
**CURSO DE POSGRADO
PLANIFICACIÓN DEL RECURSO FÍSICO EN SALUD**

Organizan:
Universidad Nacional de Lanús (UNLa)
Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (A.A.D.A.I.H.)

TRABAJO MONOGRAFICO

**Salas de Hemodinamia: aspectos físicos y funcionales
para una buena práctica**

Arq. María Evangelina Allín

**Marzo, 2013
Buenos Aires, Argentina**

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCION	3
CAPITULO 1: SALAS DE HEMODINAMIA Y CARDIOANGIOLOGÍA INTERVENCIONISTA ...	5
CONCEPTOS GENERALES. DEFINICIONES	5
PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS Y TERAPEUTICOS.....	5
<i>Niveles de complejidad. Áreas de apoyo clínico y quirúrgico:</i>	<i>6</i>
<i>Información Adicional.....</i>	<i>7</i>
MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE	7
<i>Monitorización electrocardiográfica:</i>	<i>7</i>
<i>Medición de presiones:</i>	<i>8</i>
EQUIPAMIENTO RADIOLÓGICO. ANGIÓGRAFO: PARTES Y COMPONENTES	8
ADQUISICIÓN DE IMÁGENES Y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	10
RECURSOS HUMANOS.....	10
RECURSOS MATERIALES	11
<i>Espacio físico.</i>	<i>11</i>
<i>Locales complementarios.....</i>	<i>15</i>
<i>Salas Híbridas:</i>	<i>17</i>
CAPITULO 2: RADIOPROTECCIÓN	18
CONCEPTOS GENERALES.	18
EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN	19
RADIACIÓN RECIBIDA POR EL PACIENTE	19
RADIOPTOTECCIÓN EN EL PERSONAL SANITARIO.....	20
CAPITULO 3: AVANCES A TRAVES DE LA HISTORIA.....	22
CAPITULO 4: NORMAS DE EQUIPAMIENTO Y ACREDITACION DE SALAS DE HEMODINAMIA Y CARDIOANGIOLOGIA INTERVENCIONISTA EN ARGENTINA.	27
RECOMENDACIONES PARA EL EQUIPAMIENTO DE UNA SALA DE HEMODINAMIA.....	27
ACREDITACIÓN DE SALAS: REQUISITOS	30
CAPITULO 5: PROYECTO ARQUITECTONICO: UNA SALA DE HEMODINAMIA.....	32
<i>PROCEDIMIENTOS A REALIZAR: niveles de complejidad</i>	<i>32</i>
<i>LEGISLACION Y NORMATIVA VIGENTE</i>	<i>32</i>
<i>RECURSOS FÍSICOS Y HUMANOS</i>	<i>32</i>
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	43

INTRODUCCION

El objetivo del siguiente trabajo es exponer los aspectos físicos y funcionales adecuados para una correcta práctica en Salas de Hemodinamia, teniendo en cuenta la evolución de la medicina intervencionista a través de los años y sobre todo en la última década, las normativas cualitativas y referencias cuantitativas de recursos físicos y humanos, y las constantes innovaciones y sugerencias propuestas a nivel internacional en materia de seguridad radiológica.

El escrito presenta en primer lugar un claro marco conceptual y descriptivo de las definiciones generales para luego abordar el detalle de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, agrupados según niveles de complejidad con sus respectivas áreas de apoyo clínico y quirúrgico. Luego se aborda conceptualmente la monitorización del paciente (monitorización electrocardiográfica y medición de presiones); el equipamiento radiológico (partes y componentes); adquisición de imágenes y sus sistemas de almacenamiento, recursos humanos inherentes a las prácticas a realizar y recursos materiales (espacio físico, locales complementarios, salas híbridas).

A continuación se exponen conceptos generales de radioprotección: efectos biológicos de la radiación, radiación recibida por el paciente y la radioprotección del personal sanitario.

Para analizar las tendencias actuales en el sector hacemos una síntesis histórica de eventos relacionados con los procedimientos cardiológicos.

Para realizar el análisis en nuestro país, enumeramos los objetivos del Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI), las recomendaciones para el equipamiento de una sala de Hemodinamia, así como los requisitos para su acreditación.

Finalmente se presenta una síntesis conceptual, seguida de un ejemplo gráfico y fotográfico construido en nuestro país.

En los últimos veinte años, el trabajo en el laboratorio de Hemodinamia ha sufrido una profunda transformación y ha evolucionado a medida que han ido apareciendo nuevas modalidades diagnósticas y terapéuticas dentro del laboratorio. Los requerimientos humanos, técnicos y recursos físicos acompañan esta evolución. La finalidad de este documento es actualizar estos requerimientos para poder afrontar de la mejor manera y en todos sus aspectos, las innovaciones presentadas en el campo de la medicina intervencionista.

Este escrito presenta información valiosa para todos aquellos que busquen una visión integral acerca de lo que es y lo que se hace en una sala de Cardiología Intervencionista, enfatizando los aspectos en referencia a los recursos físicos.

Personalmente, y a partir de un trabajo profesional encargado, me topé con muchas preguntas, dudas e ignorancias acerca del Servicio de Cardiología Intervencionista; por lo que me pareció interesante sistematizar la investigación realizada y plasmarla en este trabajo monográfico para el uso de quien lo necesite.

CAPITULO 1: SALAS DE HEMODINAMIA Y CARDIOANGIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

CONCEPTOS GENERALES. DEFINICIONES

Llamamos **Hemodinamia** a una técnica *mínimamente invasiva* que a través de catéteres guiados por fluoroscopia y con adquisición de imágenes permanentes, nos permite estudiar las patologías congénitas o adquiridas del árbol vascular, y eventualmente también tratarlas.

Una **Sala de Hemodinamia** es un lugar con equipamiento de alta tecnología que consiste en un equipo de fluoroscopia (o rayos X), cuyas imágenes dinámicas obtenidas son procesadas y digitalizadas por un sistema de cómputos, obteniendo así imágenes claras y nítidas que nos permiten diagnosticar y tratar enfermedades cardiovasculares.

Según Descalzo (2011) la **Cardiología Intervencionista** reemplaza a algunos procedimientos quirúrgicos a cielo abierto, permitiendo a los pacientes ser tratados con menores riesgos y minimizar la estadía hospitalaria. Los cardiólogos intervencionistas son médicos formados en la especialidad y expertos en lectura de imágenes radiológicas.

La ventaja para los pacientes son evidentes: tipo de anestesia, menor riesgo, reducción significativa del dolor y tiempo de recuperación.

PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS Y TERAPEUTICOS

Los procedimientos diagnósticos son los que nos permiten identificar cualquier situación salud-enfermedad (considerando también que el “estado salud” se puede diagnosticar), y en el caso de la cardiología intervencionista, se orientan cada vez más a precisar detalles anatómicos y funcionales, y en ocasiones luego del diagnóstico, se procede al tratamiento en el mismo acto médico. Es por ello que hablamos de procedimientos diagnósticos y terapéuticos juntos.

PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS Y TERAPEUTICOS SOBRE LOS TERRITORIOS-OPERATIVOS AUTORIZADOS:

- ❖ Cardíaco (Coronario, Valvular y Congénitos).
- ❖ Aorta Torácica – Abdominal
- ❖ Aortoilíaco
- ❖ Femoropoplíteo Supra e Infrapaletar
- ❖ Vasos de cuello extra e intracraneanos
- ❖ Miembros superiores

- ❖ Arterias viscerales
- ❖ Venoso

Niveles de complejidad. Áreas de apoyo clínico y quirúrgico:

Tomando como referencia las *Normas de Organización y Funcionamiento de las Áreas de Hemodinamia Diagnóstica y Terapéutica Endovascular por Cateterismo y Cirugía Endovascular* de la Dirección de Calidad del Ministerio de Salud de la Nación se expone a continuación una tabla que relaciona los niveles de complejidad para prácticas diagnósticas e intervencionistas divididos en tres grandes grupos: A - B - C (que están directamente relacionados a la subespecialidad a la cual se hallan orientado el/los operadores, ya sea por su extracción: cardiológica, radiológica, quirúrgica y neurointervencionista como a su grado de especialización en prácticas complejas) con las áreas de apoyo necesarias para realizar dichas prácticas.

Tabla N° 1: Salas de Hemodinamia y cardioangiología intervencionista, Niveles, Procedimientos diagnósticos y terapéuticos, Áreas de apoyo.

Nivel	Procedimientos	Áreas de apoyo
A	Diagnósticos vascular periférico arterial o venoso. Aortografía Abdominal y sus ramas. Accesos vasculares	Atención de las complicaciones en tiempos apropiados
B	Diagnósticos cardíacos (Coronarios y Valvulares) Diagnóstico vascular intra y extracraneano. Aortografía torácica Angioplastias del territorio ilíaco, Femoropoplíteo supra e infrapatelar, miembros superiores, coronaria. aterótomos, renal y esplácnica, de estenosis de ramas de arteria pulmonar Diagnósticos cardiopatías congénitas Septostomías auriculares con catéter balón o catéter cuchilla Revascularización periféricas con láser. Métodos mecánicos de trombolisis. Embolizaciones arteriales y/o venosas.	Especialidades Clínicas (24 hs.) Laboratorio Central (24 hs.) Unidad Coronaria o Terapia Polivalente Métodos de diagnóstico cardiovascular no invasivo Ecografía general Cirugía general Cirugía vascular y/o cardiovascular (en el área o traslado sanitario terrestre en unidad coronaria móvil, a no más de 30 minutos. Balón de contrapulsación aórtico.
C 1	Valvuloplastias Mitral, Aórtica y Pulmonar Angioplastia de Coartación de Aorta, de Vasos del Cuello con/sin colocación de stents, del Tronco de la Coronaria Izquierda, Directa en el Infarto Agudo de Miocardio, en Shock Cardiogénico con o sin contrapulsación aórtica.	Equipo multidisciplinario Aparatología específica para el diagnóstico y tratamiento de las complicaciones.

	Colocación de Dispositivos Ocluidores Aortoplastia Neurointervenciones Angiogénesis Braquiterapia coronaria y periférica. Revascularización transmiocárdica	
C 2	Colocación de Endoprótesis Aórticas	

Fuente: elaboración propia en base Dirección de Calidad del Ministerio de Salud de la Nación

Información Adicional

Como agregado a todo lo anteriormente expuesto cuya clasificación y descripción es determinado por las normativas del Ministerio de Salud de la Nación (Dirección de Calidad de los Servicios de Salud. Programa Nacional de Garantía de la Calidad de la Atención Médica. Resolución 434/2001. GUÍA DE PROCEDIMIENTOS DE CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA.) debemos decir que a la clasificación anterior tenemos que agregar, al listado de nivel de complejidad C, el IMPLANTE VALVULAR AORTICO PERCUTANEO (IVAP), o TAVI (transcatheter aortic valve implantation) que en el año 2002 se implantó por primera vez, según Cherro

Este nuevo procedimiento marcó un gran salto cualitativo ya que anteriormente se debía recurrir a una cirugía a cielo abierto para un reemplazo de válvula aórtica y a partir de esta práctica lo mismo se realiza por vía percutánea. El continuo desarrollo y perfeccionamiento de estos procedimientos genera grandes expectativas para un futuro inmediato.

Como lo explica Leguizamón (2011) a partir de estos nuevos procedimientos surge el concepto de SALAS HIBRIDAS como pequeños quirófanos con todas las normas asépticas establecidas.

MONITORIZACIÓN DEL PACIENTE

Monitorización electrocardiográfica:

Es necesario que el paciente tenga durante todo el procedimiento un registro electrocardiográfico en tiempo real, al menos con las derivaciones de los miembros que permita la detección y tratamiento inmediato de bradiarritmias y taquiarritmias, que se pueden producir como complicaciones durante el cateterismo.

Medición de presiones:

El registro de presiones durante el cateterismo tendrá no solo valor como monitorización de constantes vitales, sino que, en muchos casos, será parte indispensable del estudio hemodinámico (por ej.: en el estudio de valvulopatías)

Virtualmente, todos los laboratorios de hemodinámica usan un transductor de presiones relativamente barato, estéril, en el cual un pequeño circuito integrado en un diafragma de siliconas sirve como sensor. La presión de un fluido transmite a este elemento a través de un gel que altera la resistencia del diafragma de silicona, entonces el circuito envía una señal eléctrica proporcional a la presión aplicada. Este transductor, generalmente, se conecta a un tubo flexible que, a su vez, se conecta a través de una llave de tres pasos a la parte distal del catéter que tenemos situado en alguna cámara cardíaca o en algún vaso.

EQUIPAMIENTO RADIOLÓGICO. ANGIÓGRAFO: PARTES Y COMPONENTES

La función principal de un equipo de angiografía es producir un haz de rayos X colimado de intensidad y calidad apropiada, proyectar este haz a través del paciente en el ángulo deseado, detectar este haz una vez que ha pasado a través del paciente y traducirlo en una luz visible formando una imagen útil para el diagnóstico y el intervencionismo (grafico 1). Esta imagen podrá ser de dos tipos: fluoroscópica y de adquisición (comúnmente llamada cine). Para ello necesitaremos los siguientes componentes:

- a) **Generador:** la misión del generador es aportar energía eléctrica al tubo de rayos X que calentará el filamento que éste posee y con ello producirá un haz de electrones. El operador será el que inicie la generación del haz a través de unos mandos generalmente en forma de pedales
- b) **Tubos de rayos X:** es un dispositivo que convierte la energía eléctrica liberada por el generador en rayos X.
- c) **Filtración y formación del haz de rayos X:** el haz que sale del tubo de rayos X contiene un amplio espectro de energía. Los fotones de más baja energía son fácilmente absorbidos por los tejidos superficiales del paciente por lo que no contribuyen a la formación de la imagen y sí a la

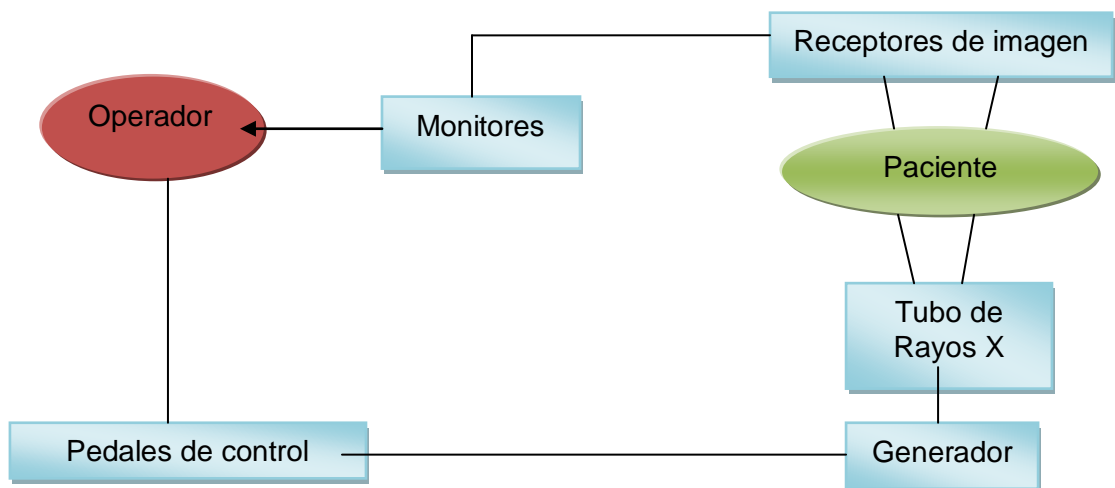
radiación absorbida por el paciente. Para evitar esto y filtrar esa radiación de baja energía, existe un plato de aluminio o de cobre situado en la salida del tubo de rayos X que aumenta el poder de penetración efectivo del haz resultante. Sin embargo, un exceso de filtración puede absorber demasiada energía del haz, por lo cual cuando se necesita una gran cantidad de energía, como pasa en el cine, puede ser necesario quitar los filtros. Así, al apretar el pedal de cine automáticamente se elimina el filtro y no se atenúa la imagen.

d) **Tipos de imagen:** la *fluoroscopia* es aquella imagen en tiempo real que tiene una calidad suficiente para permitir la manipulación de los catéteres y guías por los vasos del paciente. La dosis de radiación usada es significativamente menor que para el cine.

El *cine o modo de adquisición* genera una imagen con una buena calidad en cada fotograma aislado. Se necesitan mayores dosis de radiación con respecto a la fluoroscopia.

e) **Detección de la imagen:** el intensificador de imagen se compone de una lámina fluorescente que, al ser alcanzado por el haz de rayos X que emerge del paciente, origina una luz visible. Esta luz es convertida en una imagen de electrones que se vuelve a convertir en una imagen de luz visible en la pantalla en la que observamos la fluoroscopia.

Grafico 1: Esquema de funcionamiento del equipo de fluoroscopia



Fuente: Manual de Hemodinámica e intervencionismo coronario

ADQUISICIÓN DE IMÁGENES y SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Con el objetivo de unificar el lenguaje informático, el American College Radiology (**ACR**) y National Electrical Manufactures Asociation (**NEMA**) crearon un comité para diseñar un sistema capaz de servir de interfaz universal entre los equipos de imagen y los distintos usuarios. Así aparece el sistema Digital Imaging and Communication in Medicine (**DICOM**) que define el formato físico y lógico para intercambiar datos entre los distintos equipos, independientemente de sus fabricantes.

Las imágenes podrán ser revisadas en dos tipos de equipos:

- *Workstation*: se puede crear un post-procesado de la imagen
- *View station*: solo se pueden reproducir las secuencias angiográficas.

Para el almacenaje de las películas en formato digital existen tres sistemas

- *Convencional*: simple apilamiento de estanterías de las películas de cine o de los CD-ROM. Los inconvenientes son que ocupan mucho espacio físico, y la búsqueda de estudios anteriores puede consumir mucho tiempo.
- *Jukebox*: consiste en un aparato donde se almacenan y catalogan los CD-ROM para su posterior revisión, accediendo a ellos de manera automatizada.
- *Servidores*: la imagen digital es almacenada en este equipo para su posterior revisión. El servidor está conectado a las estaciones de trabajo permitiendo un acceso rápido y con la misma calidad de imagen.

RECURSOS HUMANOS

Durante los procesos de cateterismo habrá un *hemodinamista principal* que será el responsable del procedimiento. Puede ser ayudado por un *segundo operador* (que puede ser un hemodinamista en formación). También es frecuente que pueda ser asistido por un *enfermero especializado*, que tendrá que tener conocimientos en cuidados intensivos, mediación cardiovascular y de instrumental de cateterización. En la sala de control habrá personal de enfermería encargado de controlar los instrumentos de monitorización y de atender diversas necesidades del paciente a lo largo del procedimiento

Tanto el hemodinamista principal como sus ayudantes tendrán que estar equipados con bata o guantes estériles para manejar todo el material sin contaminarlo.

Para tener referencia acerca de las cantidades de procedimientos que debería hacer cada profesional, citamos a Moreira y Gonzales (2008) *“Para mantener abierta una sala de Hemodinamia se recomienda que se realicen al menos 200 casos al año (aunque lo ideal sería 400) y que cada uno de sus hemodinamistas realice 75 al año.”*

RECURSOS MATERIALES

Espacio físico.

La ubicación perfecta de la sala es casi utópica: lo deseable es la máxima proximidad posible a la guardia, unidad coronaria y quirófano de cirugía cardíaca.

La *sala de Hemodinamia* es el espacio central del laboratorio. La superficie mínima aceptable no debe ser inferior a 50m², con diseño rectangular. Aquí se realizan los procedimientos usando un material estéril en un campo quirúrgico sobre un paciente, que estará colocado en una mesa especial, con el arco de rayos X situado a su alrededor. La sala de angiografía requiere de un blindaje adecuado para aislar la radiación en su interior (paredes, techo, piso), que incluirá la puerta del recinto y las ventanas de observación entre la sala de control y la de procedimientos. Este blindaje suele ser de plomo en forma de láminas, cuyo grosor varía en función de la distribución y composición de los elementos estructurales de la unidad.

La iluminación de la sala debe ser lo suficiente para facilitar la realización de todos los procedimientos, pero sin dificultar el visionado de las imágenes fluoroscópicas en los monitores (foto 1).

Foto 1: Iluminación de la Sala de Procedimientos para favorecer la visualización de los monitores



Fuente: imagen obtenida de la web

La pieza clave es el equipo de fluoroscopia, que puede estar montado en el suelo o suspendido del techo (considerar una altura mínima de 3.00m) (Foto 2).

Foto 2: Equipo de fluoroscopia, en este caso, montado desde el techo



Fuente imagen obtenida de la web

Esta estructura mantiene el tubo de rayos X y el intensificador de imagen en un correcto alineamiento, y provee al haz de rayos X que pasa a través del paciente, de un rango de rotación total tanto de derecha a izquierda como craneal a caudal. Los dos ejes de rotación se encuentran en un solo punto, por lo que el órgano (en este caso el corazón del paciente) situado en este punto del espacio quedará centrado en la pantalla cualquiera que sea la dirección del haz de rayos X. El paciente reposará en una mesa radiotransparente, preferentemente desplazable tanto de izquierda a derecha como en dirección caudal y craneal, para poder moverlo en relación con el haz de rayos X.

La otra pieza indispensable es el material usado para la monitorización, que deberá incluir el registro electrocardiográfico y la medición de la tensión arterial, pudiendo así grabar e imprimir todos los eventos que se produzcan en la intervención.

Hoy en día también encontramos varios equipos adicionales como desfibriladores, sistemas de imagen por ultrasonido, pulsioxímetros, dispositivos para intervencionismos complejos y monitores de tensión arterial.

Citamos a Moreira y Gonzales en un comentario para tener en cuenta *“En algunos laboratorios de Hemodinámica existe un segundo equipo fluoroscópico que puede proveer de dos imágenes simultáneas del corazón desde diferentes ángulos. Esta imagen biplano puede ser indispensable en algunos procedimientos, fundamentalmente en los que afectan a pacientes con cardiopatías congénitas.”*

También debemos considerar el equipamiento propio de la Sala que consta de armarios y cajoneras para mantener acomodado y guardado todos los elementos necesarios para los distintos procedimientos (Foto 3)

Foto 3: Equipamiento dentro de la sala de procedimientos



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

La *sala de control* albergará los instrumentos de monitorización del paciente, y será donde esté el personal de apoyo. Esta sala debe estar comunicada con la sala de exploración mediante una ventana de cristal plomado dispuesta de forma perpendicular a la mesa radiológica. El personal deberá tener fácil acceso a la sala de procedimientos y buena comunicación visual y verbal entre ambos (Foto 4).

Foto 4: Sala de controles: visuales y acceso directo a la sala de procedimientos



Fuente: imagen obtenida de la web

Locales complementarios

- Secretaria
- Privado: entrega de informes y entrevista con pacientes y familiares.
- Vestuarios y baños médicos
- Transferencia (Foto5)

Foto 5: Transferencia técnica



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

- Lavado de manos con sistema automático o a pedal (Foto 6).

Foto 6: lavado de manos con canillas automatizadas. Enfrente, perchero con protecciones plomadas



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

- Office Limpio
- Office sucio: preferentemente con dos bachas profundas para la limpieza de catéteres, con toma de vacío (Foto 7).

Foto 7: Office con lavado de catéteres



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

- *Sala de Racks*: anexo refrigerado para transformadores, generadores y unidad del sistema de refrigeración. Debe estar aislado pero contiguo a la sala de procedimientos, respetando las distancias que determinen las especificaciones de cada equipo.
- *Sala de Preparación pacientes y/o recuperación con sanitario*: contigua a la unidad intervencionista con espacio para la permanencia vigilada de al menos un paciente y posibilidades de circulación en su entorno en caso de emergencia. Debe tener sanitario propio, tomas eléctricas suficientes, tomas de oxígeno, vacío y aire comprimido (un panel de cabecera con los tres gases por cama); además se deberá proveer de un timbre por cama para el llamado a las enfermeras o personal especializado. La realización de cateterismos cardíacos en régimen ambulatorio necesitará la ampliación de esta área para permitir la ubicación de 3 a 6 camas, dotadas cada una de ellas con monitor y las correspondientes tomas eléctricas y de gases, donde los enfermos puedan estar vigilados (Foto 8).

Foto 8: Sala de preparación y/o recuperación: provista de gases medicinales y visualización directa personal técnico



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

- Vestuario y baño público

Salas Híbridas:

Las denominadas Salas Híbridas, unifican los requerimientos de una sala de la más alta complejidad para intervenciones mediante cateterismo con los de un moderno quirófano para cirugías cardiovasculares, es decir, **Hemodinamia + Quirófano**.

Como lo explica Leguizamón (2011), a partir de este concepto multidisciplinario interactúan a modo de unidad prácticamente todas las unidades clínicas y quirúrgicas para lo cual las condiciones asépticas deben ser las mismas que las de cualquier quirófano (Foto 9).

Foto 9: Sala Híbrida Clínica Bazterrica



Fuente: imagen obtenida de la web

CAPITULO 2: RADIOPROTECCIÓN

CONCEPTOS GENERALES.

Según lo citado y explicado por Moreira y Gonzales (2008), los efectos biológicos de la radiación se determinan en función de la dosis de radiación recibida por el individuo. La unidad que mide la cantidad de exposición a la radiación es el *roentgen* (R), que expresa la cantidad de ionización (en columbios) de una masa de aire debida a los rayos X (por tanto $1 R = 1 C/kg$). Para conocer la cantidad de energía absorbida por unidad de masa de un material en concreto se ha usado el *rad* (*radiation absorbed dose*) y las unidades *Gray* (Gy), de tal manera que $1 Gy = 100 rad$. Sin embargo, la cantidad de energía absorbida con la misma exposición (con los mismos R) varía según el tipo de material que la absorba (depende del número atómico) y según el tipo de radiación. Para expresar esto se usan las unidades *rem*. Básicamente una unidad *rem* es un *rad* multiplicado por un factor de corrección según el material y el tipo de radiación. En cardiología y con rayos X, este factor de corrección es = a 1, por tanto $1 rem = 1 rad$. También se usan los *sieverts* (Sv) para expresar este último concepto, de manera que: $100 rem = 1 Sv$.

La protección radiológica de los pacientes y la del personal sanitario es uno de los principales problemas para la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) y del requerimiento de las *Basic Safety Standards* (BSS – Normas Básicas de Seguridad Internacionales) para la protección radiológica en el campo medico.

La **Protección Radiológica (PR)** es una herramienta de gestión de medidas para la protección de la salud frente a los riesgos (para las personas y el medioambiente) generados para el uso de la radiación ionizante. Siempre se consideran los *beneficios frente a riesgos*.

El *Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas* (UNSCEAR), *La Comisión Internacional de Protección Radiológica* (ICRP) y *El Organismo internacional de Energía Atómica* (OIEA), junto con muchas otras sociedades nacionales e internacionales y organizaciones científicas y profesionales ponen todos sus esfuerzos en la mejora de la seguridad radiológica.



- El **IAEA** establece normas de seguridad y las prepara para su aplicación.



- El **UNESCEAR** estudia los efectos de la radiación atómica.

En la República Argentina:

- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
- Autoridad Regulatoria Nacional (ARN)
- Hospital del Quemado – CABA-
- Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Los efectos biológicos de la radiación sobre el organismo humano se pueden dividir en dos tipos: los **efectos estocásticos** y los **efectos determinísticos**.

- ❖ Los **efectos estocásticos** son aquellos producidos por el daño en el ADN no reparado de alguna célula viable del organismo. La palabra estocástico quiere decir que en ellos está presente la probabilidad, es decir que al aumentar la dosis recibida aumenta la probabilidad de padecerlos. Entre ellos se encuentra el cáncer o las anomalías hereditarias. *La PR intenta EVITARLOS*
- ❖ Los **efectos determinísticos** están causados por el daño agudo causado sobre un gran número de células del organismo, que las llevan a morir. La intensidad del daño está directamente relacionada y de forma predecible con la dosis de radiación absorbida. Son especialmente característicos de este tipo de efecto, los daños sobre la piel secundarios a los rayos X, que van desde un simple eritema hasta ulceraciones, según la dosis recibida. *La PR intenta REDUCIRLOS.*

RADIACIÓN RECIBIDA POR EL PACIENTE

La cantidad de radiación usada para un cateterismo diagnóstico de un paciente de peso y talla normal (IMC entre 20/30 Kg/m²) es pequeña y apenas

tiene efectos adversos. Sin embargo, cuando aumenta la complejidad del procedimiento y el tamaño del paciente, la dosis de radiación aumenta, teniendo los riesgos significación clínica. Para evitar esto en la medida de lo posible, se deberá aplicar una serie de instrucciones básicas. Como es lógico habrá que intentar reducir al mínimo posible el tiempo de fluoroscopia durante el procedimiento. Las proyecciones en modo cine deberán ser las indispensables para realizar el diagnóstico correcto. El arco de rayos X deberá estar correctamente posicionado, teniendo el corazón del paciente siempre en el isocentro, y con el tubo de rayos X y el intensificador de imagen lo más cercano posible al paciente. Los campos de visión más pequeños aportan más dosis de radiación, por lo tanto su uso se restringirá a aquellas situaciones que necesiten mayor resolución espacial.

Miller et al (2004), Den Boer y otros (2001), advierten acerca de la monitorización:

“Es importante monitorizar la dosis de radiación en cada procedimiento, permitiendo así el control del hemodinamista sobre ella. Tradicionalmente esto se ha hecho midiendo el tiempo en el que hay fluoroscopia. En los equipos más modernos ya existen dispositivos que estiman la dosis de radiación que recibe la piel del paciente¹².”

RADIOPTOTECCIÓN EN EL PERSONAL SANITARIO

Los tres principios para reducir la exposición ocupacional son: tiempo, distancia y barrera. Todo lo dicho para disminuir la dosis sobre el paciente sirve también para el personal sanitario. Además hay que tener en cuenta que la radiación se atenúa con la distancia siguiendo una ley de cuadrado inverso ($1/d^2$), por lo cual alejándose razonablemente del haz de rayos X conseguimos grandes disminuciones de exposición, así lo explica Balter (1999)

Respecto a las barreras, son de uso común tanto los guardapolvos plomados con una capa de 0.5mm de plomo, que cubren la mayor parte del cuerpo, como los escudos que se sitúan entre el tubo de rayos X y el hemodinamista, que pueden ser colgados o adosados a la mesa. También el uso de gafas radioprotectoras que disminuyen el riesgo de cataratas inducidas por la radiación, y el collarín de plomo, que disminuye el riesgo de cáncer de tiroides (Foto 10 y 11).

¹ Original en Inglés. Traducción propia.

² Original en Inglés. Traducción propia.

Foto 10 y 11: Radioprotección: guardapolvos plomados, collarines y gafas. Es importante que estén cerca del ingreso a la sala para facilitar su uso.



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

En referencia a lo tratado, se cita a Pitney et al (2004) y a Moreira y Gonzales (2008)

“Hay que tener en cuenta también que hay proyecciones en las que el operador esta más cerca del tubo de rayos X, teniendo en tanto mayor exposición³. Esto se produce durante las proyecciones oblicuas anteriores izquierdas, sobre todo que cuando son más craneadas suponen una dosis de radiación para el hemodinamista entre 2,6 a 6,1 veces mayor que en las proyecciones oblicuas anteriores derechas.”

Limacher (1998) manifiesta que existen varios métodos para monitorizar la dosis de radiación total que recibe el personal sanitario en el laboratorio, utilizando dosímetros individuales que se aconseja llevar en el collarín en todos los procedimientos, y que se leen cada cierto tiempo. En la *Tabla 2* vemos las dosis de radiación máximas que puede recibir el personal sanitario.

Tabla 2: Radioprotección y dosis máxima recomendada

Radiación	Dosis máximas
Radiación ambiental media recibida	0,1 rem/año
Exposición media hemodinamista por procedimiento	0,004 - 0,016 rem
Máxima exposición anual recomendada para trabajadores	5 rem/año
Máxima radiación acumulada recomendada para trabajadores sanitarios	1 rem por año de edad ó 50 rem
Exposición fetal máxima	0,05 rem/mes ó 0,5 rem totales

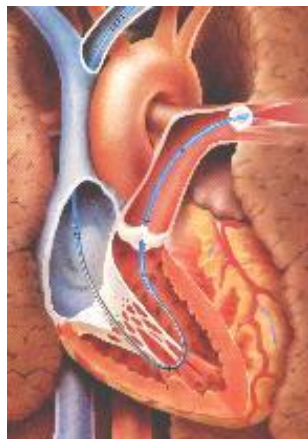
Fuente: El Laboratorio de Hemodinámica e intervencionismo coronario

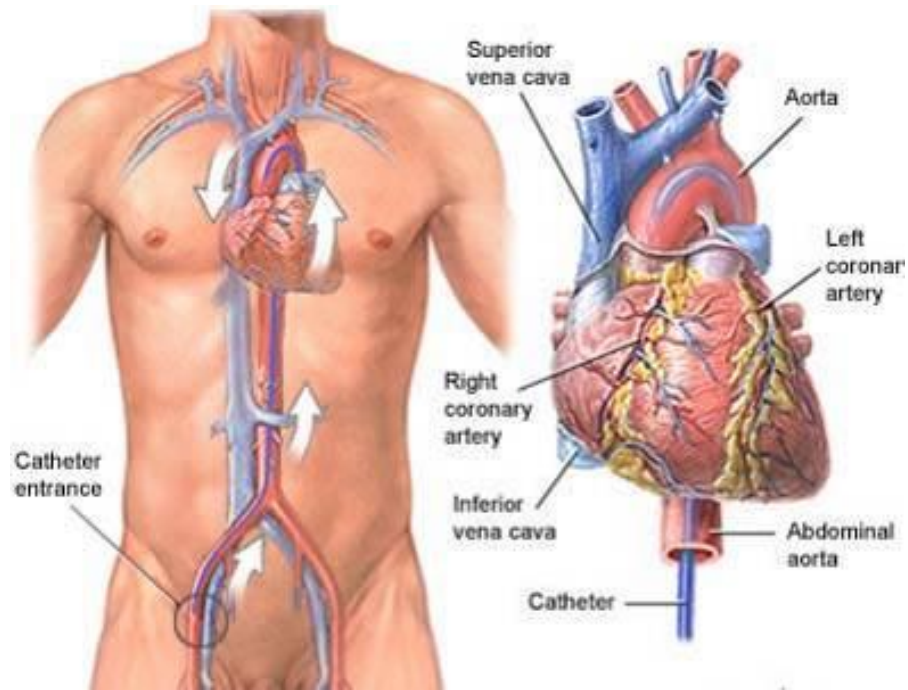
³ Original en Inglés. Traducción propia.

CAPITULO 3: AVANCES A TRAVES DE LA HISTORIA

En este capítulo se realiza un listado de hechos significativos que marcaron la historia y la evolución de la medicina intervencionista, considerando sus inicios por el año 3000 AC. Esta reseña histórica apunta a dimensionar y conocer los cambios a través del tiempo, y la celeridad de éstos en esta última década. También me parece oportuno conocer y valorizar los aportes de profesionales argentinos a la historia de la Cardiología mundial.

- ✓ 3000 AC. — Egipcios desarrollan cateterismos vesicales utilizando tubos metálicos.
- ✓ 400 AC. — Catéteres desarrollados a partir de tubos huecos en madera y metálicos son utilizados en cadáveres para estudiar la función de las válvulas cardíacas.
- ✓ 1711 — Hales conduce la primera cateterización cardíaca de un caballo utilizando tubos de cobre, vidrio y la tráquea de un ganso.
- ✓ 1844 — Fisiólogo francés Bernard acuña el término “cateterización cardíaca” y utiliza catéteres para medir presiones intracardíacas en animales.
- ✓ 1929 — Primera cateterización cardíaca humana documentada realizada por Dr. Werner Forssmann en Eberswald, Alemania.
- ✓ 1941 — Cournand y Richards emplean el cateterismo cardíaco como herramienta diagnóstica por primera vez, utilizando técnicas de cateterismo para medir gasto cardíaco.
- ✓ 1956 — Forssmann, Cournand y Richards comparten el Premio Nobel. Cournand sentencia en su discurso de aceptación “el catéter cardíaco era... la llave en la cerradura”.
- ✓ 1958 — La angiografía coronaria diagnóstica —la llave para visualización selectiva del corazón es descubierta por Dr. Mason Sones
- ✓ 1970: Swan - Ganz => catéter con balón





- ✓ 1964 — Angioplastia trasluminal, el concepto de remodelar la arteria, es introducida por Dr. Charles T. Dotter
- ✓ 1967 — Dr. René Favaloro realiza la primera cirugía de by pass en Cleveland

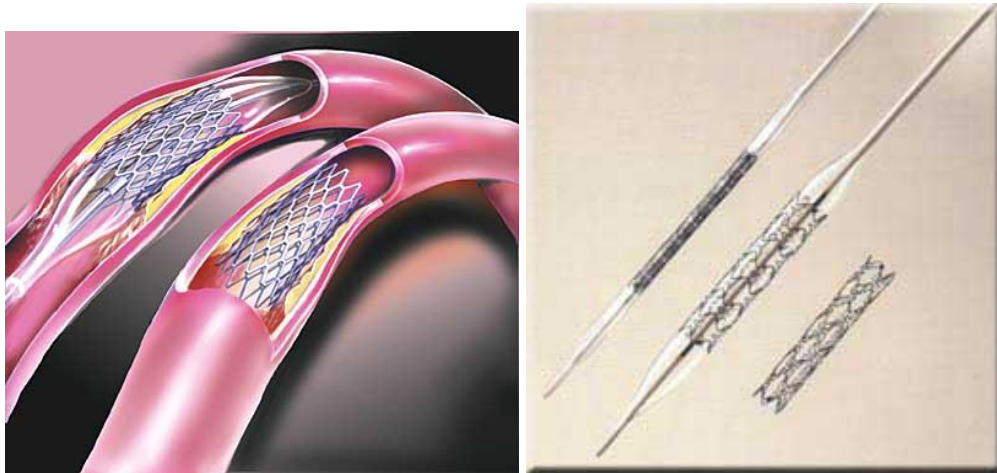


- ✓ 1967 — Introducción de la Judkins Technique of coronary angiography
- ✓ 1974 — Andreas Gruentzig realiza la primera angioplastia periférica con balón en humanos
- ✓ 1976 — Gruentzig presenta sus resultados en estudios animales de angioplastia coronaria en American Heart Association meeting
- ✓ 1977 — Primera angioplastia trasluminal coronaria con balón en humanos realizada durante una CRM por Gruentzig, Myler and Hanna en San Francisco

- ✓ 1977 — Andreas Gruentzig desarrolla su primera ATC en sala de hemodinamia en paciente despierto en Zurich; a partir de este caso, todas las ATC son registradas en un registro mundial.
- ✓ 1978 — Primeras angioplastias desarrolladas en EEUU por Myler en San Francisco y Stertzer en New York; Gruentzig conduce su primer curso de demostración en Zurich, Suiza, asistido por 28 médicos pioneros; creándose la International Dilatation Society.
- ✓ 1982 — balones coaxiales sobre cuerda y catéteres guías braquiales son introducidos a la práctica.
- ✓ 1985 — Año de pérdida en la historia de la medicina intervencionista: Dotter, Sones, Judkins y Gruentzig fallecen dentro de los nueve meses uno del otro.
- ✓ 1986 — Se introducen los dispositivos de aterectomía coronaria
- ✓ 1987 — Julio Palmaz (Argentina) reporta el primer uso de stents



- ✓ 1987-1993 — Gran número de nuevos dispositivos son inventados y perfeccionados; algunos como el láser, son menos efectivos que lo esperado; otros aprobados y utilizados alrededor del mundo; estos dispositivos son aterectomía rotacional (Rotablator), ultrasonido intravascular (IVUS) y stents.
- ✓ 1993-1997 — Stents se convierten de utilidad habitual y permiten evitar muchas complicaciones.



- ✓ 1997 — Más de un millón de angioplastias realizadas alrededor del mundo,
- ✓ 2001 — Dos millones de angioplastias alrededor del mundo, con un aumento estimativo del 8% anualmente
- ✓ 2002 — 25º aniversario de la primera angioplastia desarrollada en un paciente despierto.
- ✓ 2002 — Alan Cribier realiza el primer IMPLANTE VALVULAR AORTICO PERCUTANEO (IVAP), o TAVI (transcatheter aortic valve implantation)

Para entender hacia dónde vamos, y comprender que el futuro es inmediato, y que los avances tecnológicos están modificando las formas de diagnóstico y tratamiento, citamos lo expuesto por Julio C Palmaz

Nació en La Plata el 13 de diciembre de 1945. Médico recibido en el año 1971 en la UNLP. En 1973 se casa con su actual y única esposa y con quien decide viajar en 1976 a los Estados Unidos para avanzar, allí, con su perfeccionamiento en el campo de la investigación.

En 1978 empezó a trabajar en la idea del “STENT” para sostener las paredes arteriales y así evitar futuras obstrucciones. En 1985 patentó su modelo de “Stent Expandible” y en 1994 se aprobó su aplicación en los Estados Unidos, aunque ya se había implementado exitosamente en Europa y América Latina.

En la actualidad, el Stent, se utiliza en más de dos millones de intervenciones por año solamente en Norteamérica, número que se eleva a cientos de millones de personas en todo el planeta.

Julio Palmaz es considerado por el médico y escritor estadounidense Stephen Klaidman, como uno de los cuatro contribuyentes más importantes al campo de la cirugía cardiovascular, compartiendo el galardón con otros dos argentinos como Rene Favaloro, quien desarrollo el bypass y Federico Benetti, quien patentó la cirugía mínimamente invasiva del corazón.). Biografía por Carlos Benedetto. <http://ciudadanosilustres.blogspot.com.ar/2010/12/julio-cesar-palmaz-inventor-del-stent.htm>

Predecir el futuro del intervencionismo vascular más allá de 10 años incluye más riesgo de estar completamente equivocado que predecir a corto plazo. Sin embargo mi intuición me dice que el intervencionismo va a estar en plena vigencia en 2020. Si este es el caso, dos importantes avances tecnológicos podrán ser incorporados en nuestro armamentario: uno es la microelectrónica y el otro es la nanotecnología. Las dos tecnologías van a permitir cambios fundamentales en nuestros paradigmas de la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiovascular. La nanotecnología está en la infancia al presente, pero su aplicación en implantes vasculares es irresistiblemente interesante. La microelectrónica va a permitir un cambio de énfasis de nuestra especialidad del tratamiento a la prevención.

....

Los paradigmas de la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiovascular en un futuro no muy lejano pueden cambiar en forma fundamental la práctica médica corriente. Sin embargo, más probable es que la estructura de la cardiología intervencionista basada en la enorme población de profesionales y técnicos que trabajan en miles de laboratorios de cateterismo a través del mundo continúen siendo el frente de ataque más formidable a la enfermedad cardiovascular en el siglo XXI.

CAPITULO 4: NORMAS DE EQUIPAMIENTO Y ACREDITACION DE SALAS DE HEMODINAMIA Y CARDIOANGIOLOGIA INTERVENCIONISTA EN ARGENTINA.

El Colegio Argentino de Cardiólogos Intervencionista: CACI, es una sociedad científica que agrupa a todos los especialistas en Hemodinamia y Cardiología Intervencionista de la República Argentina. Fue creada en 1985 y es avalada por el Ministerio de Salud de la Nación para certificar la especialidad de Hemodinamia y Angiología General.

El CACI como organismo y sociedad científica define sus objetivos, focalizándolos en la tarea de formación y capacitación de los especialistas incluyendo la posibilidad de realizar prácticas en centros prestigiosos del país, la publicación y distribución de la Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista (RACI), la organización de congresos y jornadas científicas, la acreditación de centros de intervencionismo (ver apartado 4.2), los registros de cantidades y la calidad de las prácticas a través de una Oficina de Registros de Procedimientos, Dispositivos y Drogas, y el dictado en conjunto con la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires de la única carrera universitaria de especialistas en Hemodinamia y Angiografía General de América Latina.

RECOMENDACIONES PARA EL EQUIPAMIENTO DE UNA SALA DE HEMODINAMIA

A continuación se realiza un listado de equipamiento necesario sugerido por el CACI separado por ítems y necesidades.

❖ MONITOREO – DATOS ELECTROFISIOLÓGICOS

- Registro Electro Cardiográfico
- Dos canales de presión simultánea
- Sistema de Registro
- Medición de saturación de oxígeno
- Cardiodesfibrilador
- Carro de emergencias
- Marcapaso transitorio y generador

Para intervenciones pediátricas agregar:

- Sistema de determinación de saturación de hemoglobina en sangre con micromuestras
- Sistema de acondicionamiento térmico para trabajo en recién nacidos.
- Mesa de anestesia

Recomendable

- Tiempo de Coagulación Activado (ACT)

❖ EQUIPOS DE RAYOS X

- Equipo emisor de Rayos X con sistema intensificador de imágenes o detector de estado sólido.
- Intensificador de imagen: Campo mínimo de 23 cm.
- Detector de estado sólido bajo norma: Campo mínimo de 20 x20 cm.
- Definición para intensificador de imágenes: 2.5 pares de líneas / mm de salida.
- Cadena de TV recomendable: Salida digital: Matriz 1k x 1k. Salida analógica: Cantidad de líneas horizontales 1249
- El Arco debe tener una arquitectura que permita la realización de proyecciones axial oblicua de 40° y 90° de angulación por electrónica de la unidad.
- Mesa con plano deslizante para procedimientos radiológicos que permita soportar el peso de un paciente obeso y dar seguridad en situaciones de emergencia.
- Tubos de rayos X: metálico y/o cerámico. Doble o triple Foco, con Foco grueso no mayor a 1,2 mm
- Generadores: Radiación pulsada con control automático de Kv. Potencia recomendable: mayor a 80 Kw
- Se recomienda una Fluoroscopia pulsada de al menos 30/15 pulsos por segundo.
- Sistema digital: Monitores de Fluoroscopia, Cine loop, Referencia (opcional)
- Sustracción en tiempo real (para vascular o neurológico)
- Sistema Road Mapping (para vascular o neurológico).
- Velocidad de Adquisición para Cardiología en un rango de 12.5 a 30 imágenes por segundo como mínimo.
- Para periférico y neurointervencionismo como mínimo de 4 a 7 imágenes por segundo.
- Sistema de archivo digital de largo plazo estándar Dicom 3.0.Recomendable
 - Se recomienda cumplir con las disposiciones vigentes de ANMAT

- Sistema de limitación de dosis automático en fluoroscopia, recomendable de mínimo 10 R/min, máximo 20 R/min, a 30 cm del detector, máximo SID y Max KV.

❖ **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

- Ante el avance de la electrónica y el advenimiento de equipamiento con condiciones novedosas y no estipuladas en estas normativas, se procederá a la evaluación del producto final: calidad de imagen, registro y digitalización de la misma, procediéndose a una habilitación transitoria, hasta tanto se confirmen con evidencia la utilidad de dichos equipos.

❖ **ARCHIVO DE IMÁGENES**

- Se realizará en CD, DVD o placa radiográfica según corresponda con un archivo de los mismos bajo norma Dicom 3.0.

El tiempo de archivo de los mismos se ajustará a las reglas legales vigentes.

❖ **INYECTORAS DE CONTRASTE**

- Volumétricas: 1 cm/seg.
- Volumen total mínimo: 100 cm³ con manejo de tiempo en forma independiente

❖ **EQUIPOS DE PROTECCION DE RAYOS X**

- Guardapolvos plomados
- Protectores de tiroides
- Dosímetros de exposición a Rayos X: disponibles para todo el personal expuesto dentro de la Sala de Procedimientos
- Anteojos plomados: para el operador, ayudante técnico y/u otras personas en relación directa con la fuente de Rayos X.

Recomendable:

- Polleras plomadas y mampara de protección radiológica.

De este detalle de equipamiento se desprenden algunas consideraciones a tener en cuenta:

- El espacio físico deberá ser lo suficiente para no entorpecer la manipulación y el guardado de los elementos adicionales propios de la sala,

- Se deberá contar con las instalaciones y requerimientos de funcionamientos para dichos aparatos,
- La flexibilidad de los espacios como característica importante ante la presencia de constantes innovaciones tecnológicas,
- Seguridad radiológica: definir espacios de guardo de los elementos de protección

ACREDITACIÓN DE SALAS: REQUISITOS

La Acreditación de Sala es la certificación que otorga el CACI al Hemodinamista y a la Sala, dejando constancia de estar recertificados de acuerdo a la Resolución Ministerial 433/2001 y 215/2009 con respecto al Título de Especialista.

Esta acreditación sirve tanto a la entidad para poder jerarquizarla, como al asociado, brindándole el apoyo del CACI en lo científico (cursos, becas y base de datos) y en lo legal (en caso de requerirlo).

Requisitos para la Acreditación de un Servicio de Cardiología Intervencionista

1. Carta del Director del Establecimiento Asistencial, donde se pretenda instalar el Servicio de Cardioangiología Intervencionista, autorizando la instalación de dicho servicio y el nombre del Jefe del Servicio a cargo de los Procedimientos Diagnósticos y Terapéuticos.
2. Carta del Jefe del Servicio dirigida al Sr. Presidente del Colegio, solicitando la habilitación del Servicio de Cardioangiología Intervencionista. Quien ejerza la Jefatura del Servicio debe poseer el título de Cardioangiólogo Intervencionista y ser Miembro Titular del Colegio. En dicha nota deberá constar la nómina de Personal Médico y Técnico a su cargo.
3. Carta del Jefe de Cirugía Cardiovascular comprometiéndose, ya sea éste propiamente dicho o alguno de su equipo con facultades suficientes, a realizar un *Stand By* quirúrgico en caso de ser necesario.
4. Características del equipamiento: Angiógrafo, Sistema de registro, Polígrafo, etc.
5. Fotocopia del plano de la sala, o un esquema con las medidas de la misma.
6. Una vez que la Comisión Evaluadora apruebe la carpeta, se le enviará la Inspección correspondiente.

Cantidad de Salas Habilitadas por el CACI en la República Argentina

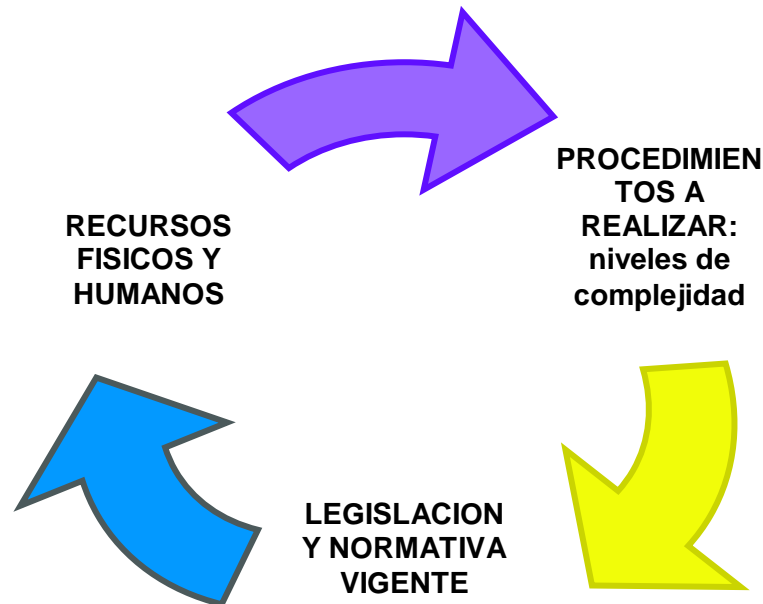


Fuente: Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas

CAPITULO 5: PROYECTO ARQUITECTONICO: UNA SALA DE HEMODINAMIA

Para la ejecución de un proyecto arquitectónico de una Sala de Hemodinamia es fundamental evaluar tres elementos:

- ❖ Recursos físicos y humanos: debemos saber con qué espacio físico contamos para la realización de la sala y sus características: m² disponibles, altura de los locales (en especial de la sala, ya que debe alojar el equipo de fluoroscopia con altura mínima de 3.00m), ubicación dentro del esquema general de la institución y su vinculación con las áreas quirúrgicas y de unidad coronaria, circulaciones técnicas y públicas. Los recursos humanos están en directa relación con los niveles de complejidad a definir.
- ❖ Procedimientos a realizar: según las necesidades de la institución se determinará el nivel de complejidad de la sala y sus procedimientos a realizar, quien a su vez definirá también las áreas de apoyo necesarias variando sus necesidades físicas.
- ❖ Legislación y normativa vigente: definido lo anterior, se cumplirá con la normativa específica tanto en sus aspectos físicos como radiológicos.



A continuación, presentamos un proyecto en la ciudad de Esperanza, provincia de Santa Fe; ciudad de 50.000 habitantes situada a 40 km de la capital provincial y cabecera del departamento Las Colonias, quien recibe todas las consultas y prácticas de la zona. El Sanatorio Esperanza es un centro de atención privada que cuenta con 32 camas de internación general (área recientemente refuncionalizada

y ampliada), siete camas de UTI, tres quirófanos, una sala de partos, servicio de diálisis, servicio de diagnóstico por imágenes, Laboratorio y Guardia.

La iniciativa de los propietarios del Sanatorio surge ante la necesidad de contar con una Sala de Hemodinamia que atienda a los pacientes de la ciudad y alrededores, evitando así su traslado a la ciudad de Santa Fe.

Como punto de partida se realizó un plan maestro del sanatorio, que incluía como uno de los objetivos principales, la ejecución del servicio de Hemodinamia.

Recursos físicos y humanos: el área más propicia para ubicar el servicio de Hemodinamia en la planta general del sanatorio, por su vinculación con quirófanos y UTI, y por la superficie disponible, estaba ocupada por el área de cocina y vestuarios de personal, por lo que, como se mencionó anteriormente, se realizaron varias reformas y modificaciones previas para poder contar con el espacio elegido.

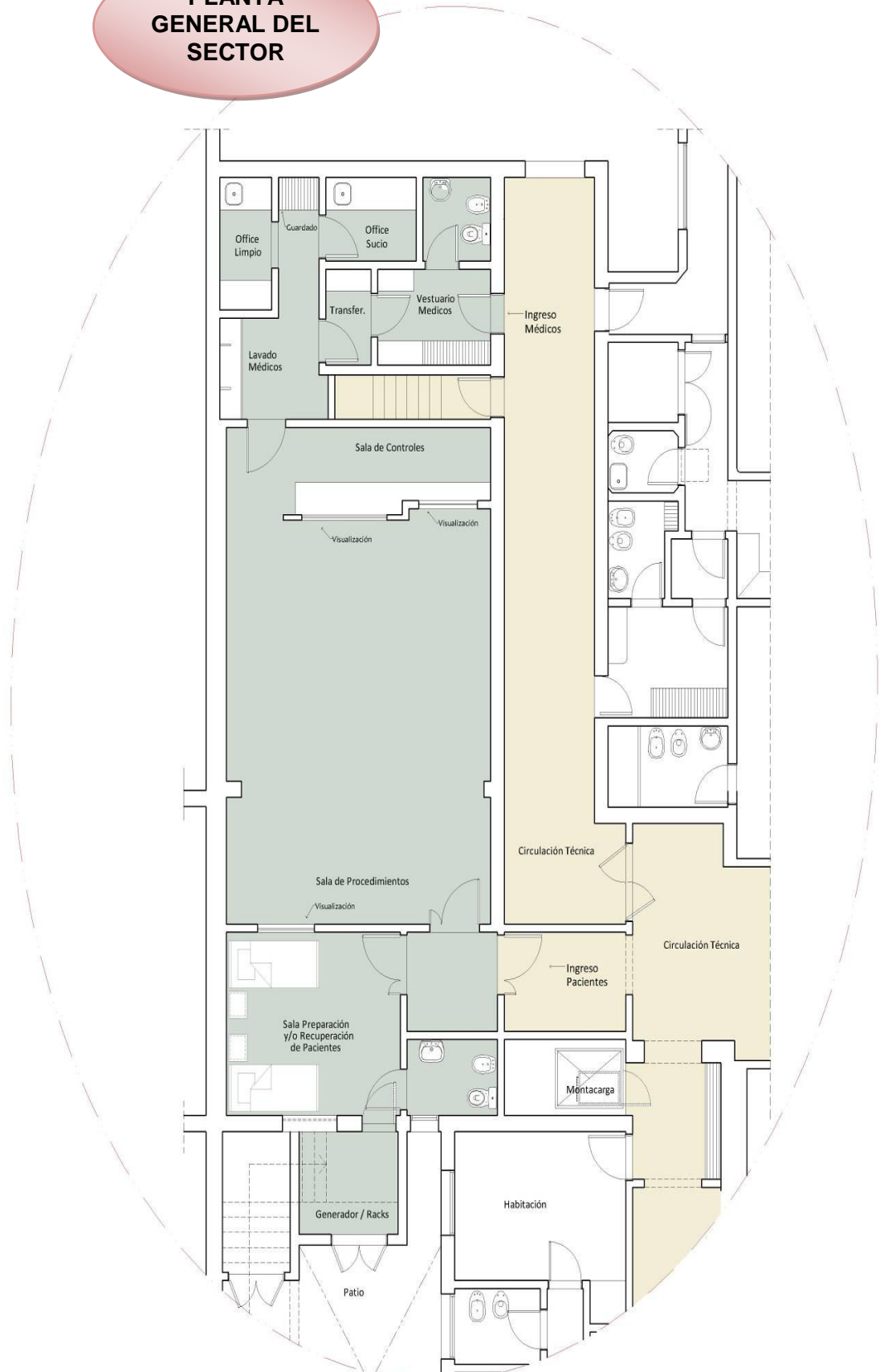
Con respecto a los recursos humanos, desde el directorio del sanatorio se gestó una sociedad con profesionales de la ciudad y de la capital provincial, generando una red de salas provinciales ubicadas estratégicamente.

Procedimientos a realizar: se determinó que sería una sala tipo C, con proyección en un futuro inmediato, a la realización también de cirugías cardiovasculares (por este motivo la estrecha vinculación con áreas quirúrgicas y terapia)

Legislación y normativa vigente: con respecto al proyecto físico-funcional, la provincia de Santa Fe cuenta con la Ley Provincial de Salud que, a través de la Dirección de Auditoría Médica, aprueba, verifica y audita los proyectos y sus ejecuciones. Con respecto a la seguridad radiológica, Radiofísica sanitaria de la provincia hace las mediciones correspondientes, previas consideraciones proyectuales, verificando así las protecciones requeridas.

La apertura de una sala de Hemodinamia requiere de la aprobación de Auditoría Médica provincial y de Radiofísica Sanitaria provincial.

**PLANTA
GENERAL DEL
SECTOR**



La Sala de Procedimientos es el centro del servicio, a la que se accede tanto por circulación técnica, como pública. Se hacen estudios a pacientes ambulatorios como internados, por lo que el acceso público puede ser “caminando” o en “camilla”, lo cual se tomó en cuenta para diseñar las medidas de acceso y de la sala propiamente dicha y no obstaculizar los movimientos que esto genera (Foto 12).

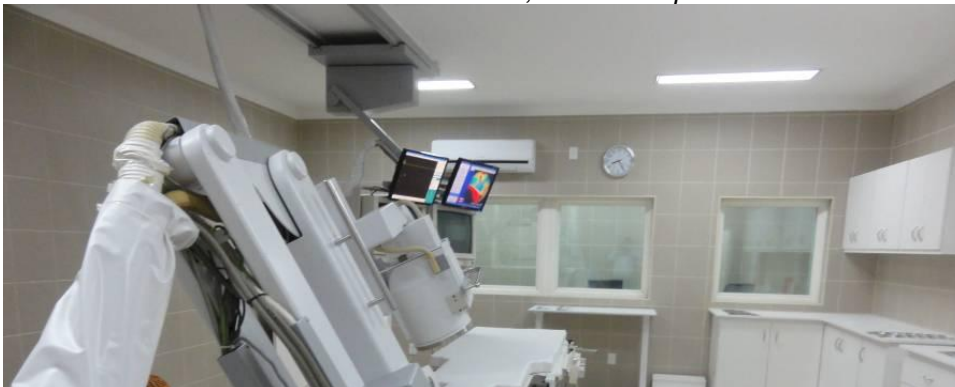
Foto 12: Vista general de la Sala de Procedimientos



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

La sala de controles está plomada completamente, y tiene muy buena visión y acceso a la sala de procedimientos, ya que su vinculación es continua. Su acceso es solamente técnico (Foto 13)

Foto 13: Vista de la sala de control de fondo, con vidrios plomados



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

La sala de procedimientos tiene 40m², medidas necesarias para el equipo de fluoroscopia, el ingreso de camilla y el traslado del paciente a la mesa de trabajo, espacio para el trabajo de varias personas (técnicos, ayudantes, etc.) y también para todo el equipamiento adicional: carros de paro, placares para guardado de material estéril, etc (Foto 14 y 15).

Foto 14 y 15: Sala de procedimientos con variados equipamientos de apoyo

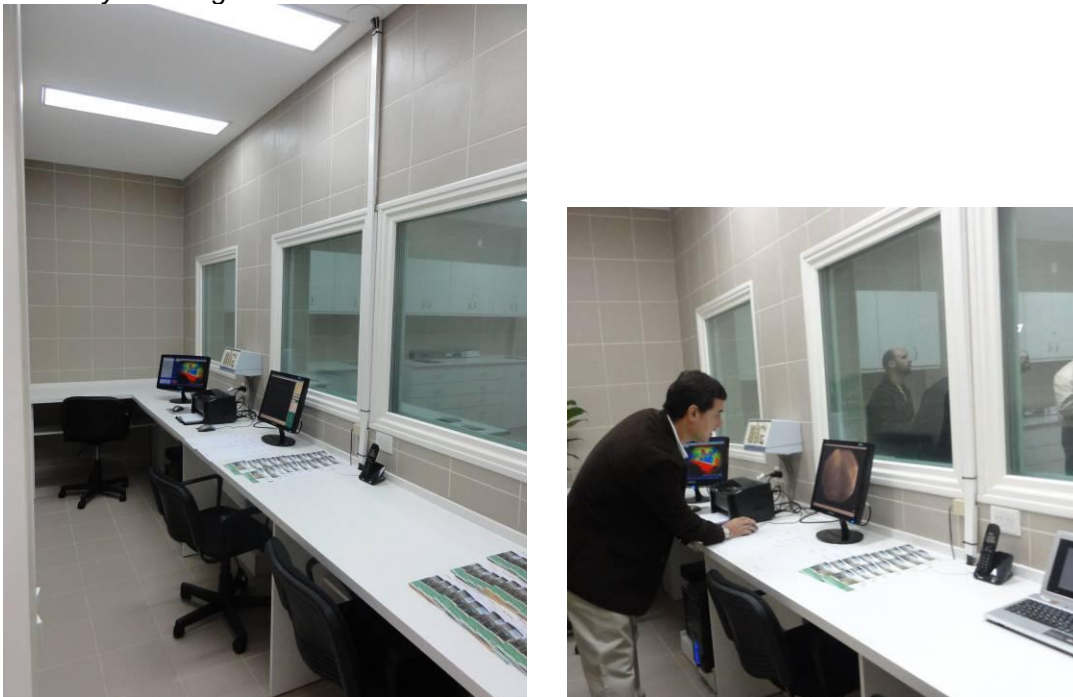


Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

Pisos y paredes están revestidos completamente con porcelanato y zócalos sanitarios. Los encuentros entre cielorrasos y paredes son curvos y sin molduras.

La sala de controles es donde se manipulan las imágenes, tiene mesada de trabajo continua y equipamiento apropiado para computadoras, monitores, etc. (Foto 16 y 17)

Foto 16 y 17: Imágenes de la sala de control



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

Siguiendo con la descripción del área técnica, el paquete de locales es muy similar al del bloque quirúrgico (Foto18 y 19):

Ingreso → vestuarios (con sanitarios) → transferencia → lavado de manos

Foto 18 y 19: Vista de vestuarios con paso a transferencia



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

El lavado de manos está al lado de la puerta de entrada de la sala de procedimientos. Las canillas son accionadas automáticamente mediante sensores de movimiento para evitar cualquier contacto que interfiera con la limpieza de manos. Enfrente de las piletas se encuentran las perchas con los guardapolvos y protecciones plomadas (Foto 20).

Foto 20: Vista del lavado de manos y colgado de guardapolvos plomados, previo al ingreso a la sala



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

Terminando con el bloque técnico, nos queda describir el office limpio y sucio. Este último con dos bachas profundas de acero inoxidable y con boca de vacío. Ambos con mesada de trabajo de granito natural y paredes revestidas completamente con porcelanato lisos y blancos (Foto 21 y 22).

También, dentro del bloque técnico, hay un placard sólo para el guardado de las imágenes procesadas.

Foto 21 y 22: Imágenes de los dos office



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

Por último, la sala de preparación y/o recuperación de pacientes con sanitario propio, bocas de gases, eléctricas, llamadores y monitores portátiles. Además, tiene vinculación visual directa con el personal sanitario (Foto 23).

Foto 23: Vista de la sala de recuperación, con panel de cabecera y visualización directa desde la sala de procedimientos.



Fuente: Estudio de Arquitectura Basano-Allin-Enrico

El proyecto general del sanatorio, que abarca su plan maestro y desarrollo de todas las etapas hasta la ejecución del servicio de Cardiología Intervencionista, fue realizado por el estudio de Arquitectura de la ciudad de Rafaela, al que pertenezco. Los profesionales intervinientes son: Ing. Daniel Basano, Arq. Raúl Enrico y Arq. María Evangelina Allín.

Los trabajos en el Sanatorio Esperanza comenzaron con tareas de proyecto en el año 2008, y la Sala de Hemodinamia fue inaugurada en el año 2011.

CONCLUSIONES

Para poder diseñar recursos físicos en salud, debemos conocer el marco teórico y científico de las prácticas a realizar, para poder brindar una respuesta clara a las necesidades requeridas.

Las prácticas en Cardiología Intervencionista tienen distintos grados de complejidad, lo que requiere distintas necesidades y áreas de apoyo según el tipo de institución y el servicio que se quiera brindar.

El equipo de fluoroscopia es el eje del servicio, y es necesario saber que, cualquiera sea su tipología y características, consta de tres elementos básicos: tablero, generador y tubo de rayos X. Este equipo, a través de los receptores de imagen, dispone las imágenes que serán visualizadas en los monitores. La otra pieza indispensable es el material usado para la monitorización del paciente, pudiendo de esta forma, grabar todos los eventos producidos en la intervención. Las imágenes obtenidas son el resultado visible, y conforman el archivo del servicio, por lo que debemos saber que existen normas internacionales universales de lenguaje informático entre los equipos de imagen y los distintos usuarios (DICOM).

Todo este contexto científico, se concreta y ejecuta en un espacio físico que deberá tener características apropiadas de tipo constructiva, funcional, ambiental y de normativas legales.

En el aspecto normativo, un capítulo aparte merece la protección radiológica. Como síntesis, decimos que hay organismos internacionales y nacionales que establecen normas de seguridad y generan recomendaciones. La protección radiológica se ocupa de tres figuras: el paciente, el personal sanitario y la institución propiamente dicha. Se requiere de la autorización y aprobación del organismo competente en seguridad radiológica.

A través de un repaso por hechos históricos que marcaron y modificaron la historia de la Cardiología Intervencionista, notamos la importancia de cada suceso influyendo y potenciando los descubrimientos posteriores. Esto se hace más notorio y acelerado en los últimos 10 años, lo que nos hace presuponer escenarios de constantes innovaciones y descubrimientos en el campo científico, y en especial en medicina intervencionista.

En Argentina, el Colegio Argentino de Cardiólogos Intervencionistas (CACI) agrupa a todos los especialistas en Hemodinamia y Angiología general regulando la especialidad, formando y capacitando a los profesionales; además

propone recomendaciones de equipamiento para salas de procedimiento, y acredita salas en todo el país.

El proyecto arquitectónico de una sala de Hemodinamia, implica conocer y definir tres parámetros: recursos físicos y humanos, procedimientos a realizar y normativas vigentes. Estos elementos confrontados con la realidad existente nos definen la viabilidad o no de nuestro proyecto.

Las enfermedades cardiovasculares, según la OMS, representan hoy la principal causa de muerte en todo el mundo.

La Cardiología Intervencionista tiene por delante un gran desafío, y nosotros como arquitectos, debemos hacer que los recursos físicos estén a la altura de los acontecimientos y ser lo suficientemente flexibles para acompañar las necesidades y requerimientos de un flujo constante y continuo de innovaciones médicas y tecnológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Balter S. (1999). Radiation safety in the cardiac catheterization laboratory: basic principles. *Catheterization and cardiovascular interventions* (47-2), 229-236. New York: Society for Cardiac Angiography & Interventions.
- Cherro, A., Fernández Pereira, C., Torresani, E., Mauro D. O., Ingino, C. A., Álvarez, J. A., Borracci, R., Allin, J., Miceli, M. A., Sarmiento, R. (2012). Resultados hospitalarios y factores asociados con morbimortalidad del Registro Argentino de Angioplastia Coronaria. *Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista en línea* (3-2), p.87. Buenos Aires: Colegio Argentino de Cardioangiología Intervencionista.
- Den Boer, A., de Feijter, P. J., Serruys, P. W., Roelandt, J. R. (2001). Real time quantification and display of skin radiation during coronary angiography and intervention. *Circulation* (104), 1779-84. Dallas: American Heart Association.
- Descalzo, Amalia M. E. (2011). Programa de actualización en Cardiología intervencionista 2011. UBA-CACI. Buenos Aires.
- Leguizamón, J. (2011). *Se presentó la primera Sala Híbrida de la Argentina*. Anuario 2011 de la Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria, Sección específica, 112-114. Buenos Aires: AADAIH
- Limacher, M., et al (1998). Radiation safety in the practice of cardiology. Expert consensus document. *Journal of the American College of Cardiology* (31-4), 892-913. San Diego: Editorial Office for the JACC.
- Miller, D., Balter, S., Wagner, L., Cardella, J., Clark, T., Neithamer Jr, Schwartzberg, M., Swan, T., Towbin, R., Rholl, K., Sacks, D. (2004). Quality improvement guidelines for recording patient radiation dose in the medical record. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* (15-5), 423-429. Virginia-US: Society of Interventional Radiology.
- Ministerio de Salud (Msal), Argentina. (2001). *Guía de procedimientos de cardiología intervencionista*, Resolución 434/2001. Programa Nacional de Garantía de la Calidad de la Atención Médica. Recuperado de: http://www.msal.gov.ar/pngcam/resoluciones/434_2001.pdf
- Moreira, J. M., González, I. C. (2008). *Manual de Hemodinámica e intervencionismo coronario*. Boston Scientific Corporation.

Moris de la Tassa, C., Cequier Fillat, A., Moreu Burgos, J., Pérez Hernández, H., Aguirre Salcedo, J.M. (2001). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre requerimientos y equipamiento en hemodinámica y cardiología intervencionista. *Revista Española de Cardiología* (54-6). Recuperado de: <http://www.revespcardiol.org/es/guias-practica-clinica-sociedad-espanola/articulo/13013867/>

Pitney, M. R., Allan, R. M., Giles, R. W., McLean, D., McCredie, M., Randell, T., Walsh, W. F. (1994). Modifying fluoroscopy views reduces operator radiation exposure during coronary angioplasty. *Journal of the American College of Cardiology* (24-7), 1660-3. New York: Elsevier Biomedical.

LINKS

Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas. Link www.caci.org.ar

Ministerio de Salud (Msal), Argentina. Link www.msal.gov.ar