el cuerpo humano a través de minúsculas técnicas de reconstrucción celular o visualizar el interior del cuerpo humano a través de imágenes tridimensionales fidedignas, son algunos de los sueños que la Medicina tuvo durante el siglo XX y que hoy, cada día más, se van haciendo realidad gracias a la influencia de las altas tecnologías en las investigaciones de Física y Química, las innovaciones tecnológicas en el desarrollo de nuevas aplicaciones informáticas y los avances en la comunicación implementados a través de Internet.

Es así como la Medicina logra una clínica mucho más asertiva, procedimientos menos invasivos, investigaciones más profundas y detalladas y sobre todas las cosas, generar mayores beneficios para quienes son la razón de ser de esta disciplina: los seres humanos.



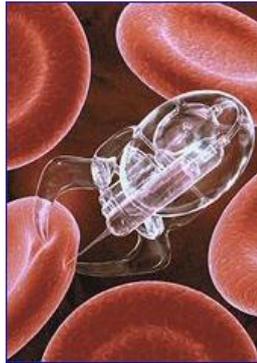
2. NANOMEDICINA

La Nanotecnología Molecular ha sido definida como el control de la posición tridimensional de las estructuras moleculares para crear materiales y dispositivos de alta precisión. Puesto que el cuerpo humano se encuentra compuesto por millones de estructuras moleculares, la nanotecnología permitirá un avance significativo en dispositivos médicos. Más que una extensión de la Medicina Molecular, la Nanomedicina empleará sistemas mecánicos moleculares para resolver complicaciones médicas y patologías y usará este conocimiento para conservar y mejorar la salud humana a nivel molecular.

El alcance de la Nanomedicina sobre la integridad humana permitirá no sólo preservar el estado de salud ideal, sino que, intervendrá directamente sobre la terapia de patologías, el proceso de envejecimiento y la mejora de las funciones biológicas humanas naturales.

Europa es quien emprende la mayoría de los grandes proyectos en cuanto a los alcances de la investigación en Nanomedicina.

Entre las conclusiones del informe que la Fundación Europea de la Ciencia, (European Science Foundation), presentó en mayo de 2005 a la comunidad europea, se señala que los avances en la Nanomedicina vendrán a través del diseño de terapias multifuncionales y de sistemas de liberación de fármacos de tamaño nanométrico que permitan tratamientos más cómodos, seguros y eficaces para el paciente. También se resaltó la innovación que supone el uso de herramientas de diagnóstico y dispositivos para comprender la base molecular de las enfermedades, predisposición y respuesta del paciente a la terapia y el permitir la monitorización a niveles molecular y celular.



Dispositivo nanométrico

La Nanomedicina puede ofrecer muchas ventajas a la humanidad, pero existen dos factores importantes que amenazan el éxito europeo, tal vez mundial, de esta nueva aplicación tecnológica, y son:

- la escasa implicación del sector privado europeo en investigación y en desarrollo en la Nanotecnología
- la posibilidad de que el público rechace los productos 'nano', (como pasó con los transgénicos)

2.1. Nanotecnología y nuevos tratamientos contra el cáncer

Por primera vez un equipo de investigación de la empresa Nanospectra Biosciences ha logrado un avance científico que permitirá crear una "bala mágica", algo que los investigadores trabajando en tratamientos contra el cáncer llevan años intentando desarrollar. La idea es crear un tipo de bala que selecciona y destruye células cancerígenas.

El equipo de Nanospectra ha logrado desarrollar nanopartículas de cristal bañadas en oro capaces de invadir un tumor y, cuando se calientan a través de un sistema remoto, capaces de destruirlo.

La clave del alto grado de efectividad de este nuevo avance se deriva de las dimensiones de las partículas. Según el equipo de Nanospectra, las nanopartículas tienen el tamaño ideal para que puedan atravesar los vasos sanguíneos agujereados de un tumor, un diámetro de 150 nanómetros. Esto podría permitir que las partículas se acumulasen en el tumor más que en otros tejidos.

Cuando se dirigen rayos de luz infrarrojos a la localización del tumor, desde el exterior o a través de una sonda, las partículas absorben la luz y se calientan. El resultado es que los tumores se calientan más que los otros tejidos alrededor, y se mueren.

El primer estudio fue realizado sobre ratones, los tumores injertados con las nanopartículas de estos desaparecieron a los seis días de aplicarles el tratamiento de los rayos infrarrojos.

Este nuevo avance científico supone la primera vez que se aplican rayos infrarrojos para calentar tejidos, ya que hasta ahora solo eran utilizados para mostrar imágenes.

Se cree que este nuevo avance tecnológico ayudará a eliminar aquellos tumores que caracterizan el cáncer de pecho, próstata y pulmón. Así, la Nanotecnología se sumaría a otros tratamientos contra el cáncer ya conocidos, como son la quimioterapia y la radioterapia. Además, según el presidente de Nanospectra este nuevo método es una herramienta mucho menos tóxica para la caja de herramientas de los cirujanos.

2.2. Sensores magnéticos para atacar virus

Científicos del Scientists del Argonne National Laboratory han desarrollado un nuevo tipo de sensor magnético capaz de detectar a biomoléculas. El aparato se basa en la medición de la relajación browniana de nanopartículas magnéticas conectadas a biomoléculas. Esta técnica, aparte de ofrecer aplicaciones para el campo de la medicina, también podría hacerlo en la detección de bacterias y virus en el medioambiente.

Estos científicos miden el cambio en la susceptibilidad magnética de las nanopartículas. La susceptibilidad depende del tiempo necesario para que los giros magnéticos de las nanopartículas se relajen a su alineación original después de eliminar el campo magnético.

Existen dos tipos de relajación magnética:

-La relajación Browniana predomina en las partículas más grandes.

-La relajación de Neel ocurre en las partículas de menos de 10 nanómetros. Las técnicas sensoras que miden tiempos de este tipo de relajación ya existen, pero no son capaces de distinguir entre objetivos distintos con similares propiedades.



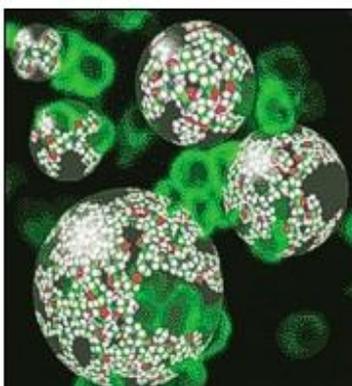
Sensor magnético

2.3. Cápsulas que navegan por la sangre

Los nanosistemas de liberación de fármacos actúan como transportadores de fármacos a través del organismo.

En el tratamiento del cáncer estos nanosistemas facilitan el acceso a las células tumorales y reducen la acumulación del fármaco en las células sanas y, por tanto, reducen los efectos tóxicos de los antitumorales.

También se han desarrollado nanopartículas que permiten administrar, en forma de gotas nasales, algunas vacunas que hasta ahora debían inyectarse. Algunas de estas vacunas son la anti-tetánica y la anti-diftérica, y se pretende hacer lo mismo con la vacuna de la Hepatitis B.



Las nanopartículas transportan fármacos hasta las células diana

Contra la diabetes, se ha creado un dispositivo que puede ser inyectado en el torrente sanguíneo y actuar como páncreas artificial, liberando insulina. Esta técnica consiste en encapsular células que producen insulina en contenedores con paredes con nanoporos, que por su tamaño sólo pueden ser atravesados por insulina, glucosa u oxígeno. De esta forma se impide que las células productoras de insulina sean reconocidas como cuerpos extraños dentro del organismo. Esta innovadora técnica también podría ser utilizada contra la enfermedad de Parkinson, liberando dopamina en el cerebro, o el Alzheimer.

2.4. Nano-robots

Aunque todavía no se han fabricado nano-robots, existen múltiples diseños de éstos, incluso no pueden ser del todo robots es decir pueden hasta ser modificaciones de células normales llamadas también células artificiales. Estos nano-robots serán máquinas moleculares de reparación que viajarán a través de la sangre, capaces de actuar sobre el ADN, modificar proteínas o incluso destruir células completas, como tumores.

2.4.1. Características

-**Tamaño:** como su propio nombre indica, deben de tener un tamaño sumamente pequeño, entre 0.5 y 3 micras ($1\text{micra} = 1 \cdot 10^{-6}$).

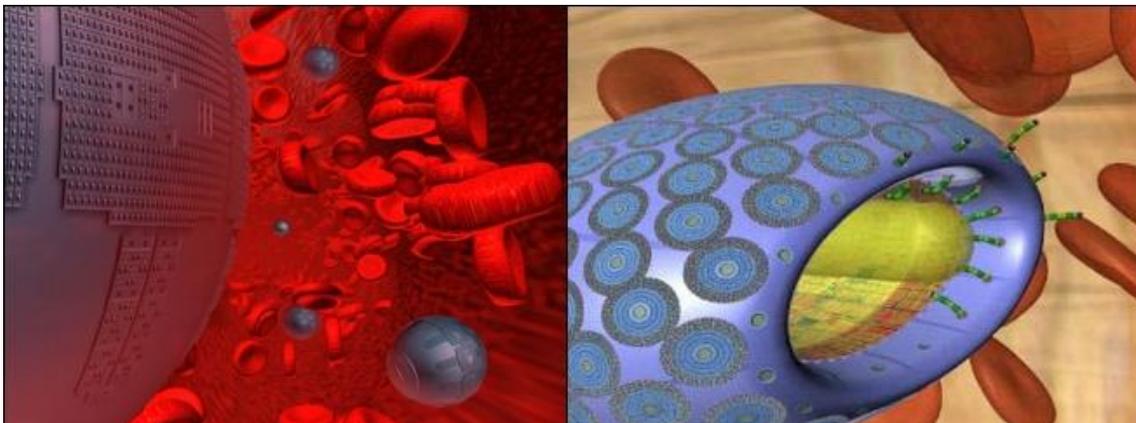
-**Componentes:** el tamaño de estos estaría entre 1 y 100 nanómetros ($1\text{nm} = 1 \cdot 10^{-9}$), y los materiales variarían de diamante como cubierta protectora, hasta elementos como nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, fluoruro, silicón...utilizados para los engranes.

-**Inmunológicos:** los nano-robots estarán diseñados para no ser detectados por el sistema inmune, es decir, para que nuestro cuerpo no los rechace.

2.4.2. Respirocitos y Fagocitos

El investigador Robert Freitas ha creado una especie de glóbulo rojo artificial llamado *respirocito*. Sólo mide una micra de diámetro y este robot esférico es capaz de liberar hasta 236 veces más oxígeno por unidad de volumen que un glóbulo rojo natural. Estos nano-robots incorporarán sensores químicos y de presión.

De esta forma estarán preparados para recibir señales acústicas del médico, que utilizará un aparato transmisor de ultrasonidos para darles órdenes con el fin de que modifiquen su comportamiento mientras están en el interior del cuerpo del paciente.



Simulación de respirocitos

Fagocitos navegando por el torrente sanguíneo

Freitas ha diseñado también los microbívoros, *fagocitos mecánicos* concebidos para destruir cualquier microbio de nuestro torrente sanguíneo. Utilizando un protocolo digestivo y de descargas actuarán, según estima su creador, hasta 1000 veces más rápido que las defensas naturales.

2.5. La nanotecnología en la neurociencia

Un equipo de científicos del MIT y de las universidades de Nueva York y Tokio ha demostrado cómo se podría entrar en el cráneo y llegar al cerebro a través de la conexión de una red de nanocables de polímero a vasos sanguíneos en el cuello.

Aunque últimas técnicas permiten la instalación de electrodos en el cerebro para restaurar sentidos como la vista o el oído, y frenar los temblores de la enfermedad de Parkinson, el método utilizado, es decir romper el cráneo, daña tejidos cerebrales sanos, crea un riesgo de infección y deja cables que sobresalen de su cabeza. Y a lo largo del tiempo, se desarrollan tejidos de cicatriz alrededor de los electrodos, que los aíslan del tejido cerebral activo.

Los investigadores estiman que dentro de aproximadamente una década, será posible insertar un catéter en una gran arteria y dirigirlo por el sistema circulatorio hasta el cerebro. Una vez llegue a su destino, un conjunto de nanocables se extenderían en un "ramo" con millones de diminutas sondas que podrían utilizar los 25.000 metros de capilares del cerebro como una vía para llegar a destinos específicos dentro del cerebro.



En sus experimentos los científicos maniobraron nanocables de platino a través de los vasos sanguíneos en muestras de tejido humano y detectaron la actividad eléctrica de las células cerebrales activas colocadas al lado del tejido. Paralelamente crearon programas y soportes informáticos que podrían funcionar como un tipo de conversión de analógico a digital, convirtiendo señales emitidas por el cerebro en señales digitales y viceversa.

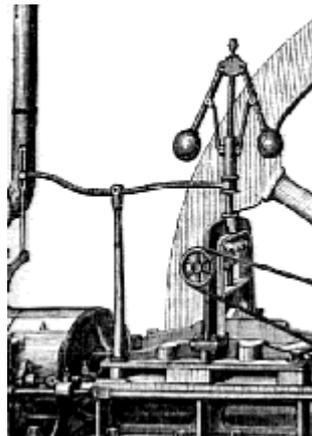
Desde entonces, los investigadores centran sus esfuerzos en cómo crear un conector suficientemente pequeño en una punta para llegar a cualquier neurona sin obstruir el flujo sanguíneo, pero suficientemente grande en la otra punta para conectar con instrumentos con el fin de grabar o enviar pulsos eléctricos. La solución que han encontrado el equipo ha sido sustituir los nanocables de platino por nanocables de polímeros, que además de ser mucho más baratos, pueden ser convertidos en cables mucho más finos y flexibles.

Actualmente los científicos investigan un proceso que permita la fabricación de nanocables de polímero que miden tan solo 100 nm. Creen que un nanocable de este tipo podría ser "dirigible" y que se le podría guiar por uno de los vasos sanguíneos menores que salen de los más grandes. Otra ventaja de este tipo de cables de polímero es que son biodegradables así que podrían ser utilizados para estudios cortos o diagnósticos, porque luego se decompondrían.

3. CIRUGÍA ROBÓTICA

3.1. Introducción

Desde la antigüedad, se ha fantaseado con diversos mitos de seres mecánicos vivientes, y los autómatas (máquinas semejantes a personas) ya aparecían en los relojes de las iglesias medievales. El primer robot controlador realimentado fue el regulador de Watt, inventado en 1788 por el ingeniero británico James Watt. Este dispositivo constaba de dos bolas metálicas unidas al eje motor de una máquina de vapor y conectadas con una válvula que regulaba el flujo de vapor. A medida que aumentaba la velocidad de la máquina de vapor, las bolas se alejaban del eje debido a la fuerza centrífuga, con lo que cerraban la válvula, y por lo tanto disminuía el flujo de vapor a la máquina y en consecuencia la velocidad. En el siglo XVIII, el control por realimentación, el desarrollo de herramientas especializadas y la división del trabajo en tareas más pequeñas fueron conceptos esenciales para la automatización de las fábricas. Más adelante, según fue mejorando la tecnología, se fueron desarrollando máquinas especializadas en realizar tareas concretas, como poner tapones a botellas, o verter caucho líquido en moldes para neumáticos. Sin embargo, ninguna de estas máquinas tenía la versatilidad del brazo humano, y no podían alcanzar objetos alejados y colocarlos en la posición deseada. Esto hizo que se empezase a investigar el desarrollo del brazo artificial multiarticulado, lo que llevó al moderno robot. El inventor estadounidense George Devol desarrolló en 1954 un brazo primitivo que se podía programar para realizar tareas específicas. En 1975, el ingeniero mecánico estadounidense Victor Scheinman, cuando estudiaba la carrera en la Universidad de Stanford, en California, desarrolló un manipulador polivalente realmente flexible conocido como Brazo Manipulador Universal Programable (PUMA, siglas en inglés). El PUMA era capaz de mover un objeto y colocarlo en cualquier orientación en un lugar deseado que estuviera a su alcance. El concepto básico multiarticulado del PUMA es la base de la mayoría de los robots actuales. Con el paso del tiempo y el avance de la tecnología, la robótica ha ido avanzando y utilizándose en diferentes campos. En este caso vamos a estudiar la robótica dentro de la medicina, y en concreto aplicada a la cirugía.



4. APLICACIONES DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

4.1 ESTUDIO, PRÁCTICA Y ENTRENAMIENTO

Durante siglos, los médicos que han trabajado en el desarrollo de la cirugía se han visto siempre al borde de la ilegalidad. La posibilidad de experimentar sobre el

cuerpo humano se reducía únicamente a casos de extrema necesidad, en los que un paciente necesitaba urgentemente cuidados médicos que implicasen la intervención quirúrgica. Por otro lado, recuperar cadáveres para estudiarlos anatómicamente era profanación, lo cual impedía un estudio que iría en beneficio del ser humano. Actualmente, las condiciones han mejorado, ya que médicos y cirujanos pueden estudiar y practicar sobre sujetos que han donado su cuerpo para el beneficio y avance de la ciencia. Sin embargo, aún estamos lejos de las condiciones ideales para el perfeccionamiento de los estudios y la práctica quirúrgica. El entrenamiento habitual de los cirujanos en los procedimientos quirúrgicos se realiza utilizando cadáveres, animales vivos, o intervenciones quirúrgicas reales guiadas por expertos. A pesar de todo esto, todavía existen muchas consideraciones en contra de estos procedimientos.

Debido a esta situación, durante la última década se han comenzado a desarrollar herramientas que permitan mejorar, no solo la manera en que se entrenan las destrezas del cirujano, sino reducir al mínimo los riesgos operatorios como resultado de la práctica quirúrgica sobre la simulación de las condiciones físicas y patológicas del paciente tipo. Es así como se han desarrollado los **Sistemas de Simulación Quirúrgicos (SSQ)**. A nivel mundial, diversos centros de investigación se han dedicado a la tarea de desarrollar sistemas programáticos capaces de simular a través de la **realidad virtual**, condiciones similares a las que podría enfrentarse dentro del desarrollo profesional un cirujano. Cascos con viseras a través de las cuales se proyectan imágenes similares a la realidad, guantes que interactúan con elementos inexistentes, mesas de trabajo sobre las que se practican los movimientos requeridos para la intervención quirúrgica, brazos robóticos de precisión extrema controlados a través de computadoras y cirugías llevadas a cabo por equipos médicos situados a kilómetros de distancia del paciente, son apenas algunos de los avances tecnológicos que han sido implementados en el estudio y avance de la cirugía durante las últimas décadas.

4.2 ANTECEDENTES DE LA CIRUGÍA DE TELEPRESENCIA

En 1992, en Palo Alto CA, el inglés Philippe Green, del Stanford Research Institute (S.R.I.), realizó investigaciones en manipulación remota, desarrolló prototipos de sensores y efectores maestro-esclavo para realizarla. En principio, la idea era que un grupo de cirujanos de diferentes especialidades pudieran atender, desde un lugar seguro, emergencias en el campo de batalla. Lamentable no fue posible su uso durante la guerra, debido a la gran interferencia de señales.

Casi simultáneamente, el Dr. Stephen Jacobsen de la compañía Sarcos de Utah, desarrolló brazos y manos robóticas que replican por control inalámbrico los movimientos humanos. Durante 1993, en un hospital de la Jolla, CA, el Dr. Jonathan Sackier utiliza el robot ESOPPO como auxiliar en una cirugía de laparoscopia. En el año de 1995, se formó la empresa Intuitive Surgical Inc., que adquirió los derechos de investigación del Dr. Green, la cual adquirió los derechos de la investigación del Dr. Green e inició los trabajos de adaptación para su uso clínico fuera de campos de interferencia. Dos años después, el Dr. Jack Himpens intervino los primeros 5 pacientes con casos de cirugía laparoscópica por telepresencia a corta distancia, dentro del mismo quirófano en el hospital St. Blasius, en Bélgica.

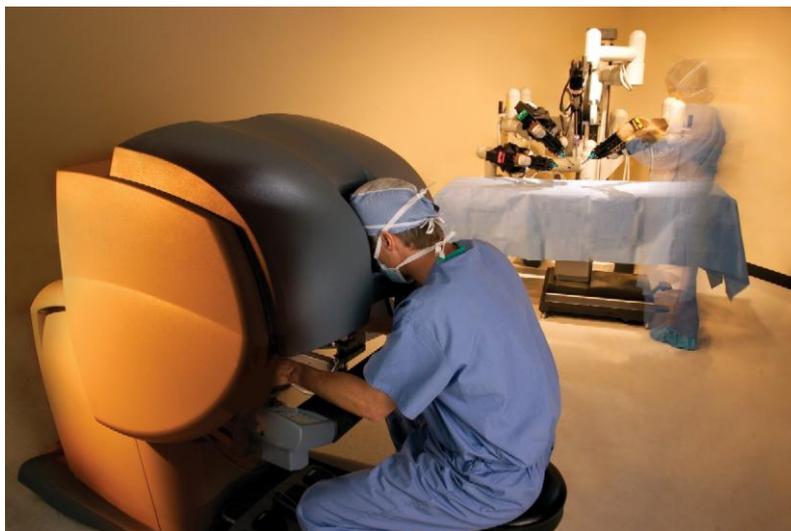
4.3 CIRUGÍA DE TELEPRESENCIA

La **cirugía de telepresencia**, cirugía robótica o cirugía asistida por computadoras es un sistema interactivo computarizado, tan veloz e intuitivo, que la computadora desaparece de la mente del cirujano, dejando como real el entorno generado por el sistema. A través de la realidad virtual, el cirujano determina las maniobras que el robot ejecutará en el paciente. La consola de mando donde trabaja

el cirujano puede situarse en el mismo quirófano, y eventualmente en otro lugar de la misma ciudad o incluso en otro país. Este tipo de cirugía se basa en dos conceptos fundamentales que son la **realidad virtual** y la **cibernética**. Hablamos de realidad virtual porque se logra el efecto de inmersión en la tercera dimensión. Este método permite navegar e interactuar en tiempo real, **lo que vemos en 3D en el monitor y lo que se toca a través del robot es completamente real**. La cibernética es la rama de la informática que digitaliza el movimiento, y se divide en tres áreas importantes: autómata, biónica y robótica. Esta última estudia el desarrollo de robots que son mecanismos articulados programados, con partes mecánicas, motores, grados de libertad, cámaras, sensores, transductores, almacenamiento de información, programas especializados para procesamiento de datos, optimización de funciones e interfaces conectados a elementos ejecutores de tareas específicas. Los **robots** pueden ser **autónomos**, es decir, que tienen un programa diseñado para realizar ciertas actividades, o **esclavos**, que no tienen capacidad de movimiento autónomo y son completamente dependientes. En la **cirugía de telepresencia** se utiliza un **robot esclavo** que no puede hacer ningún tipo de movimiento sin las órdenes del cirujano; es decir que es absolutamente dependiente del juicio, de los conocimientos y de la habilidad del médico. Consta de una estructura que semeja la anatomía de los brazos humanos, capaz de imitar los movimientos de diversas articulaciones como las del hombro, codo, muñeca y manos.

5. SISTEMA DA VINCI

Para realizar cirugías de este tipo, hay varios modelos de robots, como el da Vinci o el Zeus, ambos están basados en lo mismo, aunque tienen sus diferencias. A continuación nos vamos a centrar en las características del Da Vinci, por ser el más importante y utilizado. El robot Da Vinci permite al cirujano realizar a distancia operaciones quirúrgicas de diversos tipos. Este proyecto se creó con el fin de investigar las futuras aplicaciones de la robótica en cirugía, y consta de los siguientes elementos: consola maestra, robot esclavo, instrumentos, interface gráfica de usuario y sistema de obtención de imagen.



5.1. ELEMENTOS QUE LO FORMAN

-CONSOLA MAESTRA: Es la mesa de control donde el cirujano ejecuta los movimientos que habrá de simular el robot y está constituido por:

- Manipulador maestro de instrumentos derecho.
- Manipulador maestro de instrumentos izquierdo.
- Pedal de activación de la unidad de electrocirugía.
- Módulo electrónico que consta de: suministro de energía, banco de baterías e interface digital.
- Visor estereoscópico de alta resolución conformado por dos monitores de 990 x 1313 líneas de resolución que proyectan las imágenes en una caja de espejos, mismos que permiten obtener la imagen en 3ª dimensión y al cirujano le permiten la sensación de inmersión



-ROBOT ESCLAVO: El robot esclavo se encuentra constituido por tres brazos, uno de ellos contiene el manipulador para la cámara y los otros dos, los manipuladores de instrumentos que reproducen los movimientos de las manos del cirujano realizados desde la consola. Cada brazo robótico está constituido por un circuito impreso, un adaptador de interface remoto, motores, poleas, líneas de angulación y articulaciones, que pueden realizar movimientos con siete grados de libertad. El robot esclavo se encuentra conectado a la computadora y a la consola por medio de cables, está montado en un soporte rodable, que permite instalarlo al lado de la mesa de operaciones.



-INSTRUMENTOS: Los instrumentos son: tijera, bisturí, diferentes tipos de pinzas, ganchos, disectores y porta-agujas. Todos ellos están dotados de retroalimentación táctil electrónica que transmite las sensaciones de presión, resistencia, flexibilidad, etc., permitiendo al cirujano "sentir" la cirugía. Estos instrumentos tienen una libertad de movimiento de cuatro grados y pueden intercambiarse durante la cirugía con la ayuda de la enfermera instrumentista, asistente del cirujano o de un ingeniero Biomédico. Los brazos de un ser humano tienen 29 grados de libertad de movimiento que realizan en tres planos cartesianos; por lo que puede realizar 594.823.321 movimientos. D'Vinci tiene 7 grados de libertad de movimientos en tres planos cartesianos o sea 117.649 movimientos, esto es el 0.019% del total de la capacidad del brazo del ser humano, cercano al que utiliza el cirujano en una cirugía convencional. Esta cifra es muy superior comparada con los 3 grados de libertad y 729 movimientos que podemos realizar con los instrumentos de cirugía laparoscópica convencional, y que representa el 0.00012% del total de la capacidad del brazo humano y 0.61 % de la capacidad del robot D'Vinci.

-INTERFACE GRÁFICA DE USUARIO: Una computadora con procesador Pentium de 200 megaHertz y 64 megabytes de memoria RAM y 20 procesadores Sharc en el controlador constituyen el sistema. Usando esta interface es como el cirujano puede realizar la cirugía, ampliando o disminuyendo sus movimientos en escalas de (1:1, 1:3, 1:5), reposicionando la cámara. La interface controla y mantiene la localización precisa de cada uno de los 48 motores (seis veces el número de motores de un robot estándar). El software implícito en esta interface garantiza la seguridad del paciente, pues si el cirujano hace un movimiento brusco, el sistema frena automáticamente, incluso elimina el temblor de las manos del cirujano y por lo tanto equilibra sus habilidades y potencia la precisión en sus acciones.

-SISTEMA DE OBTENCIÓN DE IMAGEN: El sistema de obtención de imagen es muy parecido al sistema convencional utilizado en cirugía laparoscópica; pero en 3a. dimensión real. Consta de una cámara doble que le permite obtener dos señales de video (canal derecho e izquierdo), que al integrarse conforman una señal de video estereoscópica, que es proyectada por dos monitores de alta resolución a un sistema conocido como "caja de espejos" para crear 3a. dimensión real, misma que provee al cirujano de la sensación de "inmersión" en el campo quirúrgico. Cuando el cirujano mueve la cámara en el campo operatorio, consigue el efecto conocido como "navegación".



5.2. PROCEDIMIENTO DE USO

El cirujano se sienta cómodamente en una silla que puede ajustar a su altura y con el acercamiento que desee con respecto a la consola maestra, coloca su cabeza de manera que sus ojos se ajusten a los visores que le permiten ver imágenes reales del interior del paciente en 3a. dimensión. El asistente del cirujano hace la incisión en un lugar determinado, cerca del órgano que se va a intervenir, e introduce los instrumentos del robot. El robot posee tres brazos, uno contiene la cámara y los otros dos portan el instrumental. Mediante la cámara telescópica, el cirujano puede "navegar" dentro del cuerpo del enfermo, localizar el órgano afectado e interactuar con tijeras, pinzas, pinzas de sujeción, bisturí, electrocauterio, láser, disectores ultrasónicos y otros recursos quirúrgicos. El cirujano siempre está viendo los instrumentos que utiliza a través de los monitores. Los movimientos de los brazos del robot, se originan en las manos del especialista por medio de instrumental igual al de una cirugía convencional, que se encuentra conectado en la consola maestra y que al moverlo genera comandos reales que pasan por un sistema avanzado de cómputo donde son digitalizados y editados a la velocidad de la luz, para luego transmitirlos al robot que ejecutará lo dispuesto. Los instrumentos que se encuentran en los extremos de los brazos del robot son cambiados manualmente por el asistente a la orden del cirujano. Al equipo quirúrgico moderno se ha integrado un Ingeniero Biomédico que controla los sistemas de cómputo y los sistemas de alta tecnología con los que hoy se realizan complejas intervenciones quirúrgicas.

5.3. VENTAJAS

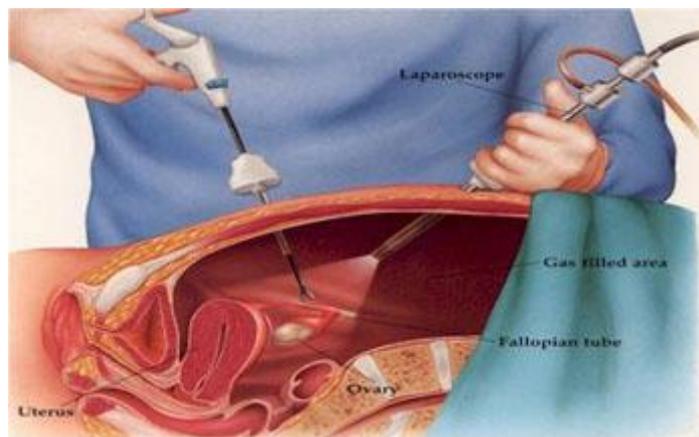
- Da al cirujano una mayor visión en el área de operación, ya que cuando se hace la laparoscopia, el cirujano pierde la visión tridimensional del campo operatorio y debe conformarse con una visión bidimensional, permite trabajar a través de pequeñas incisiones en el pecho del paciente y reduce su tiempo de recuperación.
- Las imágenes que se perciben por el monitor pueden aumentar hasta 20 veces el tamaño normal, lo que permite al cirujano ver los órganos con más detalle.
- Permite al cirujano una mayor libertad con este método que con la cirugía Laparoscópica tradicional.
- Elimina el temblor de la mano, y le permite realizar movimientos imposibles para la laparoscopia.
- Otorga mayor precisión y libertad en los movimientos.
- Permite realizar operaciones a distancia, lo cual evita desplazarse tanto al paciente como al médico que la efectúa.

5.4 DESVENTAJAS

- Es muy costoso para países en pleno desarrollo.
- El tiempo de duración de la programación del mismo es complicado ya que tiene que ser muy preciso en sus funciones.
- Una cirugía robótica es más lenta que una convencional ya que el robot está limitado a tener solo 6 movimientos a comparación de la mano humana que puede tener entre 20 y 25 movimientos diferentes.
- El avance de la cirugía robótica ha quedado estancado debido a las limitaciones de la tecnología.

6. LAPAROSCOPIA

Es importante describir en que consiste la **Laparoscopia**, ya que la cirugía robótica está sustituyendo los antiguos métodos utilizados en esta disciplina. La laparoscopia es una técnica de endoscopia (Técnica diagnóstica y terapéutica que consiste en introducir un endoscopio a través de un orificio natural o una incisión quirúrgica para la visualización de un órgano hueco o una cavidad corporal) que permite la visión de la cavidad pélvica-abdominal con la ayuda de un tubo óptico. A través de una fibra óptica por un lado se transmite la luz para iluminar la cavidad, mientras que se observan las imágenes del interior con una cámara conectada a la misma fibra. El mismo método permite intervenciones quirúrgicas, por lo que también se considera un sistema de cirugía de invasión mínima cuyo objeto es curar o corregir enfermedades. El aparato utilizado se llama laparoscopio y entra en el cuerpo a través de una pequeña incisión de entre dos y cinco centímetros. Que el puerto de acceso sea pequeño no quiere decir que esté exenta de riesgos ya que se tiene acceso a órganos vitales que pueden ser dañados. Prácticamente cualquier cirugía abdominal y pélvica puede ser realizada a través de esta técnica, entre algunas de ellas tenemos colecistectomías, apendicectomías, resecciones intestinales, esterilizaciones quirúrgicas y pancreatectomías. Entre algunas ventajas de la cirugía laparoscópica respecto a la cirugía abierta tradicional se encuentran el menor tamaño de la incisión con el consecuente mejor efecto cosmético, el menor dolor postoperatorio y en líneas generales una recuperación más rápida del paciente y menor estancia hospitalaria. Para la práctica de estas técnicas el cirujano a cargo debe tener una buena experiencia con el uso de la laparoscopia y una sólida formación puesto que aunque es muy parecido, no es exactamente igual a hacer las diferentes operaciones directamente con las manos. Recientemente han surgido variantes menos invasivas en cirugía laparoscópica, cirugía laparoscópica con un enfoque estético que además son prácticamente indoloras en el post operatorio. **La Laparoscopia es un gran avance, al permitir operar a un paciente sin necesidad de realizar grandes incisiones, pero la cirugía robótica va un paso más allá, ya que, entre otras muchas ventajas, además de proporcionar una mayor visibilidad al cirujano, elimina factores humanos inevitables, como el temblor producido en las manos por los latidos del corazón del médico.**



Realizando una Laparoscopia.

7. LA CIRUGÍA ROBÓTICA EN ESPAÑA

En el año 2005, en Barcelona, la Fundación Puigvert estrenó el primer robot Da Vinci instalado en España, con un coste de un millón y medio de €uros. Desde el día 6 de Julio de 2005 el robot se ha utilizado para realizar prostatectomías radicales (Extirpación completa de la próstata cancerosa). Además de todas las características que hemos ido relatando anteriormente. Es importante resaltar que la estancia hospitalaria se reduce a poco más de 24 horas y la recuperación postoperatoria también es más rápida. Otro aspecto importante tratándose de cáncer es que algunos estudios indican que con el robot el margen positivo del tumor residual es muy inferior (9%), respecto al promedio de la laparoscopia (20%). También reduce la posibilidad de que el paciente sufra impotencia por afectación de los nervios eréctiles o causarle incontinencia. Humberto Villavicencio, jefe del Servicio de Urología de dicha fundación, saltó de las operaciones abiertas a la robótica tras un breve paso por la laparoscopia. Tras el entrenamiento con la máquina, declaró manejarse con soltura. "No tiene precio", aseguró, "la comodidad reduce el cansancio, la visión es maravillosa, puedo hacer cosas que no podría con las manos y he vuelto a tomar café". Hasta coser en el interior, una ardua tarea, parece sencillo con el robot Da Vinci.

8. FUTURO DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

En un principio, la cirugía robótica y el desarrollo de robots cirujanos, como el Da Vinci, se inició para realizar operaciones relacionadas con el corazón. Más adelante, comenzó a utilizarse para realizar diversos tipos de operaciones, sobre todo ha sido un gran avance, como comentábamos antes, en la Urología. La miniaturización de la tecnología digitalizada, llamada micro y nanotecnología, junto con la cristalización de proyectos de cirugía de telepresencia, plantean las bases para el desarrollo de la micro y nanorobótica, en este momento existe la capacidad para realizar micromanipulación entre 10 y 150 micras. En un futuro, se pretende poder unir los conceptos de nanotecnología aplicada a la medicina y cirugía robótica, reduciendo el tamaño de los robots y abriendo así un nuevo abanico de posibilidades dentro de la medicina.