

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

“ASISTENCIA TECNICA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO PARA TRATAMIENTO POR ONDAS DE CHOQUE”

REPORTE TECNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:

PRESENTA:
MORENO RODRIGUEZ RICARDO ERNESTO

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO BIOMEDICO**

DIRECTOR INTERNO: MIGUEL ANGEL ROJAS GONZALES

DIRECTOR EXTERNO: RAFAEL ESTEBAN UGARTE MANCISIDOR

México, D. F. Mayo 2009



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA



México., D. F., a 31 de octubre de 2008.
Of. No. SA-UPIBI-413/09

RICARDO ERNESTO MORENO RODRÍGUEZ
7º SEMESTRE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA BIOMÉDICA
Presente.

Comunico a usted, que como resultado de la evaluación del Comité de Proyecto Terminal, con esta fecha queda registrado su proyecto terminal en la modalidad de "ESTANCIA INDUSTRIAL" denominada **DIREX DE MÉXICO SA DE CV "ASISTENCIA TÉCNICA Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA TRATAMIENTO POR ONDAS DE CHOQUE"** bajo la dirección externa de Ing. Rafael Esteban Ugarte Mancisidor y la dirección interna Ing. Miguel Ángel Rosas González.

De cumplir con las condiciones que abajo se indican, será acreditada la opción curricular de titulación. Asimismo me permito recordarle que el trabajo experimental deberá concluir en el octavo semestre y entregar el informe técnico final, de conformidad con los lineamientos que para tal fin establezca el Comité mencionado.

CONDICIONES

1. Permanecer en la misma opción y actividad en el Proyecto Terminal I, II, III.
2. Obtener una calificación igual o superior a 8.0 en Proyecto Terminal I, Proyecto Terminal II y Proyecto Terminal III.
3. Cumplir con el 90% de asistencia a las actividades asignadas.
4. Cumplir con los demás requisitos que se fijan en el programa de estudios de la asignatura.

ATENTAMENTE.
"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"




ING. YESICA MA. DOMÍNGUEZ GALICIA
SUBDIRECTORA ACADÉMICA.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA
DIRECCIÓN ACADÉMICA



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia por su apoyo y consejos, ayudándome en mi formación como ingeniero y como persona, en especial a mis padres que siempre han hecho lo posible por convertirme en una mejor persona.

A Laura por su cariño, apoyo e interés en mis proyectos y el tiempo que ha compartido conmigo.

A mi amigo Ramiro, por su amistad y los proyectos donde trabajamos juntos.

A mis compañeros Jorge y Gabriel por todos los conocimientos que compartieron conmigo y las cosas que aprendimos juntos.

Al Ing. Rafael Ugarte por compartir sus anécdotas, experiencia y conocimientos, y porque gracias a él muchas veces la estancia fue algo ameno.

Al Ing. Miguel Ángel, por su dirección durante el desarrollo de la estancia.



INDICE

RESUMEN	1
Capitulo 1 Introducción	2
Objetivos	
Justificación	
Actividades realizadas	
Direx de México	
Descripción técnica y administrativa	
Misión y Visión	
Productos de la marca Direx	
Ubicación de la empresa	
Capitulo 2 Ondas de choque	7
Introducción	
Parámetros físicos	
Requisitos	
Indicaciones estándar aprobadas	
Utilización en condiciones experimentales	
Capitulo 3 Litiasis Renal y Uretral	12
Fisiología Renal	
Litiasis Urinaria	
Síntomas y diagnostico	
Origen y composición	
Repercusión de la litiasis	
Tratamiento	
Capitulo 4 Litotricia extracorpórea por ondas de choque	19
Definición	
Historia de la litotricia	
Indicaciones	



Tipos de litotriptores	
Sistema modula para litotricia	
Capitulo 5 Propuesta de mejora en la imagen y funcionalidad del modulo TCU	27
Introducción	
Objetivos	
Justificación	
Propuesta	
Material y métodos	
Desarrollo	
Capitulo 6 Elaboración de guía rápida para el uso de equipo "TRIPTER COMPACT"	33
Guía de usuario	
Elaboración	
Conclusiones y perspectiva a futuro	34
Referencias	35
Anexo I	36



RESUMEN

ASISTENCIA TECNICA Y MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE TRATAMIENTO POR ONDAS DE CHOQUE

ELABORA: MORENO RODRIGUEZ RICARDO ERNESTO

*Ing. Miguel Ángel Rojas (Director Interno), Ing. Rafael Esteban Ugarte Mancisidor (Director externo)

Palabras clave: litotricia, litotriptor, litiasis

Interno: miguel.rojas@imss.gob.mx Externo: rugarte@direxdemexico.com.mx

Introducción. Reporte de estancia industrial, realizada en DIREX DE MEXICO S.A. DE C.V. El principal objetivo de esta estancia es Adquirir conocimientos acerca del uso y mantenimiento de equipos de tratamiento por onda de choque, específicamente equipos de litotricia extracorpórea (LEOCH), por medio de la interacción con un grupo de trabajo interdisciplinario. El trabajo además incluye el proponer una mejora a la empresa, en este caso se eligió una mejora visual y funcional al modulo de control TCU.

Metodología. El desarrollo del trabajo consistió en un estudio de los principios de funcionamiento, capacitación en el manejo del equipo, realización de procedimientos de litotricia y posteriormente el diseño de una mejora del modulo de control; Además de desarrollar actividades de apoyo a otros departamentos



Figura 1. Equipo de LEOCH modelo "Compact", resaltado el modulo de control al cual se propone una mejora.

Resultados y discusión. Se completo el estudio de los principios de funcionamiento del equipo, la capacitación en el manejo, mantenimiento y procedimientos requiere más practica en casos reales para poder garantizar la efectividad en manejo, mantenimiento, el desarrollo del modulo de control se encuentra inconcluso, pero con apoyo de la dirección de DIREX DE MEXICO para llevarlo a término y realizar un reporte para su aprobación por DIREX GROUP.

Conclusiones y Perspectivas. La litotricia extracorpórea por ondas de choque es el método de primera elección para el tratamiento de litiasis y seguirá así debido a las ventajas que ofrece, las métodos por los cuales se generan las ondas de choque en la actualidad son difíciles de mejorar, pero es posible mejorar los sistemas de localización de los calculo y la interfaz con el usuario. Se espera llevar a término el diseño del modulo de control.

Referencias.

- 1 Kolzer J.F.; García R. 2001 Estudio comparativo de generadores de onda de choque de litotriptores comerciales. *Memorias II congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica.*
2. Fernández Escobar F., Loske Mehling A.M., Zendejas Martínez H., Castaño Tostado E., Paredes Serrano M.I., *Revista Mexicana De Ingeniería Biomédica*, Vol. XXVI, Núm. 1 Pp 7 – 15 (Querétaro, México) 2005



Capitulo 1 Introducción

1.1 Descripción

El presente trabajo describe las actividades realizadas durante la estancia industrial realizada en el departamento de ingeniería y servicio de la empresa DIREX de México S.A, los conocimientos y habilidades adquiridos en el mantenimiento y uso de equipo para tratamiento por onda de choque además de la propuesta de mejora para uno de los módulos de control.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

Adquirir conocimientos acerca del uso y mantenimiento de equipos de tratamiento por onda de choque, específicamente equipos de litotricia extracorpórea (LEOCH), por medio de la interacción con un grupo de trabajo interdisciplinario.

1.2.2 Objetivos Particulares:

Desarrollar habilidades en la operación de los equipos de tratamiento por onda de choque de la marca DIREX.

Conocer los principios de funcionamiento de los equipos para LEOCH.

Conocer los requerimientos para instalación y operación de equipos de LEOCH.

Obtener experiencia en la realización de mantenimientos preventivos.

Ser capaz de dar asesoría a los usuarios del equipo.

Realizar alguna mejora en los procesos o dispositivos utilizados.

1.3 Justificación

Justificación

Las patologías que son tratadas por medio de ondas de choque, son problemas de salud pública en México.

El estudio del tratamiento por ondas de choque es interesante como tema de estudio, debido a las ventajas que ofrece con respecto a otras alternativas.



Direx es una empresa líder con más de 20 años de experiencia en el área de LEOCH y con presencia en México desde hace más de 15 años por eso fue elegida para realizar la estancia.

En el mercado mexicano la presencia de equipos de la marca Direx es notable.

1.4 Actividades realizadas

1.4.1 Estudio de los principios de funcionamiento

El estudio de los principios de funcionamiento en complemento con la enseñanza académica es requerido antes de realizar cualquier actividad.

1.4.2 Apoyo en instalación y mantenimientos

Cooperación con en instalación, mantenimientos preventivos y correctivos realizados, forma más importante para relacionarse directamente con el funcionamiento del equipo en forma práctica.

1.4.3 Capacitación en procedimientos

Bajo la supervisión de un operador con experiencia se realizaron tratamientos, para conocer de manera práctica el funcionamiento del equipo.

1.4.4 Asesoría técnica

Al departamento de ventas, resolviendo dudas acerca de datos estadísticos y efectos e indicaciones del tratamiento.

1.4.5 Propuesta de mejora para Modulo de control TCU

Uno de los objetivos fue proponer una innovación o mejora, se eligió el modulo TCU, por recomendación e importancia que representa para el manejo del equipo.



1.5 Direx de México

1.5.1 Descripción técnica y administrativa

DirexGroup e Initia han creado una alianza dedicada a proveer los urólogos de todo el mundo con dispositivos médicos avanzados e innovadores.

DirexGroup incluye a las empresas distribuidoras y centros de servicio en los EE.UU., México, Brasil, Argentina, Italia, Alemania, Francia, España, Rusia, China, Corea, Japón y la India. Es uno de los líderes mundiales en Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque utilizando tecnologías de vanguardia en este campo desde mediados de 1980. Hoy tiene presencia en más de 70 países, apoyándose en una red de empresas y alianzas en todo el mundo.

Initia, es una empresa impulsada por la tecnología, responsable de algunas de las innovaciones más interesantes en la litotricia y la termoterapia. La cooperación de Initia y DirexGroup proporciona acceso inmediato a miles de urólogos a las nuevas tecnologías de LEOC.

Hasta la fecha, DirexGroup e Initia, han instalado miles de equipos, principalmente en el campo de la Urología. Las líneas de productos incluyen litotricia, termoterapia, Radiocirugía estereotáxica y láseres. Sus productos se caracterizan por la fiabilidad, la modularidad y facilidad de transporte combinado con la rentabilidad y facilidad de uso. Así mismo la red mundial de centros de servicio está comprometida a asegurar un apoyo y mantenimiento adecuado.

Direx México inicio sus operaciones en 1994, desde entonces es una empresa líder y con gran presencia en el mercado especialmente en el área de la litotricia extracorpórea dando servicio a América Latina, bajo la filosofía tecnológica del diseño modular con un bajo costo y una elevada efectividad.



DIREX DE MEXICO S.A. DE C.V.

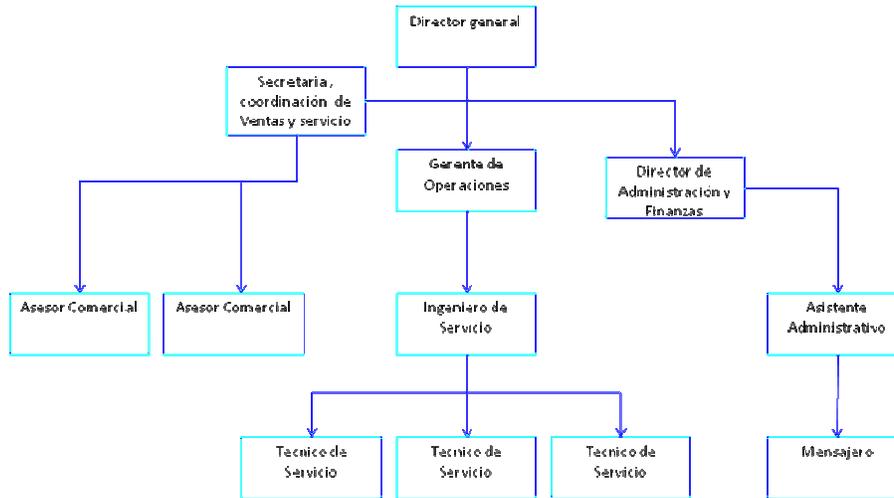


Figura 1.1 Organigrama Direx de México (Tomado del manual de procesos 1999)

1.5.2 Misión y Visión

Visión

Direx se ha comprometido a proporcionar las mejores soluciones tanto para el médico y el paciente y su objetivo es convertirse en un líder innovador en el ámbito de procedimientos mínimamente invasivos.

Misión

Direx se ha dedicado en los últimos años al desarrollo de soluciones únicas en los campos de radioterapia, la termoterapia y terapia por ondas de choque, y es en estos campos que propone ampliar nuestro impacto sobre el bienestar de la gente en todo el mundo.

1.5.3 Productos de la marca Direx

Los principales productos de la marca son los encargados de litotricia, pero se cuentan con equipos de termoterapia, radiología, ortopedia y urología. Los modelos para litotricia son: TRIPTER X1, NOVA, COMPACT, COMPACT XL, NOVA ULTIMA, DUET. (Figura 1.2 Algunos equipos de la marca Direx, de izquierda a derecha, Compact, Accuknife, Seednet, U-100)





Capítulo 2 Ondas de choque

2.1 Introducción

Para entender el tratamiento por onda de choque el primer paso es entender que son las ondas de choque, sus características y sus efectos.

Las ondas de choque son en principio son ondas acústicas, que nos acompañan en nuestra vida cotidiana sin ser notadas. El sonido de las tormentas eléctricas, de una explosión o de una multitud aplaudiendo son ejemplos típicos en los que las ondas de choque juegan un papel importante. Un terremoto y el colapso de burbujas de gas en líquido generan ondas de choque. A través de las ondas de choque la energía puede ser difundida a través de largas distancias. Por ejemplo, un avión, que al romper la barrera del sonido, puede provocar tintineo en las copas de un estante La onda de choque ha transmitido la energía del avión a las copas.¹

Lo que da a las ondas de choque estas propiedades tan notables es que son ondas acústicas, esto se refiere al fenómeno físico causado por la vibración de las partículas del medio que transmite la onda a diferencia de otros tipos de ondas como las electromagnéticas que no requieren un medio material para propagarse, con la característica que las ondas de choque se mueven por el medio a una velocidad mayor a la velocidad del sonido que es la velocidad límite a la que el medio puede transportar información sin que se modifiquen sustancialmente los parámetros del fluido.

Cuando la onda se mueve a través del medio más rápido que el sonido, se crea una discontinuidad en los parámetros del medio al frente de la onda, de este lado se encuentra el medio que aun no ha sido afectado por la onda que se mueve a través de él y al otro lado de la discontinuidad se encuentra el medio que ya ha sido perturbado significativamente elevando sus parámetros de presión y velocidad, a esta discontinuidad se le llama onda de choque.

Desde que se empezaron a estudiar las ondas de choque, en especial su uso en medicina, hasta el día de hoy transcurrido muy poco tiempo. Los primeros efectos de las ondas de choque que pudieron ser observados fue la ruptura de los pulmones de naufragos a causa de explosiones de bombas submarinas durante la segunda guerra mundial, efectos sobre el tejido, sin síntomas de violencia externa.

Sistemática para el uso de ondas de choque en medicina, se publica un generador electrohidráulico capaz de romper placas de cerámica en agua. En los EE.UU. la primera patente de un generador de ondas de choque electrohidráulico fue aceptada (Frank Rieber, Nueva York, patente N ° 2.559.277).¹



En la década de 1960 el interés de los efectos de las ondas de choque fue estimulado nuevamente cuando la fuerza aérea de la Alemania federal descubrió el siguiente fenómeno: minúsculas gotas de agua en los sensores infrarrojos de los cazas starfigther causaban daños cuando cruzaban masas de nubes o de lluvia a velocidades supersónicas, por lo tanto se encargo a la empresa Dornier estudiar el fenómeno (1966), En uno de los experimentos, consistentes en lanzar gotas de agua a velocidades supersónicas a placas fijas, se logro demostrar aumentos enormes de presión (cerca de 160,000 atmosferas a match 7) con lo cual las placas resultaban perforadas, otro de los fenómenos observados fue la producción de fuertes ondas de choque en la estructura del materia. Durante los experimentos un ingeniero toco una de las placas que estaban siendo probadas, lo que le ocasiono una sensación “omo una descarga eléctrica”, las mediciones demostraron que no había electricidad presente. La onda de choque generada viajó de la placa a la mano.

Desde 1968 hasta 1971 la interacción entre las ondas de choque y de tejido biológico en animales se investigado en Alemania. El Departamento de Defensa de Alemania financia este programa. El resultado, una cantidad alta de energía en las ondas de choque causa efectos en el organismo aun a través de largas distancias. En particular, los efectos de las interfaces en el organismo fueron investigados junto con la diferencia y amortiguación de la onda de choque a su paso por los tejidos vivos. Otro campo de interés es la transición de la onda de choque en el cuerpo. Se observó que las ondas de choque crean bajos efectos secundarios en el camino a través de los músculos, grasa y tejido conectivo. Quedando intacto el tejido óseo se mantiene ileso bajo onda de choque. El peligro para el pulmón, cerebro, el abdomen y otros órganos es parte de la investigación en este programa. Los mejores medios de transmisión de ondas de choque fueron el agua y la gelatina, debido a la similitud en la impedancia acústica de los tejidos.

2.2 Parámetros físicos

Las ondas de choque además de tener una velocidad de desplazamiento mayor a la del sonido, tiene características que las hacen útiles, como causar un alto pico de presión sobre del medio en el cual se desplaza (generalmente entre 5 y 30 MPa), el periodo de la onda de choque es extremadamente corto aproximadamente 5 μ S, con un aumento rápido en la presión generalmente menor a los 10 nS.

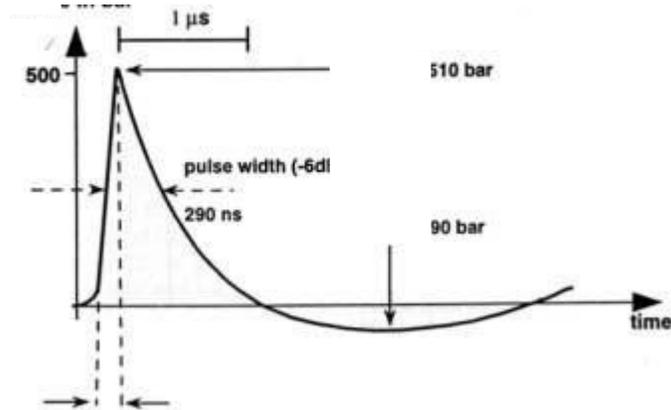


Figura 2.1 Grafica de Presión-Tiempo de una de onda de choque típica

2.3 Requisitos

Basados en la experiencia adquirida en los últimos 15 años, el consejo de científicos y expertos de la ISMST (International Society for Medical Shockwave Treatment), han elaborado un conjunto de recomendaciones para el uso de la terapia por onda de choque.²

Con el fin de evitar tratamientos inadecuados son los siguientes requisitos previos para la gestión de la tecnología:

Además de un examen clínico, radiológico de imagen, neurológicas y / o de laboratorio-las pruebas de diagnóstico puede ser necesaria para corroborar el diagnóstico. Sólo un medico cualificado (certificado por Sociedades Nacionales o Internacionales) puede utilizar ondas de choque para tratar las patologías, que han sido determinadas por las pruebas diagnósticas.

Para el tratamiento de enfermedades óseas, de alta energía, se utilizaran ondas de choque enfocadas con tecnología de posicionamiento. Para el tratamiento superficial de las condiciones de los tejidos blandos, con o sin dispositivos de tecnología de enfoque pueden ser utilizados; Se debe prestar atención a la profundidad de la penetración de la onda de choque al tratar estructuras del tejido profundo.



2.4 Indicaciones estándar aprobadas

Tendinopatias crónica:

- Fascitis plantar del talón, con o sin espolón
- Tendón de Aquiles
- Epicondilopatía radial (codo de tenista)
- Manguito rotador, con o sin calcificación
- Tendón de la rótula
- Síndrome de dolor del trocánter mayor del fémur

Deterioro de la función de curación del hueso:

- Retraso en la cicatrización del hueso
- Fracturas de estrés
- Fase temprana de la necrosis ósea a vascular
- Fase temprana osteocondritis desecante (OD) después de la madurez esquelética

Urología:

- Litotricia (extracorpórea y endocorpórea)

Usos clínicos probados empíricamente

Tendinopatias:

- Epicondilopatía Ulnar
- Síndrome de aductores
- Pes anserinus síndrome
- Síndrome del tendón de peroné

Patologías musculares:

- Síndrome miofascial (excluidos fibromialgia)
- Lesiones sin discontinuidad



Deterioro de la cicatrización de la herida

Quemaduras

Cálculos salivales

Indicaciones excepcionales

Espasticidad

Fase temprana osteocondritis desecante (OD) antes de la madurez esquelética

Apophysitis (enfermedad de Osgood Schlatter)

La enfermedad de Peyronie (PPI)

2.5 Utilización en condiciones experimentales

El uso de las ondas de choque de acuerdo a la ISMST está en estudio para las siguientes patologías:

Isquemia miocárdica (extracorpórea / endocorporea)

Lesiones nerviosas periféricas

La prostatitis no bacteriana

Enfermedad periodontal

La osteoartritis

Capítulo 3 Litiasis Renal y Uretral

3.1 Fisiología renal

El riñón es el órgano par, ubicado en el aparato urinario (Figura 4.1), cuya función la de mantener el balance de fluidos y electrolitos, mediante la excreción de agua y varios productos metabólicos de desecho. También ayudan a regular la presión arterial y la producción de glóbulos rojos.

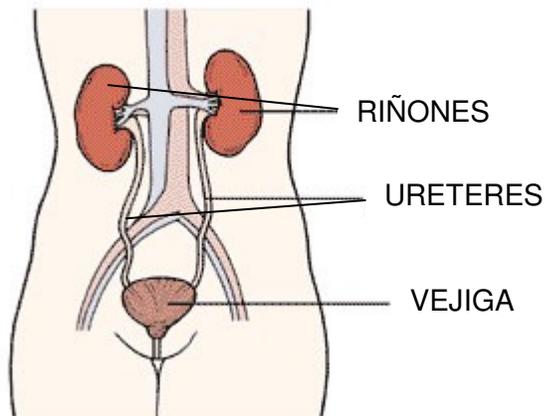


Figura 4.1. Aparato urinario

De cada riñón parte un tubo llamado uréter que conduce la orina desde la zona de recolección central de los riñones hacia la vejiga.

Cada riñón contiene alrededor de un millón de unidades encargadas de la filtración, que reciben el nombre de nefronas (Figura 4.2). Una nefrona está constituida por una estructura redonda y hueca llamada cápsula de Bowman, que contiene una red de pequeños vasos sanguíneos.

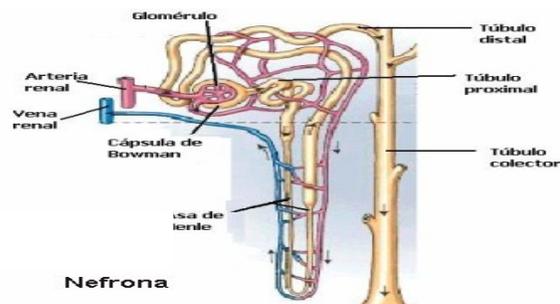


Figura 4.2. Nefrona



Estas dos estructuras conforman lo que se denomina un corpúsculo renal.

La sangre entra en el glomérulo a través de la arteriola aferente y sale a través de la arteriola eferente. Mientras está en el glomérulo, la fracción líquida de la sangre se filtra a través de pequeños poros situados en las paredes de los vasos sanguíneos del glomérulo, pasando a la cápsula de Bowman.

Después pasa al túbulo proximal. Las células sanguíneas y las moléculas más grandes, como las proteínas, no se filtran. Desde el túbulo proximal, el líquido pasa al asa de Henle, que penetra profundamente en el riñón. De ahí pasa al túbulo distal. Después se unen varios túbulos distales para formar el túbulo colector. Los túbulos colectores se van uniendo para formar unidades cada vez más grandes.

A medida que el líquido filtrado glomerular fluye por los túbulos, se reabsorbe hasta un 99% de agua y cantidades variables de otras sustancias como sodio y glucosa. El agua restante y las sustancias disueltas en ella que no han sido reabsorbidas constituyen la orina.

El riñón también utiliza energía para transportar selectivamente unas cuantas moléculas de gran tamaño (incluyendo fármacos como la penicilina, pero no las proteínas) y llevarlas hacia el interior del túbulo. Estas moléculas se excretan en la orina aunque sean demasiado grandes para pasar a través de los poros del filtro glomerular.

Mediante las hormonas que influyen en la función renal, el organismo controla la concentración de orina según sus necesidades de agua.

La orina formada en los riñones fluye por los uréteres hacia el interior de la vejiga, pero no lo hace pasivamente. Los uréteres son tubos musculares que conducen cada pequeña cantidad de orina mediante ondas de contracción. En la vejiga, cada uréter pasa a través de un esfínter, una estructura muscular de forma circular que se abre para dejar paso a la orina y luego se va estrechando hasta cerrarse herméticamente.

La orina se va acumulando en la vejiga a medida que llega con regularidad por cada uréter. La vejiga, que se puede dilatar, aumenta gradualmente su tamaño para adaptarse al incremento del volumen de orina y cuando finalmente se llena, envía señales nerviosas al cerebro que transmiten la necesidad de orinar.



Durante la micción, otro esfínter, ubicado entre la vejiga y la uretra (a la salida de la vejiga), se abre, dejando fluir la orina. Simultáneamente, la pared de la vejiga se contrae, creando una presión que fuerza la orina a salir por la uretra. La contracción de los músculos de la pared abdominal añade una presión adicional. Los esfínteres, a través de los cuales los uréteres entran en la vejiga, permanecen herméticamente cerrados para impedir que la orina refluya hacia los uréteres.

3.2 Litiasis urinaria

La litiasis urinaria es una enfermedad multifactorial en cuya etimología se han implicado aspectos epidemiológicos, raciales, geográficos y hereditarios. Se trata de una enfermedad en la que aparecen cálculos en el aparato urinario superior (parénquima renal, cálices, pelvis renal y uréteres). Constituye un problema de salud importante por su alta morbilidad.^{6, 7}

Litiasis es la formación de litos o calculos (del latín lithos, piedra) dentro de alguna cavidad o conducto en el cuerpo, algunas son la litiasis biliar, litiasis salivar, litiasis urológica donde está comprendida la patología de la que hablaremos, la litiasis renal.

3.3 Síntomas y diagnóstico⁸

El síntoma más frecuente es el episodio de cólico nefrítico, que se localiza en el ángulo costo-vertebral, lateral a la masa muscular sacro espinal y debajo de la duodécima costilla, irradiado al flanco ipsi-lateral. Este dolor es generalmente secundario a distensión de la cápsula renal. Según localización distal del cálculo, este dolor puede irradiarse a hipogastrio, hemi-escroto o labios mayores y puede asociarse a síntomas urinarios tales como polaquiuria y tenesmo vesical. Además de los síntomas urinarios, por la vecindad del peritoneo, se encuentran en un gran número de casos náuseas, vómito y sensación de distensión abdominal. Al examen físico se encuentra un paciente generalmente muy álgido, y a veces deshidratado por el vómito. La palpación abdominal puede mostrar dolor en flanco y fosa ilíaca del mismo lado, sin defensa y con una percusión lumbar muy dolorosa.

Es importante recalcar el hallazgo de fiebre, pues cuando se presenta indica un proceso infeccioso asociado secundario a la obstrucción, lo que implica un manejo más agresivo. Otras formas de presentación pueden ser únicamente las infecciones urinarias recurrentes (principalmente en cálculos infecciosos) o la hematuria como síntoma aislado.



El examen para diagnóstico más indicado es la urografía, permite identificar el cálculo y su posición, además de proporcionar información del estado de la dilatación del riñón, dando una idea de la función renal.

La ecografía renal más la radiografía simple de abdomen es una buena alternativa para el diagnóstico, cuando exista contraindicación para la urografía o no se cuente con el material. Sus limitaciones son el no permitir la evaluación del grado de obstrucción, el requerimiento de un nivel «adecuado» de hidratación para determinar la dilatación del sistema colector (falsos positivos) y su realización e interpretación son operador-dependiente. Se considera entonces que su mejor aplicación radica en el seguimiento de cálculos ya diagnosticados.

3.4 Origen y composición

Existen varios mecanismos para la formación de un cálculo.

Alteraciones del metabolismo mineral u orgánico.

Uso de fármacos

Infecciones

Obstrucción

Además existen factores que predisponen la aparición de cálculos.

Edad y sexo, la mayor incidencia de de personas con litiasis es entre los 30 y 50 años, con una relación de 3:1 entre hombre y mujeres.

Factores familiares, se ha observado algunas alteraciones del metabolismo o alteraciones hormonales que influyen en la formación de cálculos están presentes en familias con varias generaciones con litiasis.

Factores alimentarios, la litiasis se ve favorecida por dietas ricas bebidas carbonatadas y en proteínas.



Factores ambientales, una elevada temperatura ambiental está relacionada a un gran riesgo de desarrollar cálculos.

La composición y forma de los cálculos es determinada por su origen, este es un campo amplio para su estudio, en la figura 4.3 se muestran fotografías de cálculos urinarios con su composición.

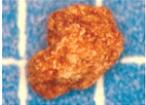
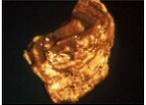
			
Indinavir (inhibidor de la proteasa)	Metabolito de Efedrina	Metabolito de sulfametoxazol	Metilglucamina lothalamate, Metabolito
			
Oxypurinol	Triamterene y Metabolito	Indinavir	Efedrina y Metabolito de Guaifenesin
			
Metabolito de sulfametoxazol	Fenazo piridina	Efedrina y Metabolito de Guaifenesin	Metabolito de Ciprofloxacino

Figura 3.3 Fotografías de cálculos con su respectiva composición



3.5 Repercusión de la litiasis

La litiasis renal puede ser considerada una enfermedad crónica que evoluciona por fases de actividad clínica de frecuencia variable, provocando malestar en el paciente y una merma en su calidad de vida, al mismo tiempo genera un costo elevado por requerir el paciente cuidados médicos repetidos.

Existe una gran cantidad de casos, la frecuencia mundial de urolitiasis varía de cuatro a 17 casos /1,000 habitante.⁶

Siendo en las naciones industrializadas la frecuencia es mayor en los hombres que en las mujeres a lo largo de la vida, con recurrencia en la mitad de ellos.

Gómez (1984) nos refiere que la incidencia de litiasis urinaria en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) era de 2.4 enfermos por 10,000 derechohabientes y menciona los estados de Yucatán, Puebla y Quintana Roo con la prevalencia más alta con 5.8 casos / 10,000 derechohabientes.⁶

Las últimas estadísticas nacionales ubican a esta patología en el vigésimo lugar al revisar el diagnóstico en egreso hospitalario (9,707 egresos) en el 2001. (Indicadores 2003).⁹

3.6 Tratamiento

El tratamiento de los cálculos urinarios es el tejido, dependiendo de su tamaño, de su composición química, de su forma y localización, normalmente los cálculos menores a 5 mm no requieren un tratamiento, solamente el control del cólico nefrítico y un seguimiento para prevenir el surgimiento de nuevos cálculos.

3.6.1 Litotricia

La litotricia es el procedimiento de elección para cálculos pequeños (de menos de 2 centímetros de diámetro) que no pasarán a través del aparato urinario por sí solos. En este procedimiento, los cálculos son pulverizados en el interior del organismo. El paciente se acuesta en un almohadón blando o membrana. El médico presiona el dispositivo para litotricia sobre la piel del paciente y utiliza ultrasonido o rayos-x para ubicar el cálculo. Luego, el dispositivo para litotricia envía ondas de choque a través del cuerpo. Cada onda de choque hace un ruido seco, y el paciente sentirá algo similar a un golpe suave o un pequeño pinchazo mientras la onda de choque se transmite a través del cuerpo para impactar en el cálculo. Las ondas sonoras impactan contra el cálculo en forma repetida hasta que éste se rompe en partículas del tamaño de granos de arena. Los fragmentos se expulsan del cuerpo



naturalmente, a través de las vías urinarias. Si los cálculos no se disuelven completamente es posible que sean necesarios otros tratamientos.

3.6.2 Ureterorenoscopia

La ureterorenoscopia permite al cirujano visualizar y extraer los cálculos a través de la abertura urinaria. Una vez que el cálculo se ha localizado, el cirujano lo toma con pequeñas pinzas y lo extrae, o lo fragmenta usando ondas sonoras o láser.

3.6.3 Nefrolitotomía percutánea

El cirujano realiza una punción pequeña en la espalda del paciente y abre un acceso que mide de cuarta a media pulgada (6-12 mm), directamente en el riñón. Se emplea un cable guía para introducir dilatadores que amplían la abertura lo suficiente para un introducir un nefroscopio, que es un instrumento de fibra óptica, delgado, empleado para visualizar el interior del riñón y para remover cálculos renales. La Nefrolitotomía percutánea se utiliza para cálculos más pequeños; para cálculos más grandes el médico puede emplear la litotricia percutánea, en la que se inserta un litotriptor para pulverizar el cálculo.

3.6.4 Cirugía abierta

La cirugía abierta o tradicional se emplea en pacientes que pudieran presentar una anomalía anatómica, tal como una obstrucción de la unión ureteropélvica, o un cálculo tan grande que fuese necesaria la aplicación repetida de tratamientos con otros procedimientos, o si se han utilizado otros métodos menos invasivos sin éxito alguno.



Capitulo 4 Litotricia extracorpórea por ondas de choque

4.1 Definición

Es la fragmentación de los cálculos localizados en vías urinarias mediante la aplicación de ondas de choque de alta energía a través de la piel a nivel donde se encuentra el cálculo, sin que el paciente sea manipulado internamente y en forma ambulatoria.

La Litotricia extracorpórea es la principal forma de tratamiento de litiasis renal y uretral, aunque se utiliza bajo recomendación del médico también en litiasis salivar y vesicular.

4.2 Historia de la litotricia

De las investigaciones de la empresa Dornier mencionadas en el Capitulo 2 investigaciones y la cooperación con los médicos del hospital de Grossharden, en Múnich; se logro a llevar este método a la desintegración de cálculos renales con un generador de ondas de choque extracorpóreo.

1971 Haeusler y Kiefer informan sobre la primera desintegración in vitro de un cálculo renal con ondas de choque, sin contacto directo con la piedra. A lo que siguieron más experimentos in vitro libres de contacto.

En 1974, el Departamento de Investigación y Ciencia de Alemania financió el programa de investigación "Aplicación de la ESWL (Extracorporeal Shock Wave Litotripsy o Litotricia Extracorpórea por Ondas de Choque - LEOCH)" Los participantes en este programa fueron, Eisenberger, Chaussy, Brendel, y Forßmann Hepp. 1980, el primer paciente con un cálculo renal fue tratado en Múnich con un prototipo de máquina llamada Dornier Lithotripter HM1. En 1983, el primer litotriptor comercial (Figura 4.1) se instaló en Stuttgart / Alemania. En los próximos años en-vivo e in vitro se realizaron experimento con generadores extracorpóreos de ondas de choque con el objetivo de desintegrar los cálculos biliares.

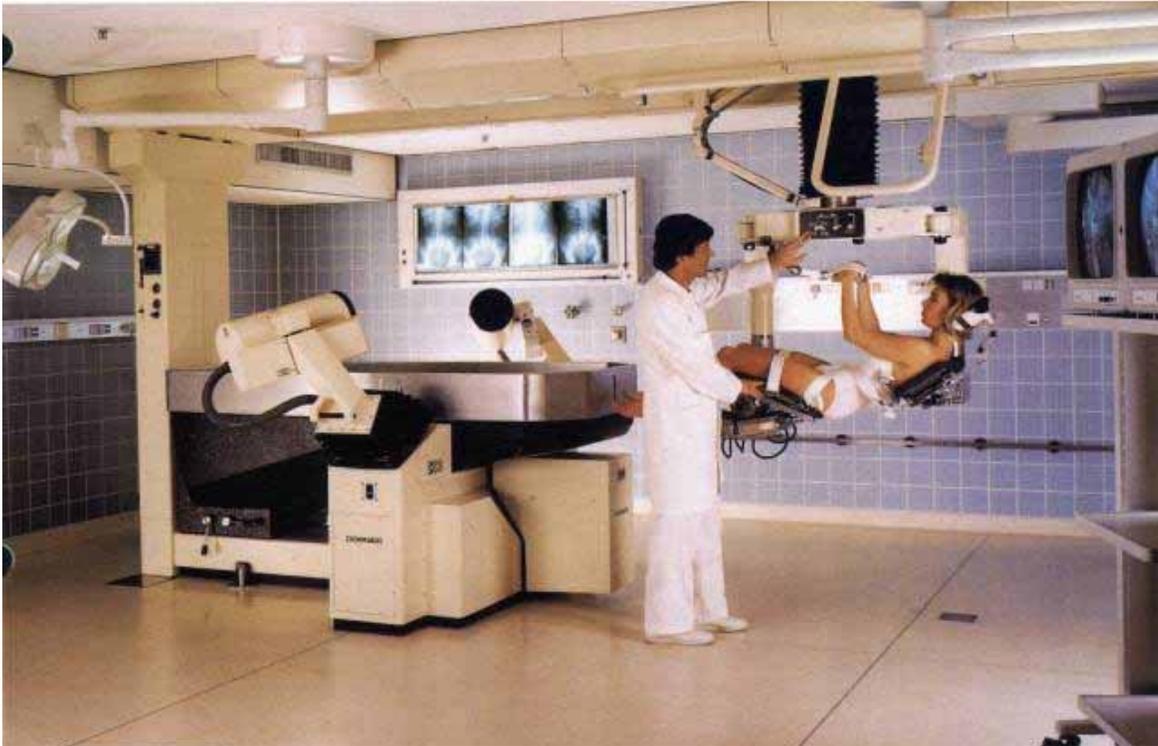


Figura 4.1 "Dornier Lithotripter HM3" Primer litotriptor comercial

En 1985, el primer tratamiento de un cálculo de la vesícula biliar con LEOCH se realizó en Múnich, Alemania. Un año después, un prototipo de litotriptor sin tina fue probado en Mainz. Esto generó que la litotricia se convirtiera en un método de tratamiento más cómodo para el paciente y para el operador del equipo, ya que los equipos pueden ser de menor tamaño, más seguros para el paciente, menos costosos, esta es la opción tomada por los fabricantes actuales de litotriptores. Hoy en día el tratamiento de la litiasis uretral y renal extracorpórea con ondas de choque es el tratamiento de primera elección. Los litotriptores modernos trabajan sin tina y sin anestesia (Figura. 4.2). Para la localización de las piedras los litotriptores están equipados con sistemas de localización con rayos X y / o ultrasonido.



Figura 4.2. “Compact XL”, litotriptor modular con fluoroscopio.

Además de ser la primera elección es uno de las técnicas más eficientes para el tratamiento de cálculos renales y uretrales. Pese a que se ha buscado que los litotriptores sean cada vez más eficientes y reducir el daño a los tejidos, por lo que surgieron modelos con mas económicos, de operación y mantenimiento más sencillo y sobre todo de menor tamaño; siendo los mismos principios físicos los que se utilizan para generar las ondas de choque.

La litotricia extracorpórea por ondas de choque sigue siendo una de las técnicas más eficientes para el tratamiento de cálculos renales y uretrales. Desde hace más de veinte años, los fabricantes de los equipos de litotricia (litotriptores) han desarrollado diferentes modelos, tratando de aumentar la eficiencia de los equipos y reducir el daño a los tejidos^{3, 4}. De esta manera salieron a la venta sistemas menores, más económicos y más fáciles de operar y mantener; sin embargo, todavía se usan los mismos principios físicos de generación de las ondas de choque. Debido a ello, en gran parte del mundo, ha aumentado el interés en el estudio de la interacción de ondas de choque con la materia. A pesar de que la litotricia extracorpórea es considerada un método seguro, actualmente se reconoce



que los litotriptores de última generación generalmente son menos eficientes en la destrucción de los cálculos y causan mayor daño a los tejidos que los equipos de primera generación⁵.

4.3 Indicaciones

Esta indicado para cuando los cálculos están localizados en el cáliz inferior del riñón y en el uréter, con un tamaño entre los 4 y 20 mm.

4.4 Tipos de litotriptores

Existen diversos tipos de litotriptores y varias clasificaciones, dependiendo de la característica que se tome en cuenta como el tipo de generador, la cantidad de energía suministrada por la onda de choque, la forma de dirigir la onda de choque, etc.

La forma más común de clasificarlos es por el mecanismo que utilizan para generar la onda de choque, existen tres tipos de generadores: electrohidráulicos, piezoeléctricos y electromagnéticos.

4.4.1 Generador electrohidráulico

El generador electrohidráulico (Figura 5.3) está compuesto por un reflector semi elipsoidal que contiene agua con bajo contenido de sales, en uno de los focos de la elipse (F1) se encuentra un par de electrodos conectados a un capacitor de alto voltaje (alrededor de los 18 Kv) por medio de un interruptor *spark gap*.

Al ser conectado se forman burbujas de vapor entre los dos electrodos y una onda de choque, que es focalizada al segundo foco (F2) de la elipse, lugar donde se deberá posicionar el cálculo.

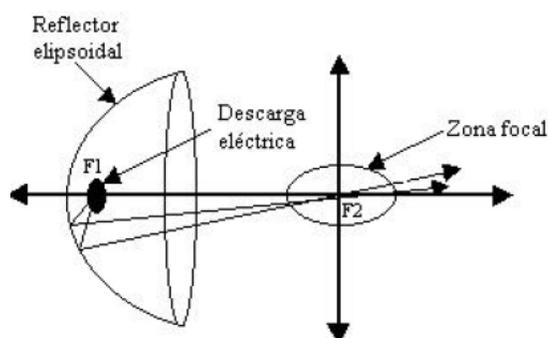


Figura 5.3 Generado electrohidráulico

4.4.2 Generador electromagnético

El funcionamiento de un generador electromagnético (Figura 4.4) está basado en una bobina colocada tras una membrana y una placa metálica rodeada de agua, al pasar un pulso a través de la bobina se induce una flexión en la membrana, esto produce la onda de choque que es focalizada por la placa metálica.

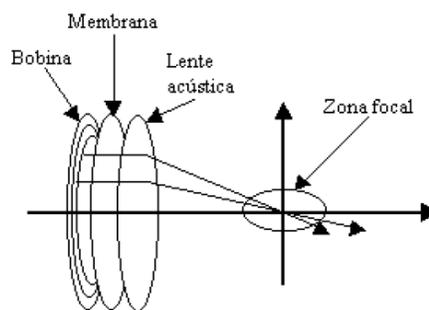


Figura 4.4 Generador electrohidráulico

4.4.3 Generador piezoeléctrico

Los generadores piezoeléctricos (Figura 4.5) están contruidos a partir de una cantidad considerable de pequeños elementos piezoeléctricos, varios cientos dependiendo del modelo, colocados en la superficie interna de un disco lleno de liquido, los elementos piezo eléctricos son activados simultáneamente para generar la onda de choque, que es concentrada en el centro de curvatura del disco.

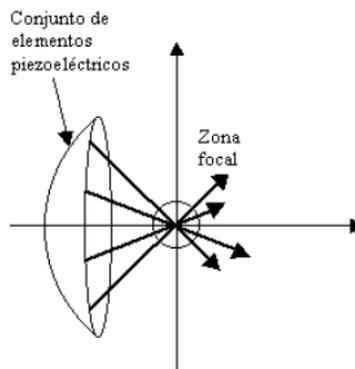


Figura 4.5 Generador piezoeléctrico



4.5 Sistema modular para litotricia

Los equipos de litotricia de la marca Direx son modulares, esto quiere decir que están divididos en módulos cada uno con una función específica, lo cual representa ventajas en la instalación, la movilidad entre otras posibilidades.

Para explicar los sistemas modulares se utilizara como ejemplo el equipo TRIPTER COMPACT (Figura 4.6).



Figura 4.6 Litotriptor TRIPTER COMPACT

El modulo más importante es el Generador de ondas de choque (SWAG) mostrado en la Figura 5.7, es un generador de tipo electrohidráulico capaz de generar una presión en el foco de 400 a 1100 bar, capaz de ser sincronizado con señal de ECG.



Figura 4.7 Modulo Generador de onda de choque

El modulo de control (TCU) Figura 4.8 contiene los controles del disparador (TRIGGER) del generador y la intensidad, muestra las mediciones de alto voltaje, sensor de agua del generador, ECG y contador del tratamiento.



Figura 4.8 Modulo de control TCU

El modulo de Fluoroscopia en arco en C - Digiscope RX2-, mostrado en la Figura 4.9, sirve para localizar al cálculo, con una capacidad de inclinación de +/- 30°, trabaja en conjunto con la mesa de computo (Pentium I y II, tarjeta matrox pci ver. 3.3), puede ser complementado con un sistema de ultrasonido.

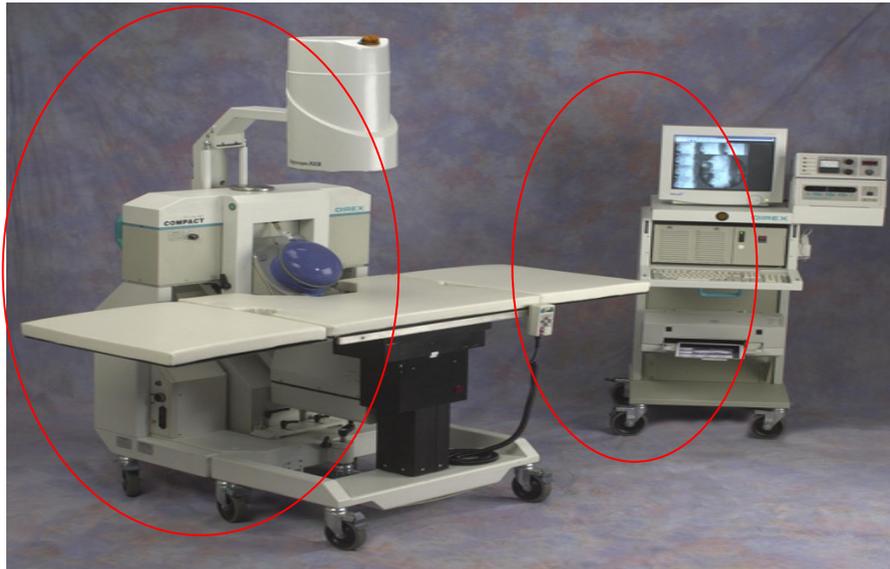


Figura 4.9 Modulo de Fluroscopia

El modulo de mesa de tratamiento mostrado en la Figura 4.10 en conjunto con el modulo de fluroscopia sirve para posicionar al cálculo en el foco F2 del generador, además puede ser utilizado para múltiples procedimientos urológicos además de los tratamientos de litotricia, tiene la posibilidad de movimiento en tres ejes(x, y, z) motorizados, movimiento de altura 30cm.



Figura 4.10 Mesa para tratamiento y Fluoroscopia



Capitulo 5 Propuesta de mejora en la imagen y funcionalidad del modulo TCU

5.1 Introducción

El modulo de control TCU (Figura 5.1), en los equipos COMPACT, COMPACT XL y NOVA ULTIMA, controla los disparos del generador y la intensidad, muestra las mediciones de alto voltaje, sensor de agua del generador, ECG y contador del tratamiento.



Figura 5.1 Panel Frontal del modulo TCU

Este diseño ha permanecido prácticamente inalterado desde las primeras versiones del litotriptor COMPACT y es utilizado en modelos Más recientes de litotriptores, además del equipo para ortopedia ORTHIMA.

5.2 Objetivos

Lo que se busca es:

Diseñar un nuevo modulo TCU e implementarlo en los equipos COMPACT, COMPACT XL Y NOVA ULTIMA.

Plantear esta opción de mejora, para su aprobación y empleo como actualización en los equipos.

Objetivos específicos:

El nuevo diseño del TCU será más atractivo.

El nuevo diseño del TCU incorporara tecnología más actual y nuevas funciones.

La implementación nuevo diseño del TCU deberá ser factible económicamente



5.3 Justificación

Al mejorar el atractivo visual de este modulo, que está en contacto directo con el operador del equipo, se sentirá mas cómodo y sentirá más confianza en el equipo además de ser una de las razones que influyen en la adquisición de un equipo.

Existen además razones técnicas para esta mejora, la lectura de las mediciones en el caso del voltaje es más sencilla en el caso de un numero mostrado en una pantalla LCD que en un medidor analógico, como actualmente se realiza, además de evitarse des calibraciones. Todas estas ventajas se pueden obtener aun sin elevar el costo del modulo requerir de modificaciones a otros módulos.

Otra de las motivaciones es la posibilidad de reducir el peso y tamaño del modulo.

5.4 Propuesta

Nuevas formas de despliegue, más agradables al cliente y más fáciles de entender, además de la personalización de cada unidad TCU.

Dentro de estas propuestas (Figura 5.2) está la utilización de un microcontrolador PIC para el manejo del TCU y un LCD como forma de despliegue.

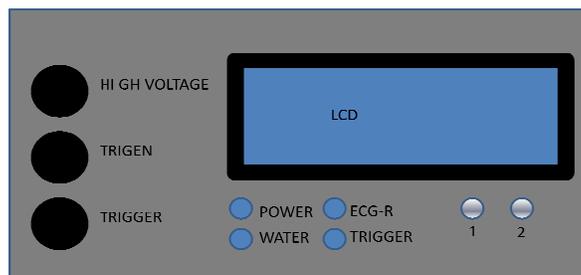


Figura 5.2 Diseño propuesto para el TCU



5.5 Material y métodos

El material seleccionado por sus características económicas y por la versatilidad que ofrece en el diseño fue:

- Display LCD (2X16)
- PIC 16F877A
- Cable
- Conectores header
- Placa fenolica

Para ayudar a disminuir la complejidad de la programación del microcontrolador pic como interpretador de una señal analógica y controlador de un LCD, se eligió el software de programación compilador microcode estudio plus y el software de programación picbasic.



5.6 Desarrollo

El primer paso fue determinar los parámetros de las variables que son proporcionadas para el despliegue del medidor de alto voltaje, ya que esto no requirió ninguna adecuación se procedió a diseñar el circuito en una placa de prácticas “protoboard” (Figura 5.3), donde se demostró que este dato es desplegable en la LCD mediante un algoritmo de conversión analógica-digital y una subrutina de control del LCD.

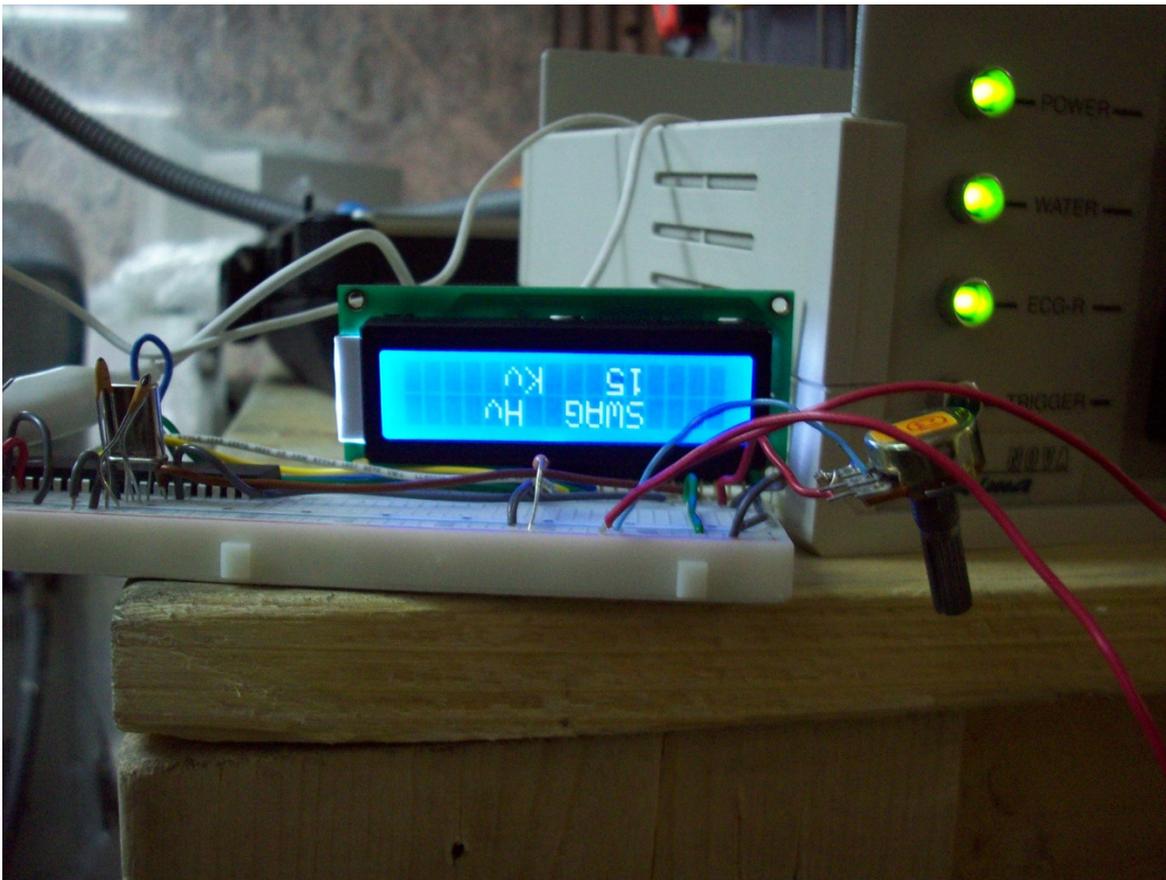


Figura 5.3. Prueba de conversión análogo-digital y despliegue del TCU



El siguiente paso fue la medición de las señales de los pulsos que llegan actualmente al TCU, para determinar si era factible o el tipo de adecuación que requerida para agregar un contador de pulsos.

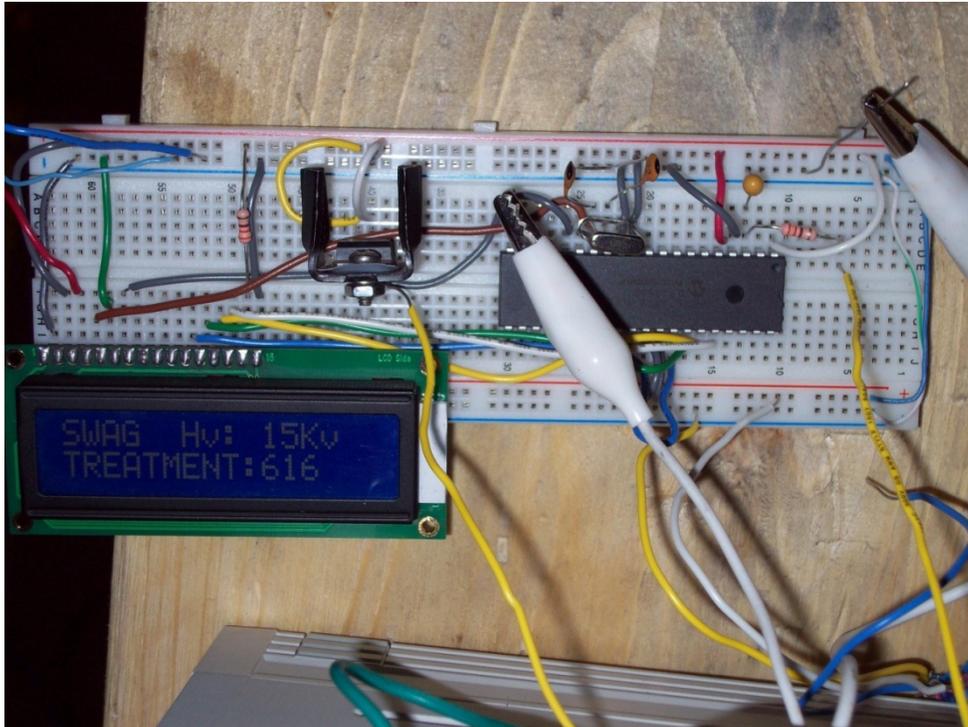


Figura 5.4 Circuito de conteo de tratamiento y medición de alto voltaje

El siguiente paso fue la creación un circuito impreso para realizar pruebas de funcionamiento.

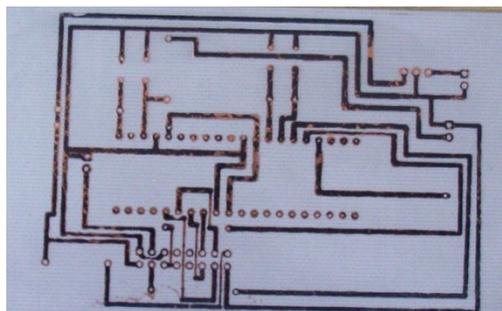


Figura 5.5 Imagen del primer circuito impreso utilizado

Al circuito impreso fueron soldados los componentes, armado de acuerdo al diseño utilizado en la placa de pruebas y probado.



Figura 5.6 Circuito funcional para la mejora del modulo TCU



Capítulo 6 Elaboración de guía rápida para el uso de equipo “TRIPTER COMPACT”

6.5 Guía de usuario

Las guías de usuario son importantes para el operador del equipo, ya que explican en pasos sencillos como operar el equipo, en este caso fue elegida la guía para el operador del equipo durante un tratamiento, teniendo en cuenta que el operador ha sido capacitado o tiene el manual de operación a su alcance.

6.6 Elaboración

Esta guía fue escrita de acuerdo al manual de operación provisto por el fabricante y la experiencia adquirida. Se encuentra anexo al trabajo, ANEXO I.



Conclusiones y perspectiva a futuro

Fueron cumplidos en su mayoría los objetivos de la estancia, aun así, en estancias futuras se podrán proponer mejoras a los procesos y sistemas manejados en los tratamientos por ondas de choque.

Las perspectivas a futuro, son la implementación con fines de prueba del prototipo de modulo TCU, que al momento ha sido aprobado por la dirección local de la empresa, para su posterior aprobación e implementación a escala mayor.

Las recomendaciones para las futuras estancias son, establecer objetivos muy específicos para la estancia, como el establecimiento de protocolos para la medición de parámetros o la efectividad, además de un sistema de tratamiento estadístico de los resultados de tratamiento.



Referencias

1. ISMST, International Society for Medical Shockwave Treatment
2. Declaración publicada en el sitio web oficial de la ISMST por la Asamblea General (reunión general anual) de la ISMST. Juan les Pins, 5 de junio de 2008
3. Delius M. Medical application and bioeffects of extracorporeal shock waves. *Shock Waves*, 1994; 4: 55-72.
4. Loske AM. Applications of shock waves in medicine. In: BenDor G, Elperin T, Igra O, Lifshitz, A, editors, *Handbook of Shock Waves*, Academic Press (San Diego, CA), 2001: 415-440.
5. Fernández Escobar F., Loske Mehling A.M., Zendejas Martínez H., Castaño Tostado E., Paredes Serrano M.I., *Revista Mexicana De Ingeniería Biomédica*, Vol. XXVI, Núm. 1 Pp 7 – 15 (Querétaro, México) 2005
6. Medina M, Zaidi M, Real E, Orozco S. Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México para litiasis urinaria; *Salud Publica de México*, 2002; 44(6): 541-45
7. Piñeron R, Rodríguez M, Pujol P, Pérez S. Litiasis Renal en la consulta de atención primaria. *Monografía*; Madrid 2003; 2(5); 1-12.
8. Tomás Wilde Sonderman, Jaime Díaz B., Yesid Samacá R., José Miguel Silva H., Hermán Morales P., *Guías De Practica Clinica Basadas En La Evidencia, Litiasis Renal Y Ureteral*, Ascofame, Pp 20-40 (Colombia)
9. Egresos hospitalarios del sector publico 2001. *Salud pública de México* 2003; 45(4): Pp 333-344



ANEXO I:

GUIA RAPIDA DE OPERACIÓN EQUIPO TRIPTER COMPACT



GUIA RAPIDA DE OPERACIÓN EQUIPO TRIPTER COMPACT

A) Encender Equipo.

Al encender el equipo verificar si existe un regulador de voltaje que todos los módulos del sistema se encuentren apagados, esto con el fin de evitar una sobre carga a la línea de alimentación del local y sobre voltaje a los circuitos de cada uno de los módulos.

1.- Verificar controles :

- SWAG triger en “0”
- SWAG kV en 0 kv. posición “1”
- DIGISCOPE KV y mA en valores mínimos.

2.- Checar agua, bujía y membrana. Según manual de operación.

- SWAG verificar que la bujía este en su lugar y este calibrada (E-12W) ó nueva (E-3W)
- SWAG verificar que la membrana este colocada y la liga en su lugar.

3.- Encender el equipo en el siguiente orden:

- Carro de control
- Computadora y Monitor
- Digiscope R-X2
- SWAG

B) Checar el cursor y F2 en el monitor de la PC

- Esperar a que el programa de trabajo este listo para hacer exposición de RX
- Colocar los punteros Digiscope y SWAG F2
- Hacer una exposición de RX
- Observar si el cursor corresponde al centro de las imágenes de los punteros
- Si la imagen no corresponde, utilizar las opciones de menú para hacer coincidir el cursor, si hay coincidencia, entonces el cursor y el equipo esta calibrado.
- Retirar los punteros focales.

C) Preparar el agua

- Verificar que la válvula de drenado esta cerrada
- Se requiere de 8 litros de Agua bi-distilada y (112 - 250 ml) de solución de cloruro de sodio al 0.09%
 - Agregar primero la solución salina al depósito del Generador.
- En seguida agregar el agua.

- Abrir la válvula de llenado y esperar a que el indicador de “water” en el control del SWAG se encienda.
- Incrementar el kv. a la posición “1” y trigger en “1”
- Hacer algunos disparos de prueba.
- Cerrar válvula de llenado y vaciar la membrana, oprimiendo el botón de drenado.
 - Esperar al menos 30 minutos deseablemente para evitar burbujas de aire en el agua que pueden atenuar la efectividad del tratamiento.

D) Posicionamiento del paciente.

- El paciente deberá subir a la mesa de tratamientos y se colocara boca arriba cuando el calculo a tratar este en área renal y por arriba de la cresta iliaca.
- Tomando como referencia la placa simple de abdomen, colocar al paciente de tal forma que el área a tratar quede bajo el área del tubo intensificador de imagen.
- Colocar la altura de la mesa a la altura del inicio del reflector.
- Colocar los parámetros de fluoroscopia como sigue (no aplica para DIGIPLUS de exposición automática):
 - 1 Kv. por Kg. de peso del paciente.
 - mA. Aprox. 3 barras naranja.
- Hacer una primera exposición de RX con el arco en posición vertical y observar la imagen en el monitor.
- Con una imagen en tiempo real (haciendo exposición de Rx) corregir la posición del cálculo justo abajo del cursor del monitor, moviendo solo el plano horizontal de la mesa.
- Mover el arco +/- 30 ° hacia las piernas del paciente.
- Corregir la posición del calculo en el monitor justo abajo del cursor, pero ahora moviendo solo el eje vertical de la mesa.
- Volver al plano horizontal de la mesa y observar si no hubo cambios, si es así entonces el calculo esta en posición y podemos empezar el tratamiento

E) Iniciar tratamiento

- Con el paciente en posición, lubricar la membrana con aceite de silicona (ó ricino ó gel para ultrasonido).
- Abrir la válvula de llenado de membrana y verificar que existe un buen contacto con el paciente y no hay pliegues que podrían causar equimosis en el paciente.
- Para empezar el tratamiento colocar los controles del generador como sigue:



DIREX DE MEXICO S.A. DE C.V.

- trigger en “0”
- Kv en posición “1” aprox. 14 kv.
- Una vez con estas condiciones verificar nuevamente la posición del cálculo y observar la correcta sedación del paciente.
- Utilizando los controles del software memorizar la primera imagen del cálculo.
- Mover el control de trigger a la posición “1” para iniciar el tratamiento y observar la reacción del paciente.
- Si el paciente se siente confortable podemos incrementar la potencia en aprox. Cada 100 shocks.
- En intervalos de aprox. 300 ó 500 shocks hacer la memorización de imágenes
- El tratamiento terminara cuando alcanzamos 3000 disparos o cuando el cálculo se desaparece.

F) Retirar el paciente.

- Colocar posición de la mesa en condiciones iniciales es decir hacia fuera retirándose del generador y a la mitad del desplazamiento cabeza pies.
- Bajar totalmente el eje Z o según sea el caso si se retira el paciente con camilla deberá colocarse a la altura de la camilla.

G) Limpieza del sistema.

- Si existe un nuevo paciente devolver el agua al depósito y verificar el electrodo y cursor en la PC.
- Realizar la limpieza de membrana y cambio de cubiertas de mesa.
- Si no hay mas pacientes abrir las válvula de llenado de membrana y drenado del sistema, asegurándonos de tener un recipiente de al menos 10 lt de capacidad para evitar derrames en la sala. Esto tomara entre 5 y 8 min.
- Con un paño limpio retirar el exceso de aceite o cualquier otro medio de contacto usado.
- Utilizar un paño con un poco de alcohol para la limpieza final de la membrana y demás partes que hayan tenido escurrimiento o salpicaduras de este material.
- Una vez que el agua se ha drenado por gravedad, con un paño limpio retirar el resto de humedad de depósito de agua.
- Retirar la liga y membrana del reflector a fin de exponer el interior de este y limpiarlo de los residuos de humedad y residuos óxidos del electrodo.
- Checar si por debajo de los colchones de la mesa y en la base de los módulos no

existen residuos de humedad o cualquier otro material que pueda causa deterioro de la pintura del equipo y retíralo usando los materiales de limpieza adecuados en su caso.

- La bujía usada deberá permanecer en su sitio hasta que deba ser recalibrada para el inicio de un nuevo procedimiento.

En caso de problemas de operación favor de llamar directamente a: **DIREX** de México S.A. de C.V.

Tel: 55 19 74 67, 55 30 71 63, 55 30 74 29

Fax: 55 19 71 02

E-mail: servicio@direxdemexico.com.mx