



EL MANEJO DEL DOLOR

JUNTOS... EN UN VIAJE
A TRAVÉS DEL TIEMPO

FASCÍCULO 3. DOLOR - DISPOSITIVOS Y EQUIPOS

EL MANEJO DEL DOLOR

JUNTOS... EN UN VIAJE A TRAVÉS DEL TIEMPO

FASCÍCULO 3.

Dolor - Dispositivos y Equipos

Dra. Brigitte Martineau

Desde el comienzo de los tiempos el hombre ha experimentado traumatismos y heridas dolorosas, por lo que buscó mecanismos de alivio de dolor, ya sea por medios físicos como el frío o el calor local, el uso de hierbas medicinales y emplastos; pero fue su ingenio y capacidad de observación que fue capaz de crear y diseñar dispositivos para mejorar a través del tiempo la forma de tratar el dolor.

AGUJA HIPODÉRMICA

La invención de la aguja hipodérmica como la conocemos hoy inició con la creatividad de hombre desde la antigüedad, el hombre primitivo fue el primero en entender que a través de un pinchazo, como sucedía con la mordedura de serpiente o la picadura de un insecto se podía introducir en el organismo una sustancia.

Desde entonces varias culturas dejaron evidencia del uso primitivo a algo que se asemejara a una aguja como por ejemplo, los egipcios tuvieron gran experiencia en los embalsamientos. (1)



Galeno utilizaba una pluma en las inyecciones de sustancias en el cerebro.

Leonardo Da Vinci utilizaba instrumentos de cánulas y tubos para sus preparaciones anatómicas de las cavidades humanas con cera líquida. El cirujano árabe Ammar Ali alMawslí utilizó un tubo de vidrio hueco para remover y succionar las cataratas en el año 1230.(3)

Cristofer Wren en 1657, inventó un instrumento formado por una pluma de ave y una vejiga de animal para administrar medicación, experimentó en un perro primero y luego lo utilizó para administrar opio.

En el siglo XIX, la aguja hipodérmica fue creada y modificada al mismo tiempo por varias personas. Un médico francés Charles Gabriel Pravaz en 1851 fue quien popularizó el uso de las mismas y fue quien diseñó una jeringa con pistón. En 1853, Alexander Wood, un médico de Edimburgo, fabricó la aguja hipodérmica, la utilizó para inyectar morfina a su esposa quien sufría de cáncer incurable. El invento fue posible ya que el irlandés Francis Rynd en 1844 inventó la aguja hueca.

William Fergunson (1808-1873) simplificó el diseño de la jeringa y luego el fabricante Luer la industrializó con una forma similar a las usadas en la actualidad. Estas jeringas fueron hechas de metal, luego pasaron a ser de cristal, pero a pesar de los avances, seguían ocasionando infección. En 1956 a manos de un veterinario Colin Murcdoch inventa la primera jeringa desechable, era de un solo uso cargada con vacuna para suministrar a los animales. (1)

Finalmente, un ingeniero e inventor español Manuel Jalón Coromas en la década de los 70 desarrolla el concepto de la aguja hipodérmica desechable con jeringa. El nuevo modelo era de plástico, tenía paredes finas y no se atascaba, está brillante idea revolucionó el mercado. (2,3)



Evolución de las agujas y catéteres peridurales

La primera intención de colocar una anestesia peridural fue en 1901 Jean-Anthanase Sicard and Fernand Cathelin.

El radiólogo Jean-Anthanase Sicard (4) describió la inyección de soluciones diluídas de cocaína a través del hiato sacro para tratar a sus pacientes que sufrían de dolor severo e intratable lumbar o ciatalgia.

Veinte años después, en 1921, un cirujano español Fidel Page's describió la anestesia peridural con acceso lumbar. (5) Su idea que no tuvo mayor impresión en ese momento y solamente resurrecta cuando en 1933 un cirujano italiano Mario Dogliotti (6), realizó una cirugía abdominal con inyección única peridural lumbar.

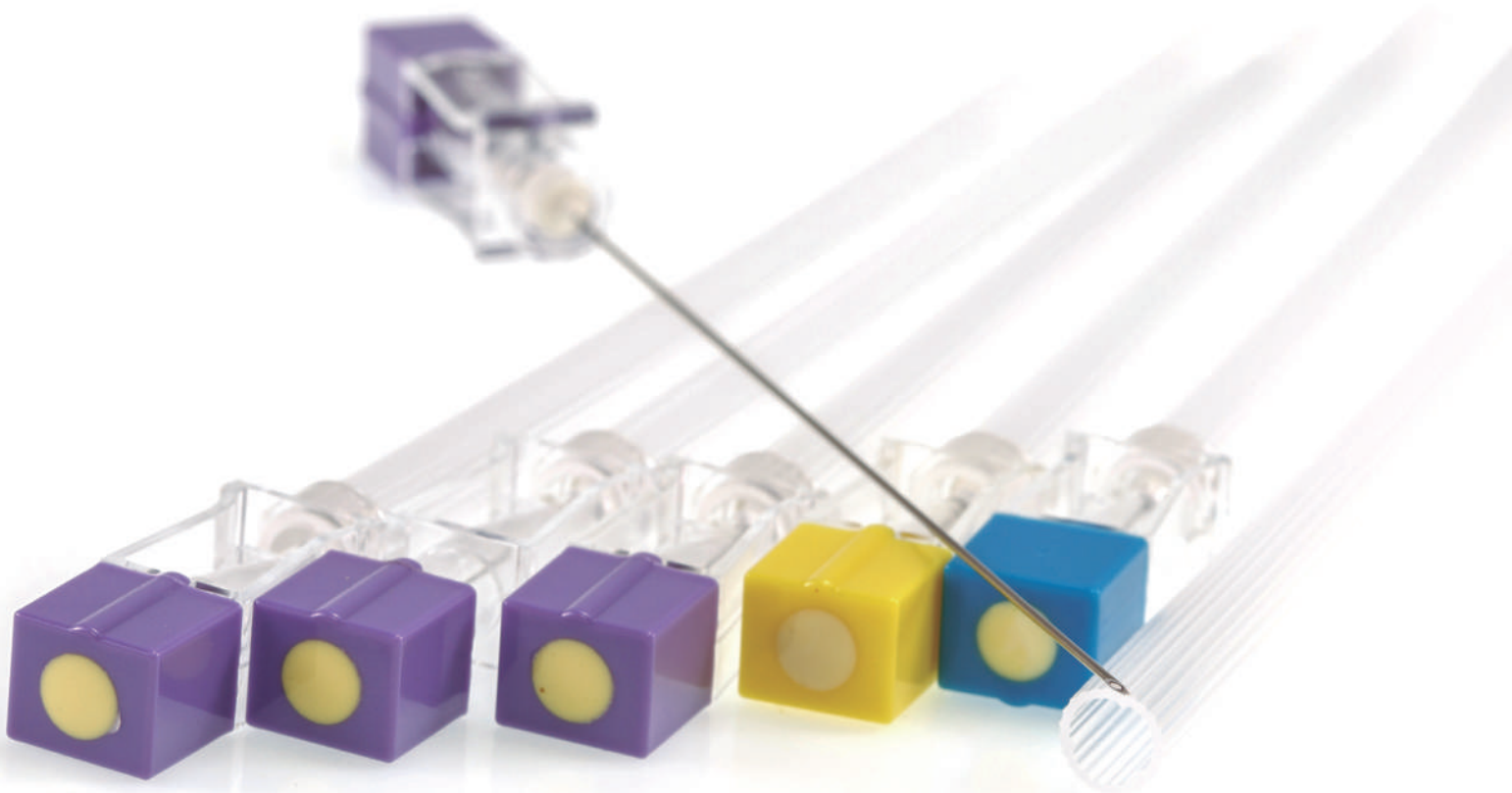
In 1931, Aburel (7) inyectó cincocaína través de un catéter ureteral de seda para bloquear el plexo lumbosacro en una mujer en labor.

Mientras tanto en los Estados Unidos, Hingson y Edwards (8) demostraron el potencial de la anestesia peridural continua vía caudal en 33 pacientes en labor en 1942.

Dos años más tarde, en 1944, Hingson (9) publicó un segundo artículo en colaboración con James Southworth. Describieron la técnica de anestesia peridural continua lumbar. Esta vez Higson no utilizó una aguja maleable como lo hizo en las pacientes en labor, usó una aguja espinal de Baker 15 gauge (Fig. 1), con un catéter ureteral de seda pero



no en el espacio peridural. Una técnica que no arrojó buenos resultados e incluso el propio autor declaró que la técnica era impráctica. Esta dificultad técnica fue resuelta años más tarde por el cubano Manuel Martínez Cubelo después de su visita en 1947 a la Clínica Mayo para observar a Touhy realizar la técnica de anestesia espinal continua.



La Aguja Touhy

Edward B. Touhy era un prominente anesthesiólogo que trabajaba en la Clínica Mayo, quien conocía muy bien los trabajos de Paget y Dogliotti, pero él estaba más interesado en la anestesia espinal continua. Para lograrlo utilizó inicialmente una aguja Baker 15 gauge y un catéter de seda No. 4 (Fig. 1) (10). Más tarde hizo un cambio significativo a la técnica cuando reemplazo la aguja puntiaguda de Baker por una aguja diseñada por Ralph L. Huber (1890 –1953).

La aguja de Huber tenía una desviación en la punta que permitía al anesthesiólogo dirigir el catéter mientras sale de su punta.

Huber era un dentista conocido principalmente por desarrollar la aguja hipodérmica. La punta larga curvada fue diseñada para disminuir el dolor a la inyección y disminuir el riesgo de depositar restos de piel en los tejidos subyacentes. (11). A pesar de que Huber creó esta aguja con la intención de hacer inyecciones intravenosas y en tejido, Touhy reconoció que la aguja con desviación en la punta podía facilitar la colocación de los catéteres espinales (10) y añadió un estilete a la aguja para evitar el taponamiento de la aguja con residuos de piel.

Pero fue Curbelo, quien se dio cuenta de que la aguja con direccionalidad en la punta podía facilitar la colocación de los catéteres epidurales.

En 1949, dos años después de su visita a la Clínica Mayo publicó un artículo (12) describiendo como usaba la aguja Touhy 16 gauge con un catéter ureteral de seda 3.5 Fr.

Hubo otras modificaciones a la aguja, pero el más significativo fue el de Charles Flowers, de la Universidad John Hopkins, quien hizo la punta de la aguja de Touhy roma y que el estilete sobresalga a la punta con el objetivo de prevenir la perforación de la dura. Su diseño no funcionó, el estilete se doblaba y no se lo podía retirar para colocar el catéter, sin embargo, la idea de una punta roma si prosiguió en las mejoras de la aguja en el futuro.

La aguja de Hustead

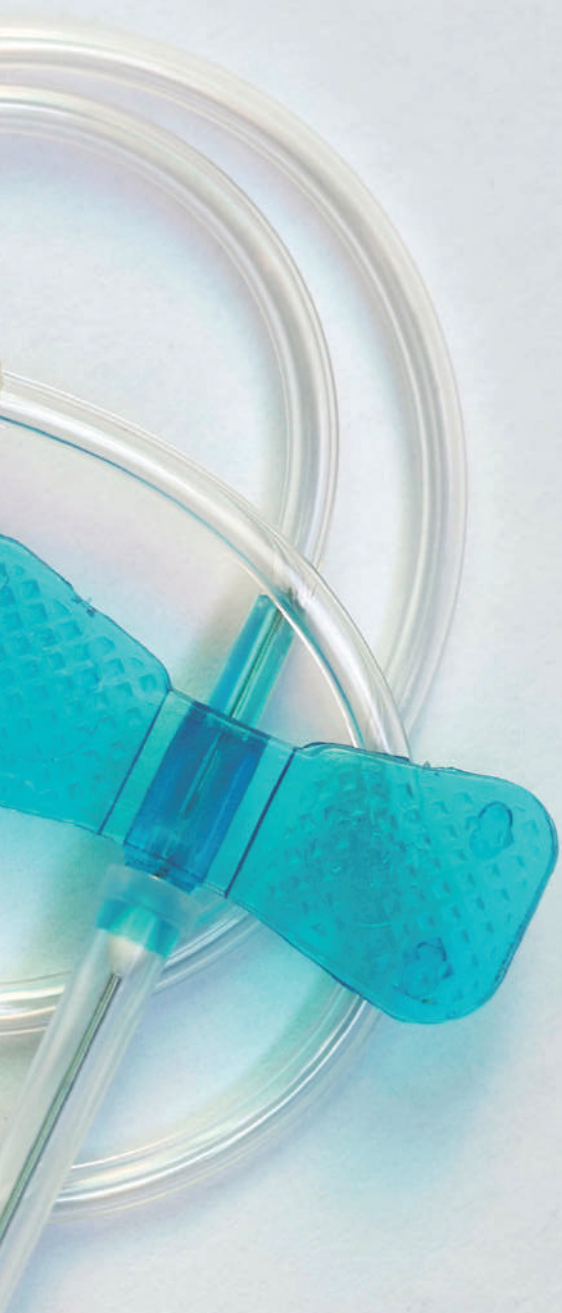
Robert Hustead durante su residencia de anestesiología en la Universidad de Yale (1952-1954), hizo sus propias modificaciones a la aguja de Touhy, eliminó la punta aguda de la aguja, cambió el ángulo de la punta de la aguja resultando en una aguja con una apertura de aproximadamente 2.7 mm de largo, con un ángulo de 12-15°.

Adicionalmente suavizó el borde de la aguja para disminuir el atrapamiento o cortar el catéter, al ser retirado de la aguja. (13) Fue solamente hasta 1965 que logró encontrar un fabricante que podía producir las agujas según sus especificaciones.

La aguja de Crawford

O. B. Crawford prefería una aguja con la punta recta, para su propósito desarrollo la aguja epidural tipo Quinke con un bisel extremadamente corto y bien romo (Fig. 1)





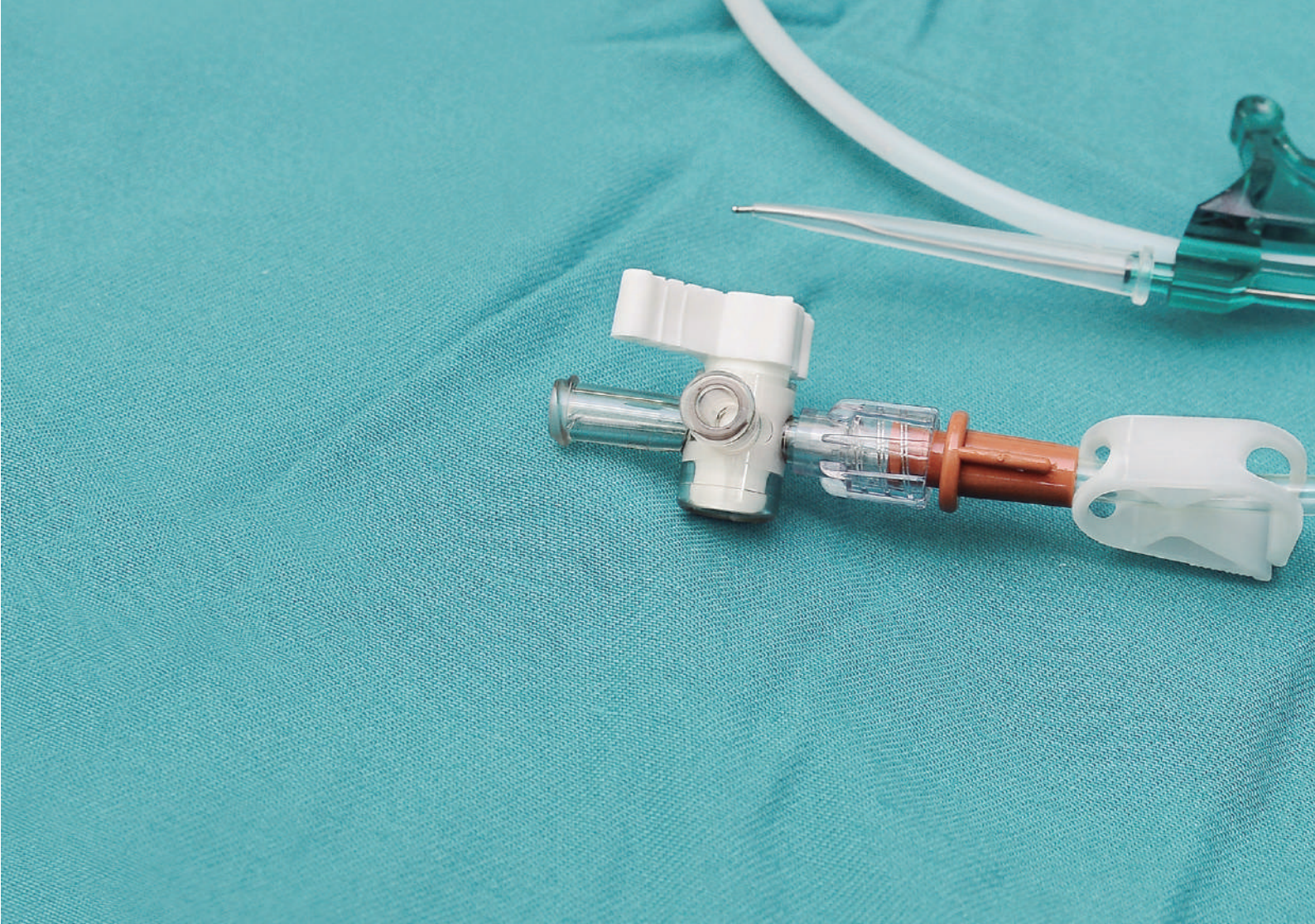
La aguja de Weiss

Wiess desafiló la punta de la aguja y añadió alas a la aguja para facilitar su uso con ambas manos. Este diseño de aguja fue preferido por los anestesiólogos que usaban la técnica de pérdida de resistencia.

La aguja Sprotte Spezial

El último cambio significativo en el diseño de las agujas fue realizado por un alemán, Jurgen Sprotte, quien exitosamente implementó la técnica de catéter continuo en combinación con una aguja de punta de lápiz. En 1979 desarrolló una aguja para anestesia espinal que consistía un cambio geométrico de la punta, punta redondeada la misma minimizaría el daño de tejido tisular de la dura atravesando las fibras en vez de cortarlas. En 1979 experimentó con su aguja para que sea útil a nivel peridural, añadió una cuña plástica en el interior de la punta de la aguja que dirigiría al catéter peridural por su orificio lateral.(14)

Muchas otras agujas epidurales han sido diseñadas, pero por una razón u otra han recibido menos atención.

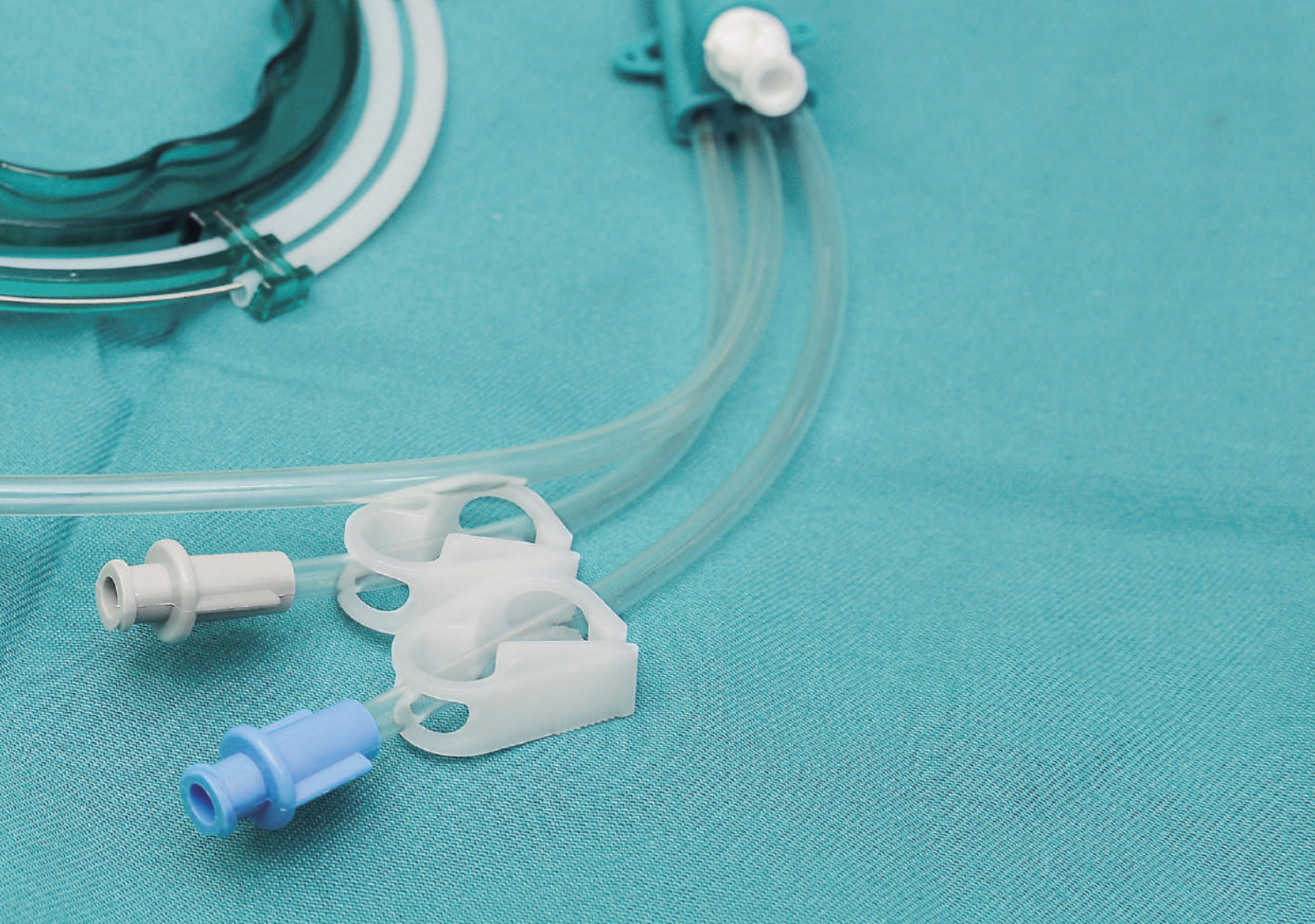


La evolución de los catéteres peridurales

Los primeros avances técnicos en los primeros años de la anestesia epidural fue disminuir el tamaño del catéter. Touhy en 1944 usó un catéter de seda para la anestesia espinal continua con una aguja Baker 15 gauge y el catéter de 4 F. Algunos años más tarde en 1949, Cubelo sugirió el uso de una aguja Touhy 16 gauge con un catéter de seda 3.5 F.

Estos catéteres de seda lacadas debían ser hervidos para evitar el daño por el calor, por lo que la esterilización era difícil y las infecciones eran frecuentes (15).

El uso de los catéteres de plástico fueron descritos por primera vez por Flowers et al. en 1949. El primero fue hecho de polietileno, luego fue reemplazado por cloruro de polivinilo que era similar a los catéteres de seda lacadas y resistentes a la esterilización. Los polímeros más recientes utilizados son el nylon, el teflón, el poliureterano y la silicona. El uso de estos productos permiten al fabricante hacer catéteres delgados que no se doblen. (16).



La evolución de las agujas espinales

La historia del desarrollo de agujas espinales y en particular de la punta de la aguja espinal, comenzaba con la comprensión de la anatomía y fisiología del sistema nervioso central que pertenecía a la momento de la introducción de la anestesia espinal. Esto era seguido por el desarrollo de nuevos equipos y técnicas.

La primera anestesia espinal fue administrada accidentalmente por J. Leonard Corning, un neurólogo de New York (17). En 1885, estaba experimentando con la acción de cocaína en los nervios espinales de un perro cuando rompió accidentalmente la duramadre entre dos lumbares vértebras, causando parálisis de los cuartos traseros, y por lo tanto, inadvertidamente realizó la primera anestesia espinal.

Corning desarrolló su propia aguja espinal e introductor. La aguja estaba hecha de oro o "Platina". La cánula era flexible, con un tope de aguja.

y un tornillo de fijación para fijar la aguja a la profundidad correcta una vez que se ha entrado en el espacio subaracnoideo. La punta de la aguja se basó en la aguja hipodérmica desarrollada por Wood en 1853. Era afilada, con un corto bisel de corte. El introductor era corto, con un mango en ángulo recto.

En 1891, Quincke publicó un artículo describiendo una técnica estandarizada de punción lumbar para la liberación de líquido cefalorraquídeo (LCR) para enfermedades asociadas con aumento de la presión intracraneal (18). Usó una aguja de que es difícil encontrar una descripción, excepto que fue una aguja hueca, afilada y biselada.

En 1899, Augustus Karl Gustav Bier publicó seis informes de casos de cirugía en las extremidades inferiores debajo de la columna anestesia con cocaína (19). La aguja utilizada fue descrita como una aguja de Quincke. El trabajo de Bier provocó una sensación en el mundo médico, con una aceptación generalizada de la técnica para la cirugía, aunque el propio Bier todavía tenía reservas. En 1898 entre su asistente y él, practicaron hacerse una anestesia espinal, mientras la técnica de Bier fue un éxito, la de su asistente no fue lo esperado y experimentó todas las posibles complicaciones de una anestesia espinal incluyen bloqueo fallido y cefalea post punción. Con el tiempo, desarrolló su propia aguja. Sintió que el uso de presentadores y dilatadores para la inserción de las agujas más finas previamente utilizado era engorroso, y diseñó un agujero más grande aguja que no necesitaba introductor. La aguja espinal de Bier era de 15G o 17G, con un bisel de corte largo



y puntiagudo.

Barker fue el próximo pionero en el diseño de agujas. En 1907, él modificó la aguja de Bier, acortando la punta y luego añadió un estilete como que sobresalía la aguja para evitar daño de los tejidos subdurales. En una fecha posterior desconocida, Barker (20) diseñó una aguja sin la cánula interior, conocida como la aguja de Barker.

Esta aguja de 18G o 19G tenía un bisel afilado de longitud media y un estilete con un bisel a juego y era manufacturado de níquel para evitar la corrosión.

Ya en 1898, Sicard se dio cuenta de que la causa de la cefalea post punción fue la pérdida de LCR a través de desgarros durales (21). En 1914, Ravaut recomendó el uso de agujas más finas para limitar el tamaño de el desgarro dural. En 1914, Babcock (22) describió una aguja que estaba más cerca en diseño de la aguja de Corning original pero con una cánula más fina para limitar la incidencia de CPPD . Tenía un bisel afilado de longitud media con un estilete a juego. Estaba hecho de platino u oro iridizado. y tenía 20G de diámetro conocido como la aguja Quinke-Babcock.

En 1920, Gastón Labat un médico francés,(23) diseñó una aguja espinal hecha de níquel irrompible. Era una cánula de calibre medio con un corto, bisel afilado y estilete a juego, con la punta rectificada para coincidir con el bisel de la cánula.

En 1922, Hoyt (24) propuso el uso de una técnica de dos agujas con una aguja exterior de mayor calibre que se utiliza para la penetración de los tejidos externos y una aguja interna más fina para la penetración de la duramadre y aracnoides.



Esto fue un regreso a los principios de la aguja Corning más fina con un introductor, que había sido reemplazado por la de Bier que era una aguja más grande. La aguja exterior utilizada por Hoyt fue una modificación de la aguja Bier con un bisel de corte largo. El uso de las agujas Hoyt se asoció con una incidencia mucho menor de CPPD que otras agujas en uso de ese momento.

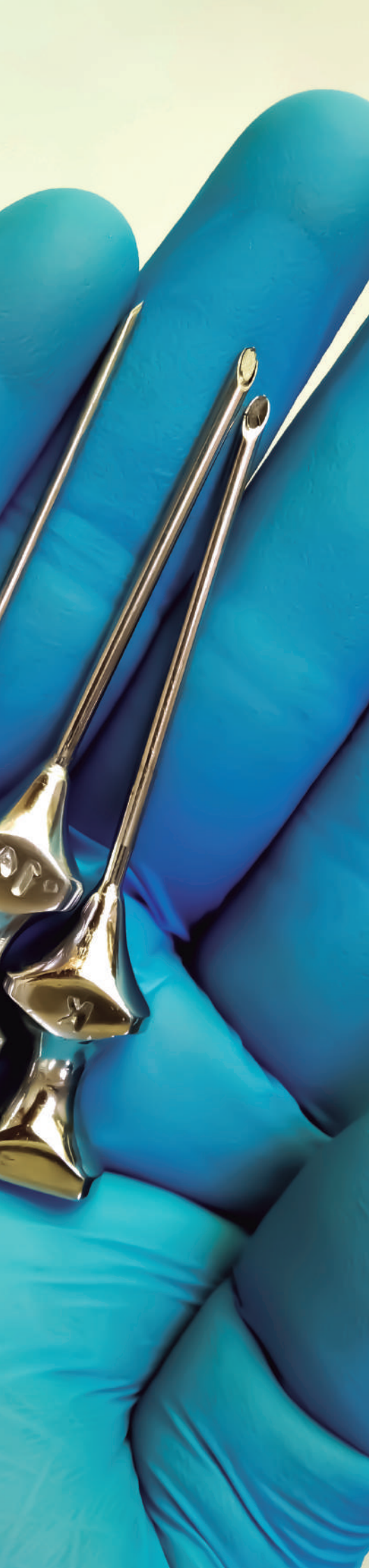
Entre 1923- 1926, Herbert Merton Greene (25) inició estudios cambiando la forma de la punta de la aguja, tomó agujas regulares puntiagudas 23G y redondeó la punta, notando una disminución de la incidencia de la CPPD en 4 %. La aguja de Greene tenía un tamaño de entre 20G y 26G. La punta era un bisel redondeado, no cortante, de tamaño medio con un estilete ajustado, biselado y a juego. El bisel redondeado provoca un orificio de punción dural más pequeño con separación de las fibras en lugar de cortarlas.

Hubo más propuestas en el diseño de la punta de la aguja como también en la disminución del calibre de la aguja con el fin de evitar cortar las fibras de la dura y evitar la cefalea post punción.

En 1944, Rovenstine diseñó una aguja de 19G o 20G, tenía una punta cerrada, biselada corta con un orificio lateral a 2 mm del extremo distal de la aguja. El estilete ajustado tenía un bisel a juego que ocluyó el orificio cuando estaba sentado. El orificio lateral debería controlar la extensión del anestésico local (26).

En 1951, (27) Hart y Whitacre se asocian comúnmente con el diseño del primer orificio lateral cerrado, la aguja de punta





de lápiz. Su diseño consistía de una aguja de calibre 20 con un extremo sólido dibujado a la punta similar a la forma de un lápiz finamente afilado. La abertura está a un lado de la aguja, proximal a la punta sólida. La aguja original era en realidad una punta cónica sólida unida a una cánula hueca, con el orificio inmediatamente proximal a la punta.

En los años de 1960 y 1970, continuaron con las modificaciones de las agujas espinales, básicamente disminuyendo su calibre y cambiaron tanto el tipo de la punta de la aguja como el sitio del orificio de la aguja, así como también empezaron a fabricarse las agujas espinales desechables.

En 2000, con el auge del uso del ultrasonido para guiar los diferentes procedimientos, un grupo de radiólogos intervencionistas se dieron cuenta que el brillo de las agujas que tenían se perdían en ciertos ángulos y distancias más profundas. Al reconocer este problema los fabricantes de agujas modificaron las agujas para ser visualizadas con el eco, dentro de las modificaciones realizadas se investigó cambiando la textura de la aguja, haciendo hoyuelos, añadiendo un rayado rugoso, las guías de alambre y el recubrimiento de polímero y teflón (28).



Evolución de las bombas de infusión

El primer registro de la intención de administrar medicamentos vía intravenosa data desde 1492, pero este método realmente gana su momento en el siglo 17. El primer dispositivo de infusión IV fue creada por el arquitecto Christopher Wren en 1658. Desafortunadamente los resultados no fueron buenos y esta práctica fue prohibida por mucho tiempo.

Una vez que las restricciones fueron levantadas, rápidamente iniciaron los estudios sobre la técnica llegando a la conclusión de que se requería procesos de infusión lenta, concientización y prevención de embolismo aéreo y evitar sobrecarga líquida.

A inicios del siglo XIX, se inventaron los primeros prototipos de bombas de infusión para ayudar en el control de la velocidad de flujo durante el procedimiento intravenoso.

Durante el siglo XX, se hicieron grandes avances: la tubería de goma fue reemplazada por plástico y los envases de vidrio se procesaron al vacío y estos mismos fueron reemplazados por fundas plásticas en 1950. La primera bomba de infusión comercializada fue por la empresa Sigmamotor, que regula y controla el tiempo, volumen y dosis.

En 1970, Dean Kamen creó la bomba de infusión portátil, con dosis precisas a intervalos regulares cronometrados automáticamente. Gracias a la bioingeniería se fabricaron



diferentes tipos de bombas de infusión en la que no solamente se controlaba el flujo de infusión, sino también ya se puede calcular las dosis según peso y talla, e inclusive ser controlados por los pacientes.

A finales de los años de 1990, se empieza a observar publicaciones acerca del uso de bombas elastoméricas para tratar a los pacientes oncológicos en casa y evitar de alguna manera el error humano.

Este tipo de bombas están compuestas por un balón elastomérico dentro de un contenedor rígido y transparente con una escala medidora (permite controlar su vaciado) y una línea de infusión luer-lock. La retracción de este balón va liberando de manera continua y a un flujo constante el fármaco. No funciona por gravedad sino por un regulador del ritmo que está situado en el extremo proximal del paciente y que debe estar en contacto con la piel. Los infusores tienen una única vía de entrada y otra de salida y no se puede modificar la dosis. No necesitan pilas ni corriente eléctrica. (29)

Las bombas elastoméricas han encontrado indicaciones variadas para su uso como la analgesia post operatoria, infusión de medicamentos tanto subcutáneos como intravenosos en cuidados paliativos no oncológicos.

Bombas de infusión intratecales.

Las bombas de infusión intratecales se desarrollaron después de que varios estudios demostraron la efectividad de tratar el dolor crónico colocando morfina directamente en el espacio intratecal. Esto se inició en 1976 con Yaksh y Rudy en estudios con animales. En 1980 Rico et al (30) y Leavens (31) reportaron resultados satisfactorios analgésicos con efectos secundarios mínimos en pacientes con cáncer que recibieron bolos de morfina IV. En 1985 se extendieron estos estudios a pacientes con dolor no maligno. Este rápido advenimiento de la terapia analgésica intratecal requería de una tecnología que provea de infusión continua prolongada, a niveles constantes para maximizar el efecto y limitar los efectos secundarios. Para 1991, se logró implantar la primera bomba programable aprobada por la FDA fabricada por Medtronic, SynchroMed.(32)



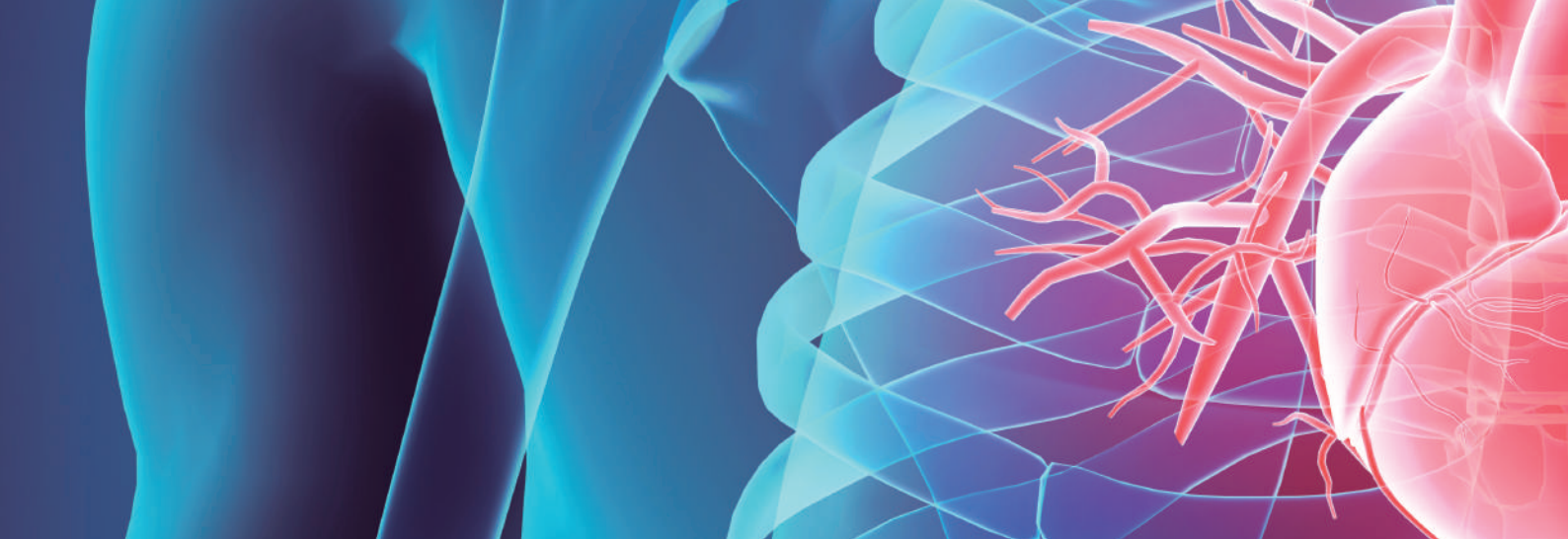


Evolución de la Radiofrecuencia

La historia del desarrollo de la cirugía por radiofrecuencia se remonta a Hipócrates, un médico griego de la antigüedad, que utilizó un hierro al rojo vivo, el llamado *ferrum candens*, para detener el flujo de sangre (hemostasia) durante las amputaciones alrededor del 400 a. C.

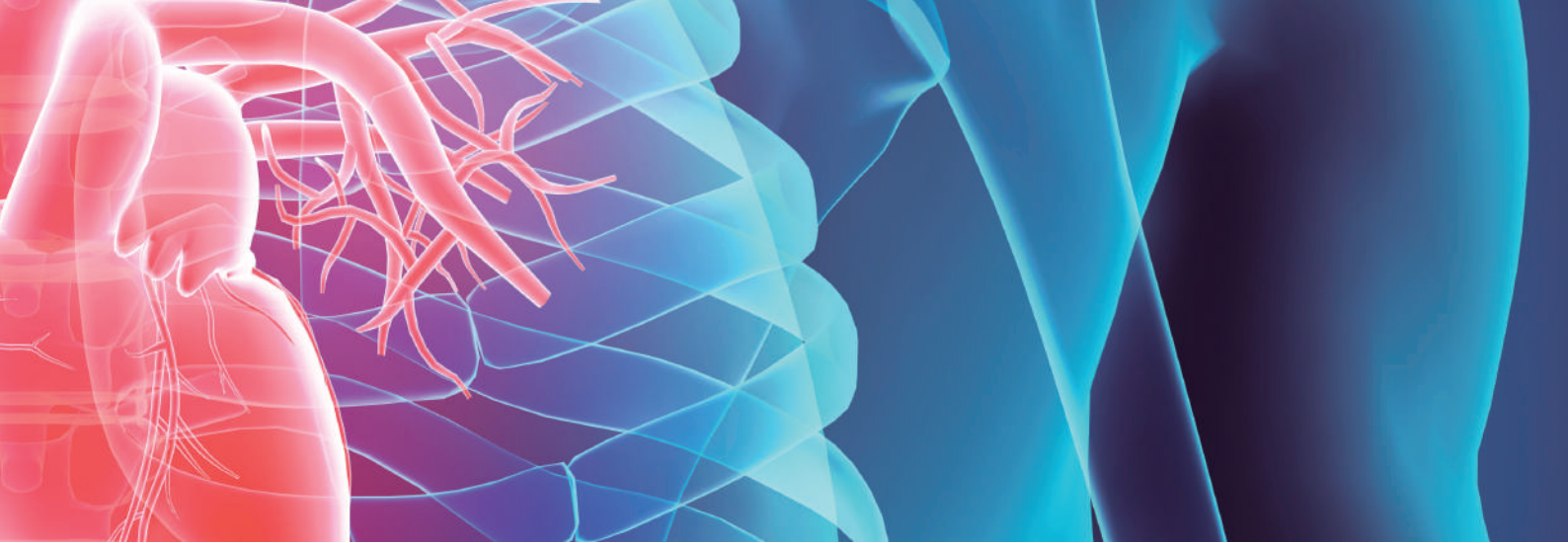
En 1891, el físico francés d'Arsonval informó sobre los efectos térmicos inducidos en el tejido biológico mediante el uso de corriente alterna a frecuencias superiores a 250 kHz sin estimulación de músculos o nervios (el llamado efecto farádico). (33) A principios del siglo XX, Clark utilizó por primera vez electrodos de aguja, que se insertaron en el tejido (la llamada electrodisecación). Entre 1907 y 1910, Doyen, Czerny y Nagelschmidt desarrollaron la "coagulación" como método para la destrucción de tejidos, en particular contra el cáncer. (34,35,36) En 1929, la tecnología de radiofrecuencia se abrió camino en la cirugía cerebral con el desarrollo de generadores de tubos adecuados por Gulke y Heymann. (37) En ese momento, un físico, Bovie, y un cirujano, Cushing, fueron los principales responsables del desarrollo de uno de los primeros generadores de radiofrecuencia para el corte y coagulación de tejido. (38, 39)

En lo que respecta al uso de esta modalidad para el manejo del dolor, el primer uso conocido de ablación por radiofrecuencia fue en 1931, cuando Krischner trató la neuralgia del trigémino con termocoagulación del ganglio gasseriano. (40, 41)



Aunque Cosman y sus colaboradores construyeron el primer generador de lesiones con radiofrecuencia continua (CRF) a principios de la década de 1950, el CRF se utilizó por primera vez para tratar el dolor en 1974(40). En los primeros años, las limitaciones tecnológicas limitaron el tratamiento con CRF a la enfermedad de las facetas cervicales y lumbares. Sin embargo, la introducción de la cánula de RF de calibre 22 en 1981, permitió a los médicos administrar CRF en ubicaciones anatómicas precisas y controlar el tamaño de la lesión (41). Desde entonces, el CRF se ha utilizado para tratar una serie de afecciones dolorosas que van desde el dolor radicular lumbar (42) hasta la neuralgia intercostal (43) y las cefaleas cervicogénicas (44). Desafortunadamente, un obstáculo significativo para la mayor aceptación de la CRF ha sido el riesgo de provocar déficits motores y síndrome de desaferentación.

La radio frecuencia pulsada (PRF) se desarrolló, en parte, como una alternativa menos destructiva al CRF. El ímpetu para realizar investigaciones sobre PRF surgió de una conferencia austriaca en 1995; Ayrapetyan, un científico de Armenia, propuso que el efecto clínico del CRF podría ser secundario a la exposición al campo magnético más que a la destrucción de tejidos (45). El trabajo teórico posterior de Cosman mostró que el campo magnético producido por CRF era probablemente demasiado débil para tener un efecto biológico, pero que el campo eléctrico que cambiaba rápidamente era quizás lo suficientemente significativo para hacerlo (46). Las discusiones posteriores de Cosman, Sluijter y Rittman se centraron en la noción de que la PRF, en teoría, era capaz de entregar energía de radiofrecuencia suficiente para modular el campo eléctrico, pero insuficiente para provocar la termocoagulación tisular. Varios meses después de la conferencia inicial, Radionics diseñó un prototipo de generador PRF. Sluijter utilizó esta máquina a principios de 1996 para realizar ensayos clínicos preliminares y escribió el primer informe de los efectos clínicos de la PRF en los ganglios de la raíz dorsal en 1998 (47).



Evolución del Ultrasonido

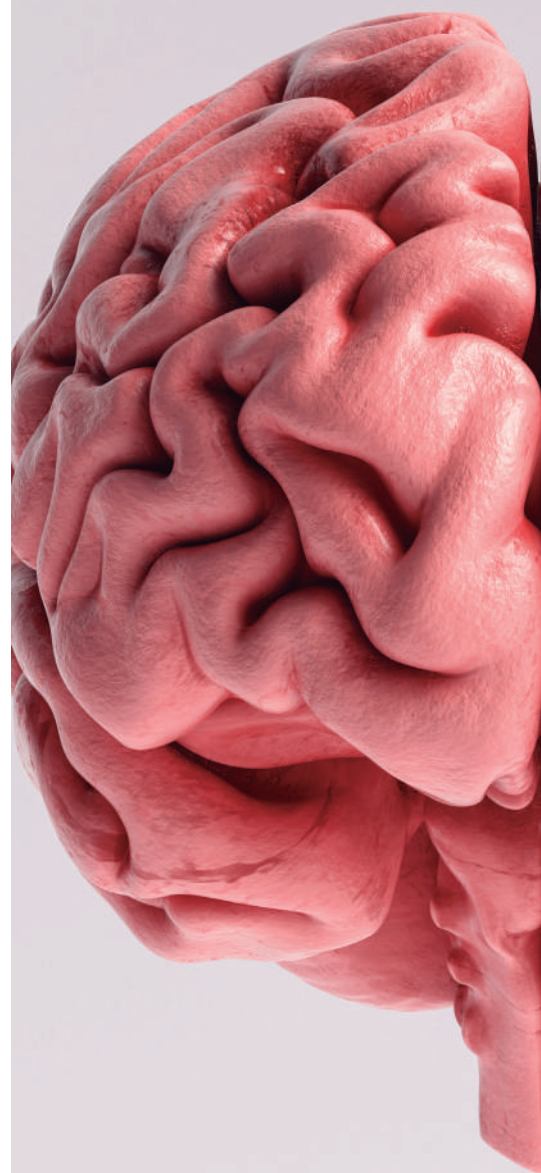
Aunque se descubrió 12 años antes que los rayos-X (1883), el ultrasonido es una aplicación que se encuentra mucho más tarde en la medicina. La primera aplicación práctica del ultrasonido se registra durante la Primera Guerra Mundial en la detección de submarinos. La aplicación de la ecografía en medicina se inició en los años cincuenta del siglo pasado. Primero se introdujo en la obstetricia, y luego en todos los campos de la medicina (el diagnóstico general abdominal, el diagnóstico en el campo de la pelvis, cardiología, oftalmología y ortopedia, etc.) (3). Desde el punto de vista clínico, el ultrasonido posee una importancia invaluable debido a sus características no invasivas, de buena visualización y manejo relativamente fácil (4,5). Desde la introducción del procesamiento de las señales de escala de grises en 1974, el modo B de la ecografía se convirtió en un método ampliamente aceptado. El progreso en la formación de los transductores ha llevado a una mejor resolución del espacio y a la obtención de imágenes de estructuras muy pequeñas en el abdomen (0,5-1 cm). El desarrollo del sistema en tiempo real condujo, incluso, a la posibilidad de la visualización continuada o la fluoroscopia ecográfica (1). Los avances tecnológicos en este momento llevaron a un rápido crecimiento en las aplicaciones a las que se podía aplicar el ultrasonido. El desarrollo de la ecografía Doppler había progresado junto con la tecnología de imágenes, pero la fusión de las dos tecnologías en el escaneo dúplex y el desarrollo posterior de la imagen Doppler en color proporcionó aún más posibilidades para investigar la circulación y el suministro de sangre a órganos, tumores, etc. El microchip en los años setenta y los subsecuentes aumentos exponenciales en la potencia de procesamiento han permitido sistemas más rápidos y potentes que se incorporan la formación del haz digital, más mejora de la señal y nuevas formas de interpretar y mostrar datos, como power Doppler e imágenes en 3D.

Evolución de la Neuroestimulación.

La práctica de aplicar electricidad para aliviar el dolor es tan antigua como lo registra la historia (52-54) por ejemplo en las tumbas egipcias de la quinta Dinastía , 2750 BC, se encontró dibujado al bagre del Nilo eléctrico (*Malapterus electricus*). Los antiguos griegos e incluso Aristóteles describió el amortiguamiento causado por la raya torpedo (*Torpedo marmorata*). Entre los romanos, Pliny en Historia Natural y Plutarco en Morales, dieron referencia al efecto de amortiguamiento de la raya (55); mientras que cerca del año 46 AC Scribonio defendió específicamente la electroterapia para el alivio del dolor de "cabeza crónico e intratable", gota y otras condiciones (56). En esa misma época Dioscorioles, un cirujano militar griego al servicio de Nero también defendió la electroterapia para una variedad de condiciones dolorosas y no dolorosas (57). La aplicación del pez torpedo como una modalidad terapéutica se continuó a lo largo de la Edad Media, en el Renacimiento e inclusive hasta el siglo XIX.

En el siglo XVIII, se hacen mejoras en los aparatos electrostáticos construidos por Von Guericke y ya en el siglo XIX se inventó la pila eléctrica y consecuentemente hubo mayor ímpetu para la aplicación de electricidad médica.

En los años antes y después de 1860, se publicaron numerosos artículos acerca del uso de la electroanalgesia para la cirugía dental y subsecuentemente para la cirugía de miembros inferiores. En Inglaterra, Althaus (58) un electroterapeuta, fue el primero en adoptar la electroanestesia en 1859; él





aplicó corriente ininterrumpidamente transcutánea a los nervios periféricos, demostrando su eficacia para disminuir la sensación y producir analgesia al dosificar la energía en aumento del estímulo eléctrico. Aplicó esta técnica para tratar neuralgias y se dio cuenta que el efecto analgésico era más evidente en condiciones patológicas que en las no patológicas. El resto de Europa usó la electroanestesia con resultados variables por lo que nunca fue ampliamente utilizada y más bien fue abandonada con el tiempo.

En 1928, Thompson et al. (59) de la Universidad de California, notó que las áreas cutáneas inervadas por un nervio pueden hacerse insensibles al tacto ligero al someter el tronco nervioso a la influencia de la corriente alterna. Aumentando la corriente producía analgesia (59). Paraf, (60) 14 años más tarde, usando la misma técnica reportó el tratamiento exitoso de 127 pacientes con dolor del ciático, lumbar, neuralgia post herpética y tic doloroso.

En 1953, Gunot (61) escribió su tesis sobre la analgesia eléctrica local e incluyó los trabajos de varios investigadores afines Perrin, Bernard, LeGo, Preste, Wild y Probst.

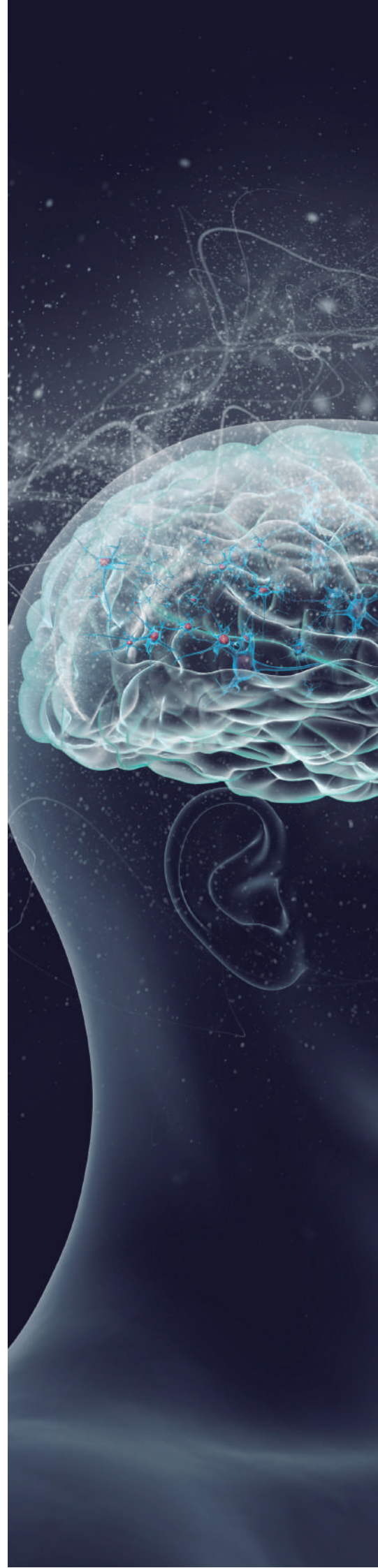
Fue Probst (62) quien experimentó con ondas difásicas y monofásicas de 50-100Hz, las mismas que causaban inicialmente respuestas excitatorias y parestesias pero pronto causaban "inhibición" y aumentaba el umbral sensitivo a la corriente.

En los años 1950 y 1960, ya se reportaba la estimulación eléctrica del tálamo y la vía espinotalámica y otras partes del tronco encefálico para aliviar el dolor con diferentes grados de éxito.

El resurgimiento del uso de la electricidad para tratar el dolor fue a raíz de la publicación de la "teoría de la compuerta" de Melzack y Wall (63) y las primeras publicaciones de Wall y Sweet (64) en 1967 que dieron soporte a la teoría de Melzack y Wall enfatizando el rol importante de las astas posteriores de la médula espinal en la modulación de la transmisión sensitiva. Desde entonces el desarrollo y la fabricación de electrodos y generadores eléctricos más seguros, más compactos ha permitido la aplicación de la electricidad no solamente de forma cutánea sino también en estructuras profundas.

La estimulación eléctrica de los nervios periféricos también inició en 1967 con publicaciones de Wall y Sweets (63) pero la falta de electrodos adecuados disminuyó el interés en esta práctica por lo que se enfocaron en la estimulación de las astas posteriores.

En 1980, con el advenimiento de mejor equipo especialmente con la introducción de electrodos planos y con varios contactos, se logró ampliar la aplicación médica de esta técnica, incluso actualmente se defiende la aplicación efectiva de la neuroestimulación en los nervios periféricos.





La evolución de los Rayos-X, TAC y Resonancia magnética

El profesor de física alemán Wilhelm Conrad Roentgen descubre la radiografía el 8 de noviembre de 1895 en su laboratorio de Würzburg y el 28 de diciembre, Roentgen publica su descubrimiento.(65)

El descubrimiento de Roentgen inicia una oleada de experimentación

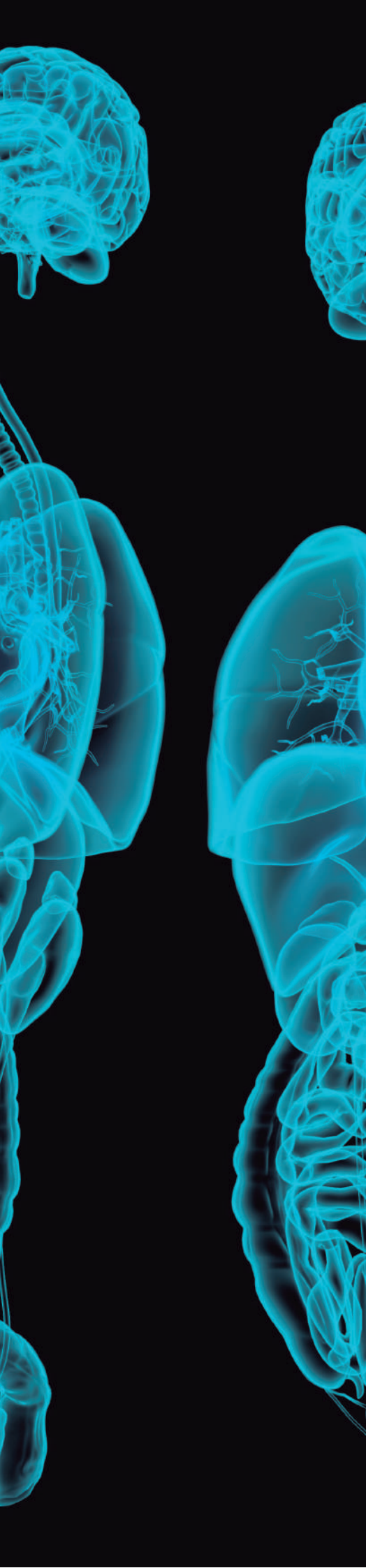
En todo el mundo con los tubos de Crookes desde 1896 los investigadores estudiaban lo que hacían los rayos X y jugaban con el refinamiento del diseño de los tubos. Aunque las formas y configuraciones de los tubos cambiaban, el concepto básico seguiría siendo el mismo hasta 1913.(65)

En el mismo año de 1896, la fluoroscopia es inventada en enero por el científico italiano Enrico Salvioni, mientras que el inventor estadounidense Thomas Edison, uno de los primeros y más entusiasta activo de los rayos X, trabaja en un dispositivo similar. El fluoroscopio es un dispositivo de mano o montado que consta de una caja oblonga, uno de cuyos extremos se ajusta perfectamente a los ojos, cuyo extremo opuesto es una pantalla fluorescente. El concepto básico todavía se usa hoy en día.

En ese mismo año, los hospitales comienzan a adquirir equipos de rayos X para ser utilizados por personas con y sin titulación médica.

Uno de los primeros médicos en especializarse en rayos X en 1896 es Dr. Francis Henry Williams de Boston. (65) En diciembre de 1898, Marie y Pierre Curie, trabajando en París, descubrieron el radio, un nuevo elemento que emite 200 millones de veces más radiación que el uranio. En 1903, los Curie y Antoine-Henri Becquerel compartieron el Premio Nobel de Física por su trabajo sobre radiactividad. En todo el mundo, la gente creía que el radio tenía



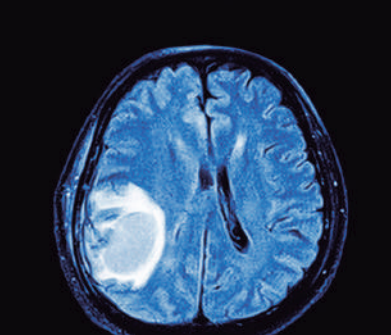
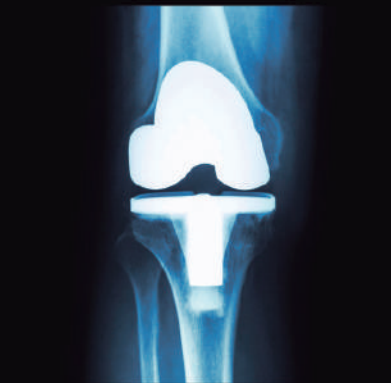
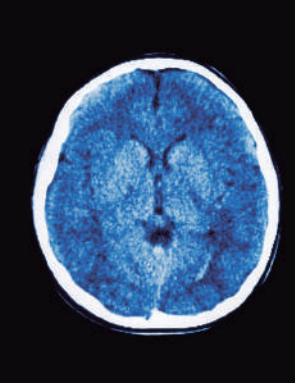
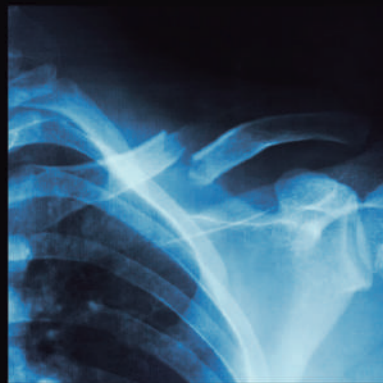
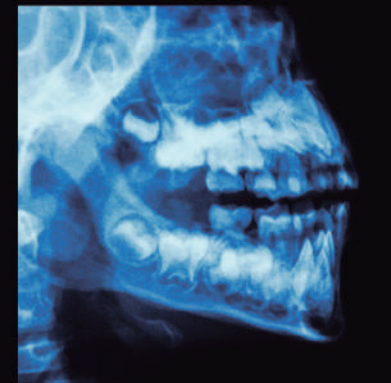
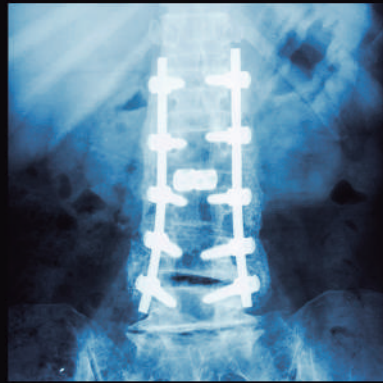
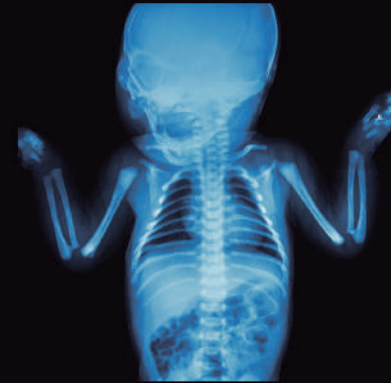
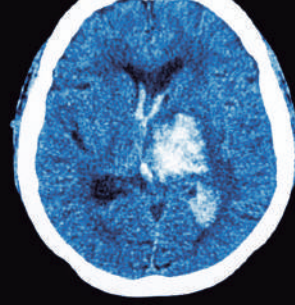


propiedades maravillosas propiedades medicinales. Sin embargo, en 1900, los científicos alemanes Friedrich Giesel y Friedrich Walkhoff descubrieron que los rayos del radio son peligrosos para la piel. El mismo Curie y Becquerel sufrieron quemaduras cutáneas, el primero en su brazo y el segundo en su abdomen con pequeñas muestras de radio. Por esta razón, la radiología comienza a aflorar como especialidad médica y se vuelve cada vez más claro que producir una imagen de rayos X requiere habilidad y conocimientos técnicos, e interpretar en la imagen requiere un conocimiento de anatomía. (65)

Entre 1904 a 1910, el uso de rayos X queda confinado para hospitales y consulta médica, además se inició el uso de indumentaria de protección.

En 1919 el Dr. Carlos Heuser, un radiólogo argentino, es el primero en utilizar un medio de contraste en un sistema circulatorio humano vivo. (65)

Desde 1920 a 1939, Las primeras prácticas de angiografía moderna se desarrollan en 1927 por un médico portugués, el Dr. Egaz Moniz, quien es el primero en crear imágenes del sistema circulatorio cerebrales en los seres vivos. (65)



En los años de 1950 a 1959 se iniciaron procedimientos percutáneos guiados con rayos X, desde nefrectomías hasta trombectomías y otros. (65)

A partir de los años de 1980 hasta la fecha, se trabaja con la fluoroscopia pulsada que reduce la exposición a la radiación mediante el uso de ráfagas de rayos X de alta intensidad (hasta 1 a 2 segundos; cualquier cosa más quemaría el tubo) se alternaron con haces de intensidad. Los rayos de alta intensidad “permanecen” en el pantalla de video, que permite al médico ver la anatomía como imágenes en movimiento a cámara lenta. (65) La tomografía computarizada fue desarrollada en los años de 1970 por el Señor Geoffrey Hounsfield y sus colegas en Inglaterra (66). Posiblemente este sea uno de los avances médicos más importantes desde que se descubrió los rayos-X, puesto que representa el primer equipo de imagen comercialmente disponible que asociado a las tecnologías emergentes en computación se usó para generar imágenes digitales desplegadas en escala de grises. Su desarrollo revolucionó la evaluación de los pacientes con enfermedades neurológicas y permitió la visualización no invasiva del cuerpo, para detectar enfermedades y anormalidades y jugó un papel importante para el diagnóstico, evaluación y tratamiento de muchos pacientes a nivel mundial (67)

Hay muchos avances en la tecnología de la TAC en esos últimos 20 años que han permitido que sean más veloces, con imágenes de mejor calidad e incluso hay equipos portátiles para evitar el transporte de pacientes críticos.

Por otro lado, la resonancia magnética fue estudiada desde 1946, cuando dos grupos de investigadores independientes Bloch y colegas, quienes trabajaban con agua (68) mientras que Purcell Y Hansen, trabajaban con parafina sólida (69) detectaron la resonancia del núcleo de hidrógeno en la materia en masa. Purcell incluso describió el proceso y las constantes de tiempo (T1 y T2) por el cual la resonancia se disipa. (70). Esto establecería el escenario por el cual se desarrollaría la tecnología en los 30 años siguientes. Entre 1946 y 1976, la resonancia magnética se convirtió en un instrumento útil de laboratorio para probar la estructura molecular, su tecnología requería de instrumentos pequeños y de espacios limitados, pero para evaluar objetos más grandes con un humano, la tecnología debió hacerse a escalas más grandes al igual que los espacios.

BIBLIOGRAFÍA

1. [www.acromed.com/es/la-jeringa-el-dispositivo-que-revolucionó-la medicina/](http://www.acromed.com/es/la-jeringa-el-dispositivo-que-revolucionó-la-medicina/)
2. <http://tomascabacas.com/historia-de-la-jeringa>.
3. Sicard A. Les injections medicamenteuses extra-durales par voie sacrococcygienne. *Compt Rend Soc De Biol* 1901;53:396–8.
4. Page's F. Anesthesia metamerica. *Rev Esp Chir* 1921;3:3–30
5. Dogliotti AM. A new method of block: segmental peridural spinal anesthesia. *Am J Surg* 1933;20:107–18.
6. Aburel E. L'anesthésie locale continue (prolongée) en obstétrique. *Bull Soc Obstet Gynecol Paris* 1931;20:35–9.
7. Hingson RA, Edwards WB. Continuous caudal anesthesia during labor and delivery. *Curr Res Anesth Analg* 1942;21:301–11.
8. Hingson RA, Southworth JL. Continuous peridural anesthesia. *Curr Res Anesth Analg* 1944;23:215–7.
9. Tuohy EB. Continuous spinal anesthesia: its usefulness and technique involved. *Anesthesiology* 1944;5:142– 8.
10. Huber RL. Hypodermic needle. US patent 2 409 979. October 22, 1946.
11. Curbelo MM. Continuous peridural segmental anesthesia by means of a ureteral catheter. *Curr Res Anesth Analg* 1949;28: 12–23.
12. Monoject [product data sheet]. St. Louis: Sherwood Medical, 1974;PD-222,4.
13. Michael A. Frolich, MD, DEAA*, and Donald Caton, MD. Pioneers in Epidural Needle Design. *Anesth Analg* 2001;93:215–20
14. Manalan SA. Caudal block anesthesia in obstetrics. *J Indiana Med Assoc* 1942;35:564–70.

15. Ates Y, Yucesoy CA, Unlu MA, et al. The mechanical properties of intact and traumatized epidural catheters. *Anesth Analg* 2000;90:393–9. Spinal
16. Corning JL. Spinal anesthesia and local medication of the cord. *New York Journal of Medicine* 1885; 42: 483– 5.
17. Quincke H. Die Lumbalpunktion des hydrocephalus. *Klinische Wochenschrift* 1891; 28: 929–65.
18. Bier A. Versuche uber cocainisirung des ruckenmarkes. *Deutsche Zeitschrift fu`r Chirurgie* 1899; 51: 361–9.
19. Barker AE. A report on clinical experiences with spinal analgesia in 100 cases and some reflections on the procedure. *British Medical Journal* 1907; 1: 665–74.
20. Sicard A. Essais d'injections microbiennes toxiques et therapeutiques, par voie cephalo-rachidienne. *Royal Society of Biology* 1898; 105: 472.
21. Babcock WW. The technique of spinal anesthesia. *New York Journal of Medicine* 1914; 50: 637–702.
22. Labat G. Local, Regional and spinal anesthesia. *Annals of Surgery* 1921; 74: 673–83.
23. Hoyt R. Apparatus for withdrawing spinal fluid without postpuncture reaction. *Journal of the American Medical Association* 1922; 78: 428–9.
24. Greene HM. A technique to reduce the incidence of headache following lumbar puncture in ambulatory patients with a plea for more frequent examination of cerebrospinal fluids. *Northwest Medicine* 1923; 22: 240– 5.
25. Tarkkila P, Huhtala J, Tuominen M. Transient radicular irritation after spinal anaesthesia with hyperbaric 5% lignocaine. *British Journal of Anaesthesia* 1995; 74: 328–9.
26. Hart JR, Whitacre RJ. Pencil point needle in prevention of postspinal headache. *Journal of the American Medical Association* 1951; 147: 657–8.

27. Sviggum et al, J Ultrasound Med 2013; 32:143–148
28. Izaskun Arregui Torres , Revista Ocronos. Vol. III. N° 3 – Julio 2020. Pág. Inicial: Vol. III;n°3:265
29. Rico et al. Use of intrathecal and epidural morphine for pain relief in patients with malignant disease: a preliminary report. J Med 1982; 13: 223–231.
30. Leavens et al. Intrathecal and intraventricular morphine for pain in cancer patients. J Neurosurgery 1982;56: 241–245.
31. Krames E. Implantable devices for pain control: spinal cord stimulators and intrathecal therapies. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2002; 16: 619–649.
32. d'Arsonval A: Action physiologique des courants alternatifs. C R Soc Biol 1891; 43: pp. 283–286.
33. Doyen E: Traitement local des cancers accessibles par l'action de la chaleur au-dessus de 55°C. Rev Thér Méd Chir 1910; 77: pp. 551–577.
34. Czerny V: Über Operationen mit dem Lichtbogen und Diathermie. Dtsch Med Wochenschr 1910; 35: pp. 489– 493.
35. Nagelschmidt F: Über Hochfrequenzströme. Fulguration und Transhermie. Z Phys Diat Ther 1909; pp. 3.
36. Heymann E: Chirurgische Eingriffe mit Hochfrequenzströmen. Med Klin 1930; 15: pp. 539–545.
37. Bovie WT: New electro-surgical unit with preliminary note on new surgical
38. Cushing H: Electrosurgery as an aid to the removal of intracranial tumors. Surg Gynecol Obstet 1928; 47: pp. 751–784.
39. Uematsu S, Udrarhelyi GB, Benson DW, et al. Percutaneous radiofrequency rhizotomy. SurgNeurol 1974;2:319–325. [PubMed: 4853577]
40. Ahadian FM. Pulsed radiofrequency neurotomy: advances in pain medicine. Curr Pain HeadacheRep 2004;8:34–40. [PubMed: 14731381]

41. Guerts JWM, van Wijk RM, Wynne HJ, et al. Radio-frequency lesioning of dorsal root ganglia for chronic lumbosacral radicular pain: a randomised, double blind, controlled study. *Lancet* 2003;361:21–26. [PubMed: 12517462]
42. van Kleef M, Spaans F. The effects of producing a radiofrequency lesion adjacent to the dorsal root ganglion in patients with thoracic segmental pain by radiofrequency percutaneous partial rhizotomy. *Clin J Pain* 1995;11:325–332. [PubMed: 8788580]
43. van Suijlekom JA, van Kleef M, Barendse G. Radio-frequency cervical zygapophyseal joint neurotomy for cervicogenic headache. A prospective study in 15 patients. *Funct Neurol* 1998;13:297–303. [PubMed: 9934574]
44. Sluijter ME. Pulsed radiofrequency. *Anesthesiology* 2005;103:1313–1314. [PubMed: 16306748]
45. Cosman ER. A comment on the history of the pulsed radiofrequency technique for pain therapy. *Anesthesiology* 2005;103:1312–1314. [PubMed: 16306746]
46. Sluijter ME, Cosman E, Rittman W, et al. The effect of pulsed radiofrequency fields applied to the dorsal root ganglion. *Pain Clin* 1998;11:109–117
47. Bijelic J, Cocic M, et al. Savremena dostignuca u tehnici i medicinskoj dijagnostici u gastroenterologiji. U: Prvo jugoslovensko savetovanje "Tehnika i medicina", održano u Beogradu 1985. godine, zbornik radova, knjiga I, Beograd. 1985. pp. 41–70.
48. Palmer R. Bar Code and scanning technology in the health care industry. Intermec Co. 1988. Feb 16
49. Markovic N, Slavkovic Z, et al. Primena nekih savremenih tehnickih dostignuca u anesteziji i reanimaciji. U: Prvo jugoslovensko savetovanje "Tehnika i medicina", održano u Beogradu, 1985. godine, zbornik referata, knjiga I, Beograd. 1985. pp. 34–40.
50. Masic I, Ridjanovic Z, Pandza H, Masic I. Sarajevo: Avicena; 2010. Medical informatics; pp. 416–430.

51. Shealy CN et al. Electrical inhibition of pain by stimulation of the dorsal columns: preliminary clinical report. *Anesth Analg* 1967; 46:489-491.
52. Spiegelmann R, Friedman W. Spinal cord stimulation: a contemporary series. *Neurosurgery* 1991; 28 :65-71.
53. Deyo RA et al. A controlled trial for transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. *N Engl J Med* 1990; 322: 1627-1634.
54. Marchand S et al. Is TEN purely a placebo effect? A controlled study on low back pain. *Pain* 1993; 54:99-106.
55. Gybels JM, Sweet WH. *Neurosurgical treatment of persistent pain*. Basel: Karger, 1989.
56. Cook AW, Weinstein SP. Chronic dorsal column stimulation in multiple sclerosis preliminary report. *NY State J Med* 1973;73:2868-2872.
57. Gybels J et al. Neuromodulation of pain. A consensus statement. *Eu J Pain* 1998;2: 203-209.
58. Barolat G. Current status of epidural spinal cord stimulation. *Neurosurg Q* 1995;5: 98-124.
59. Shetter AG. Spinal cord stimulation in the treatment of chronic pain. *Curr Rev Pain* 1997;1:213-222.
60. Roberts MHT, Rees H. Physiological basis of spinal cord stimulation. *Pain Rev* 1994;1:184-198.
61. Meyerson B. Mechanisms of spinal cord stimulation as pain treatment. In: Campbell JN, ed. *Refresher course: role of implantable devices*. Seattle: IASP Press, 1996:207-216.
62. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965;150: 971-979.
63. Wall PD, Sweet WH. Temporary abolition of pain in man. *Science* 1967;155: 108-109
64. Linton OW. *Medical Applications of X Rays*. Google Search
65. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol*. 1973;46:1016-1022.

66. Freemon FRAJ, Duncan GW. Controlled use of cranial computerized tomography. Arch Neurol. 1978;35:129- 132.

67. Bloch F, Hansen WW, Packard M. The Nuclear Induction Experiment. Phys Rev. 1946;70:474.

68. Purcell EM, Hansen W. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. Phys Rev. 1946;69:37- 38.

69. Bloembergen N, Purcell EM, Pound RV. Relaxation effects in nuclear magnetic resonance absorption. Phys Rev. 1948;73:679-712.

ANEXOS

AGUJAS PERIDURALES (Anesth Analg 2001;93:215-20)

AGUJAS ESPINALES (Anaesthesia, 2004, 59, pages 1231-1241)

Figure 4 Barke r needle (1907).

8 1:-----ag

Figure 8 Greene needle (1926 o r 1950).

Figure 7 Hoyt needle (1922).

Figure 9 Pitkin needle (1927).



15 ga Barker Spinal Needle 1907. First used by Touhy to thread a No. 4 ureteric silk catheter into the subarachnoid space (1944)



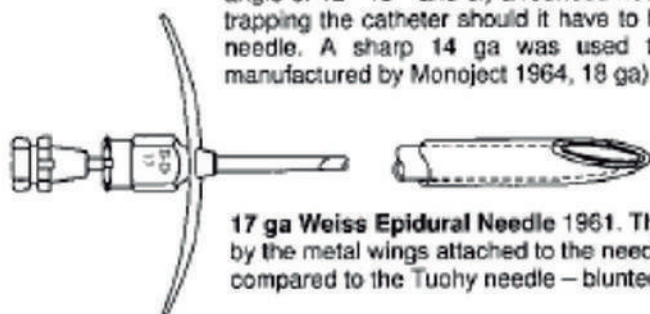
15 ga Huber Point Epidural Needle (Tuohy Needle) 1945. Tuohy can be credited with applying the Huber point (curved lip) design to the epidural needle and with adding a stylet. The needle tip was sharp as the intended application was continuous spinal anesthesia



16 ga Tuohy-Flowers Needle 1950. Flowers dulled the sharp Tuohy needle tip and added a sharp stylet that would protrude past the needle tip to facilitate perforation of the skin. This design was prone to needle or stylet tip damage.



15 ga Hustead Epidural Needle 1954. (modified from the Tuohy needle) specified as a.) heel-to bevel distance < 27 mm b.) bevel angle of 12–15° and c.) a rounded heel to reduce the danger of trapping the catheter should it have to be withdrawn through the needle. A sharp 14 ga was used to break the skin. (first manufactured by Monoject 1964, 18 ga)



17 ga Weiss Epidural Needle 1961. This needle is characterized by the metal wings attached to the needle hub and the – compared to the Tuohy needle – blunted tip.



18.5 ga Special Sprotte Epidural Needle 1987. First "pencil-point" epidural needle to be used with a 23 ga epidural plastic catheter. Developed by Sprotte to minimize tissue trauma ("atraumatic needle")



16 ga Crawford Epidural Needle.

Figure 1. Different epidural needle designs.

Figure 24 Ballpen needle C-0 00).



Figure 1 Corning's needle (1900).



Figure 2 Bier's needle (1899).



Figure 3 Bainbridge needle (1900).



Figure 4 Duke's needle (1907).



Figure 5 Hoyt needle (1922).



Figure 6 Greene needle (1926).



Figure 7 Duke's needle (1921).



Figure 8 Kovenstine needle (1944).



Figure 9 Whitacre needle (1951).



Figure 10 Sprotte needle (1987).



Figure 11 Ballpen needle C-0 00).