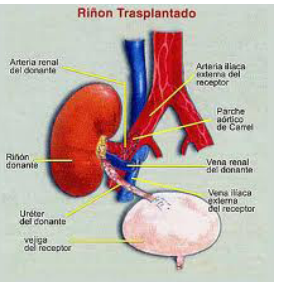
Dr. Juan A. Hinostroza F.

Trasplante renal, y genética: Grandes pasos en la última decada

En **(f4) transplantes renales** también han habido avances en los últimos años: el transplante renal por nefrectomía laparoscópica, una técnica eficiente y poco invasiva con mayores ventajas para los donantes. Por ello, se ha querido impulsar los donantes vivos de riñón, animando no sólo a familiares de primer y segundo grado del paciente a donar.



(f4) Transplantes renales

La nueva técnica de la nefrectomía laparoscópica, comentada más arriba, de gran éxito en Estalos Unidos, es una de las novedades que vale la pena destacar. Ésta técnica consiste en la extracción del riñón del donante mediante una cirugía mínimamente invasiva. En el continente americano ha aumentado tanto el número de donaciones de riñón como de pacientes con insuficiencia renal crónica que optan al transplante, de modo que a corto plazo, el ofrecer nefrectomía por laparoscopía puede ser importante para que algunas personas que a lo mejor tienen miedo o dudas de someterse a cirugía agresiva al final se decidan a ser donantes.

El avance en las investigaciones acerca de la histocompatibilidad fue acompañado también de un importante desarrollo respecto a las drogas que permitían evitar el rechazo del órgano o el tejido implantado.

El hongo (Tolypocladium inflatum) del que se extrae la ciclosporina.

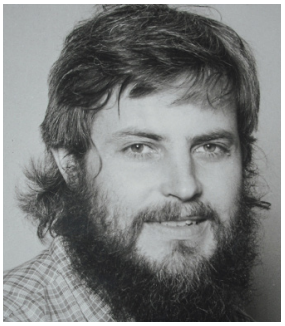
SIR ROY CALNE

A principio de la década del 60 el Dr. Calne, hoy Caballero Británico, Profesor **Sir Roy Calne**, ya era una figura de la trasplantología mundial, pionero en el área, becario y colaborador del Premio Nobel Joseph Murray en Boston, donde desarrollaría cirugía de trasplante renal en perros probando modernos inmunosupresores. aquel que en 1968 realizara el primer trasplante hepático en Europa.

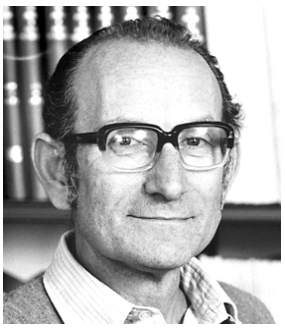
La aparición de estas drogas en la década del 70 abrió una nueva etapa que significó el comienzo de un período de crecimiento sostenido del número de trasplantes en el mundo. La **(f5) ciclosporina,** droga que se descubrió en Inglaterra en 1971, manifestaba una clara superioridad sobre el resto de los inmunosupresores conocidos. El Dr. Roy Calne en Cambridge manifestó que "La ciclosporina es suficientemente potente (y poco tóxica para constituir un inmunosupresor atractivo para la experimentación clínica en los pacientes receptores de trasplantes de órganos".

(f5) Ciclosporina

NIELS KAI JERNE



GEORGES KÖHLER

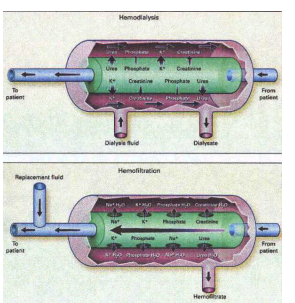


CÉSAR MILSTEIN

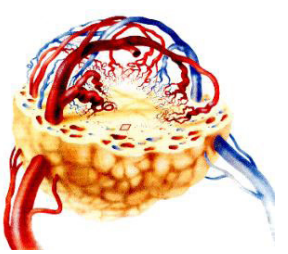
En 1984 **Niels Kai Jerne (Inglés), Georges Köhler (Alemán) y César Milstein (Argentino)** recibieron el Premio Nóbel de Medicina por sus trabajos en teorías respecto a la especificidad en el desarrollo y control del sistema inmune y el descubrimiento de la producción de anticuerpos monoclonales. Los anticuerpos monoclonales (Mab, del inglés monoclonal antibody) son anticuerpos idénticos porque son producidos por un solo tipo de célula del sistema inmune, es decir, todos los clones proceden de una sola célula madre (ver más adelante). Es posible producir anticuerpos monoclonales que se unan específicamente con cualquier molécula con carácter antigénico. Este fenómeno es de gran utilidad en bioquímica, biología molecular y medicina, y para nosotros en los transplantes renales y tratamiento del cáncer prostático. Son muy eficaces para evitar el rechazo con menos efectos colaterales", permitiendo combinar estos fármacos e individualizar el tratamiento para cada paciente y mejorar los resultados. Lo último que se logrado crear son el LEA29Y, el Daclizumab, Baciliximab, etc.

En el año 2008, los anticuerpos monoclonales han cumplido 28 años desde su invención dejando de ser una curiosidad biológica para ser una forma de tratamiento y diagnóstico muy importante en diversas enfermedades. Existen más de 17 anticuerpos monoclonales aprobados por la FDA, pero el número de estos anticuerpos en fase de ensayo clínico es elevado y representan un 30 por ciento de todos los compuestos en investigación en el 2005.
Para detener la incidencia de enfermedades cardiovasculares, se han desarrollado nuevos inmunosupresores que permiten que el paciente pueda recibir una especie de "inmunosupresión a la carta". Hay grandes esperanzas depositadas en los inmunosupresores de nueva generación que son de próxima aparición, con menos nefrotóxicicidad y efectos secundarios.
Otra de las propuestas de los especialistas en urología es introducir la **(f6) máquina de perfusión continua,** de fuerte implantación en Estados Unidos, que permite conservar los riñones durante más tiempo, permitiendo a los profesionales evaluar mejor y con más calma su adecuación al paciente receptor, desde el punto de vista de compatibilidad inmunológica.
Sin duda los principales avances que ha experimentado el campo de la urología en los últimos años además de la laparoscopía, ya comentada, son los nuevos fármacos inhibidores de la angiogénesis, la nanomedicina y el uso de la robótica.

Los **(f7) inhibidores de la angiogénesis**, a veces llamada terapia antiangiogénica que puede prevenir el desarrollo del cáncer mediante el bloqueo de la formación de vasos sanguíneos nuevos, a través de los cuales los tumores obtienen aporte sanguíneo para su crecimiento y capacidad de metastatizar. Los tumores no pueden crecer más de una fracción de una pulgada sin los vasos sanguíneos. Las células tumorosas producen (o hacen que las células cercanas produzcan)



(f6) Máquina de perfusión continua.



(f7) Inhibidores de la angiogénesis

factores de crecimiento que estimulan la formación de vasos sanguíneos. En algunos estudios realizados en animales, los inhibidores de la angiogénesis han logrado reducir y eliminar el cáncer en forma total. Se están comercializando fármacos derivados de anticuerpos monoclonales como el bevacizumab (Avastin®), Sunitinib (Sutent®) y Sorafenib (Nexavar®), para mejorar la sobrevida y calidad de vida en carcima renal de células claras metastático, enfermedad en la cual la quimioterapia es inactiva y las terapias inmunológicas (interferon e interleukina-2) ofrecen respuestas de sólo un 15% y con marcada toxicidad.

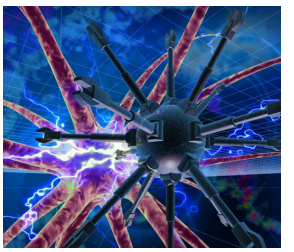
El 30 de junio de 2008 se dió a conocer el primer tratamiento oral, de amplio espectro inhibidor de la angiogénesis, especialmente formulado a través de la nanotecnología, llamado Lodaín, puede ser útil como terapia preventiva para los pacientes en alto riesgo de cáncer o una enfermedad crónica como terapia de mantenimiento para una variedad de tipos de cáncer, la prevención de la formación de tumores recurrentes o mediante el bloqueo el crecimiento de vasos sanguíneos que los alimentan.

OFRA BENNY

Desarrollado por **Ofra Benny**, PhD, del Children's Hospital Boston, Lodamin es una nueva reformulación de liberación lenta del TNP-470, un fármaco estudiado hace casi dos décadas por **Donald Ingber,** MD, PhD, y luego **Judah Folkman** en un compañero de laboratorio, y uno de los primeros inhibidores de la angiogénesis a someterse a pruebas clínicas.

DONALD E. INGBER

(f8) La Nanotecnología y medicina robótica en Urología: Es una de las vertientes más prometedoras dentro de los potenciales avances tecnológicos en la medicina. De la misma forma que la microtecnología en los años 80 condujo a nuevas herramientas para la cirugía, la nanotecnología emergente permitirá de forma similar avances adicionales, proporcionando mejor diagnóstico y nuevos instrumentos para la medicina. Con los medios tecnológicos actualmente disponibles podríamos llegar a ser capaces de objetivar - a escala nanométrica - los trastornos responsables de algunas enfermedades, pero sin embargo contamos con muy escasos medios como para poder repararlos selectivamente.



(f8) Nanotecnología

JUDAH FOLKMAN

La nanotecnología podríamos definirla, de una manera muy simplista, como el campo científico que examina y fabrica objetos a nivel molecular.

La moderna cirugía, por muy mínimamente invasiva que pueda parecernos, resulta aún enormemente desproporcionada y agresiva en la inmensa mayoría de los casos en los que se aplica, y hoy por hoy resulta casi impensable el poder aplicarla a escala molecular.

El éxito de las intervenciones quirúrgicas que realizamos habitualmente no sólo se debe a nuestra destreza manual, sino a la propia habilidad que tienen las células de corregir los destrozos que hemos ocasionado, eliminando los detritus,

revascularizando áreas isquémicas y cicatrizando los tejidos. Pero para que ello suceda a una escala inferior, a nivel molecular - tienen que producirse innumerables procesos bioquímicos, asombrosamente precisos y coordinados, de los que pocas veces somos realmente conscientes.

La llamada Nanomedicina nos está permitiendo ya algunas incursiones diagnósticas en este campo que se nos anuncia más que prometedor. Como ejemplo tenemos el empleo de los nanoarrays en el rastreo genético de ciertas enfermedades, o el uso de nanopartículas como nuevos medios de contraste en ecografía o resonancia magnética nuclear.

JOSÉ GABRIEL VALDIVIA URÍA

Dice el Profesor **José Gabriel Valdivia Uría**, Profesor Titular y Jefe de Servicio de Urología del Servicio de Urología del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, en su Editorial de Archivos Españoles de Urología v.58 n.9 nov. 2005: "Ejemplos de la nanotecnología son los "nanoalambres" de silicona, sensores biomoleculares de detección masiva y simultánea.

Operan como biotransistores de efecto campo a escala nanométrica, dando a conocer mediante cambios en su conductancia, las posibles fijaciones de determinadas moléculas en su superficie, con posibilidad de detectar diferentes tipos de virus, los "nanotubos" de carbono que han sido utilizados como sensores altamente específicos de los anticuerpos responsables de ciertas enfermedades autoinmunes, los "nanofiltros" fabricados en chips de silicona, con poros que oscilan entre rangos de 5 y 100 nanómetros. Se están utilizando para separación de moléculas, transporte y entrega controlada de fármacos, inmunoaislamiento de células y para el transporte y caracterización del DNA, etc.

Otro gran campo de aplicaciones de la nanotecnología diagnóstica viene de la mano de los nuevos medios de contraste. Se están utilizando ya en estudios clínicos diversas nanopartículas como medio de contraste en resonancia magnética nuclear (RMN). El empleo de nanovectores como elementos de transporte selectivo de fármacos es otro de los campos de aplicación terapéutica más prometedores de las nanoparticulas.

Una versión mucho más sofisticada de los nanovectores serán los llamados nanorobots, los cuales de momento sólo existen en la mente y en los ordenadores de los científicos que los diseñan, ya que aún no se ha llegado a construir y utilizar ninguno.

Uno de los proyectos más espectaculares de nanorobots con fines terapéuticos ha sido diseñado por Robert A Freitas Jr. Se trata del llamado "respirocito" o glóbulo rojo artificial. Este robot mide una micra, es esférico y está constituido por 18 billones de átomos, casi todos de carbono y dispuestos como diamante. Es un verdadero tanque presurizado que puede albergar hasta 9 billones de moléculas de oxígeno

y anhídrido carbónico, a una presión de 1000 atmósferas.

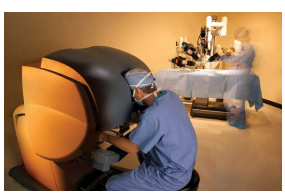
"Las aplicaciones terapéuticas de la nanomedicina están en una fase de desarrollo menos avanzado que sus aplicaciones en el campo diagnóstico".

Robótica urológica: La definición más completa del término ROBOT, fue realizada por Isaac Asimov: "Estructuras mecánicas, en algunos casos similares a los seres humanos, que son capaces de realizar una variedad de tareas, en algunos casos complejas, bajo el comando humano o mediante programación previa".

En Arch. Esp.Urol. v.60 n.4 Madrid mayo 2007, Octavio A. Castillo y Rafael Sánchez-Salas publican:
"La evolución de la terapéutica quirúrgica ha sido vertiginosa y desde los principios clásicos de la cirugía a cielo abierto la evolución ha llevado a través de la laparoscopia a la actual cirugía robótica, en la cual, se ha logrado la aplicación exitosa de los preceptos de ingeniería robótica al quehacer diario del cirujano. El desarrollo de la cirugía mínimamente invasiva, inicialmente liderado por la laparoscopia convencional, constituyó terreno fértil para el desarrollo de técnicas quirúrgicas con el uso del robot.

En 1989, Wickham realizó la primera intervención de cirugía robótica urológica con su PROBOT que era capaz de realizar resección endoscópica de la próstata de manera automatizada. En 1995, Rovetta y colaboradores realizaron lo que pudo haber sido el primer procedimiento telemanipulado en una experiencia con biopsia prostática, y más tarde Kavoussi y Stoianovici presentaron su experiencia con un sistema conocido como TRACKER que permitía realizar punciones renales percútaneas de forma automatizada y de una manera muy efectiva.

El uso de sistemas automatizados en la cirugía, no es tan novedoso como se pudiese pensar, sin embargo los robots que hoy en día participan en los quirófanos de los centros a nivel mundial, constituyen el ejemplo de la tecnología más novedosa y avanzada disponible. La Urología se ha erigido como la especialidad quirúrgica líder en la aplicación de la tecnología para el diagnóstico y resolución de los aspectos clínicos que le competen, y la cirugía robótica no es una excepción.



(f9) Robot Da Vinci

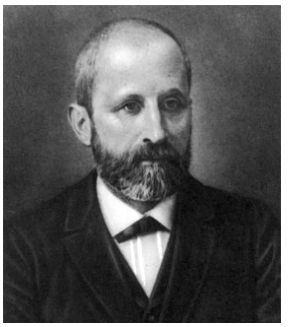
En los momentos actuales la **(f9) tecnología da Vinci®** de Intuitive Surgical, constituye el sistema robótico que ha aunado la suma de los conocimientos y experiencia clínica y tecnológica aportados por sus predecesores AESOP y ZEUS. especialmente en Estados Unidos, donde se han instalado más de 400 robots.

(f10) Instrumental robótico

Los urólogos han adoptado rápidamente esta tecnología y la **(f10) prostatectomía radical laparoscûpica asistida por robot (PRLAR)**, es el procedimiento robótico más practicado

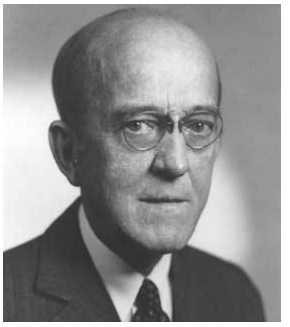
a nivel mundial. De los 766 casos realizados en el 2002 y en el año 2007 se estima que supere los 48.000, lo que constituye el 39.5% del mercado de la prostatectomía radical en Estados Unidos.

AVANCES EN TÉCNICAS DIAGNÓSTICAS EN UROLOGÍA GENÉTICA



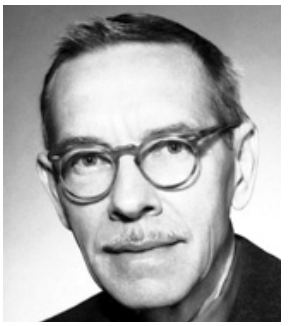
JOHANN F. MIESCHER

En 1869 un biólogo suizo **Johan Friedrich Miescher** (1844 - 1895), aisló varias moléculas ricas en fosfatos, a las cuales llamó nucleínas (actualmente ácidos nucleicos), a partir del núcleo de los glóbulos blancos en 1869, preparando el camino para su identificación como los portadores de la información hereditaria, el ADN, utilizó primero alcohol caliente y luego una pepsina enzimática, que separa la membrana celular y el citoplasma de la célula e identificó a un nuevo grupo de substancias celulares a las que denominó nucleínas que luego Richard Altmann, patólogo alemán, las identificó como ácidos y les dió el nombre de ácidos nucleicos. Robert Feulgen (1884-1955), químico alemán que en 1914, desarrolló un método de tinción de ADN (ahora conocida como la tinción de Feulgen), basado en el colorante fucsina.



FREDERICK GRIFFITH

En 1928 **Frederick Griffith** (1879-1941) médico y genetista británico, en el experimento conocido como "experimento de Griffith", descubrió lo que él llamó "principio de transformación", es decir lo que hoy en día se conoce como ADN. Fue capaz de inducir la transformación de una cepa no patogénica Streptococcus pneumoniae en patogénica.



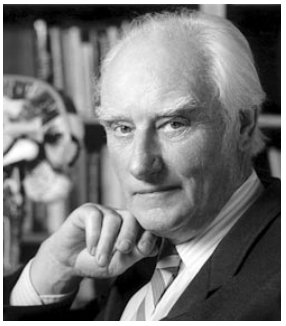
ALFRED HERSHEY

En 1952 **Alfred Hershey** del departamento de genética en Washington, Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1969 que compartió con Salvador Edward Luria y Max Ludwig Henning Delbrück y **Martha Chase** realizaron una serie de experimentos destinados a dilucidar si el ADN o las proteínas era el material hereditario. Marcando el ADN y las proteínas con isótopos radiactivos en un cultivo de un virus, se podía seguir el camino de las proteínas y del ADN en un experimento, demostrando cual de ellos entraba en la bacteria.
Un año después de los experimentos de Hershey - Chase apareció en la revista Nature, un artículo conjunto de **Watson y Crick** que narrabá de forma cautelosa el descubrimiento que habían realizado; comenzaba con estas palabras:"Deseamos sugerir una estructura para la sal del ácido desoxirribonucleico (ADN). Esta estructura posee nuevas características que son de considerable interés biológico" y así nace la genómica.

MARTHA CHASE

Las ciencias genómicas han tenido un importante auge en los últimos años, sobre todo gracias a las avanzadas técnicas de secuenciación de ADN, a los avances en bioinformática y a las técnicas cada vez más sofisticadas para realizar análisis de genomas completos. En varios países como USA, la Unión Europea y Japón se han realizado enormes proyectos para secuenciar el genoma de diversos organismos modelo. Probablemente el más conocido es el Proyecto Genoma Humano.

JAMES WATSON



FRANCIS CRICK

FRANCIS S. COLLINS

Las actividades del Proyecto de Genoma Humano se inician en 1984, cuando Robert Sinshheimerm, rector de la Universidad de California, planteó la idea de fundar un instituto para secuenciar el genoma humano en su propia Universidad y los Institutos Nacionales de Investigación de los EE.UU., comenzándose dichas investigaciones en forma oficial, en el año de 1990, con la intervención de países, como Canadá, Japón, Francia e Inglaterra.

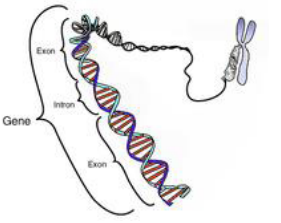
El PGH, nace fijándose como objetivo principal a cumplirse en el año 2005, el obtener la secuencia completa de los pares de bases que componen el genoma humano y consiste en determinar las posiciones relativas de todos los nucleótidos (o pares de bases) e identificar los 20.000 a 25.000 genes presentes en él.

En la actualidad se cuenta además con importantes servidores de acceso público, como el del NCBI (National Center for Biotechnology Information), que permiten que cualquier usuario con conexión a Internet acceda a la secuencia completa del genoma de decenas de organismos y a las secuencias de cientos de miles de genes de distintos organismos.

Desde 1999 dirige el proyecto Genoma Humano en el que participan 18 países el **Dr. Francis S. Collins**., médico genetista y director del National Human Genome Research Institute (NIH), (Instituto Nacional para la Investigación del genoma Humano) Desde ése papel supervisa uno de los proyectos más ambiciosos de la ciencia moderna: Ordenar y clasificar todo el mapa genético humano, meta que se dió por alcanzada en el año 2005.

En Abril 2003 fue completado el Proyecto Genoma Humano que desde su inicio fue la creación de un programa que analizará sus implicaciones éticas, legales y sociales, además del estudio de la genómica al conjunto de ciencias y técnicas dedicadas al estudio integral del funcionamiento, la evolución y el origen de los genomas. La genómica usa conocimientos derivados de distintas ciencias como son: biología molecular, bioquímica, informática, estadística, matemáticas, física, etc. La finalización de este Proyecto constituyó uno de los logros científicos más relevantes de comienzos del siglo XXI, gracias a la acción coordinada de los países desarrollados y el avance de la ciencia y la técnica y en especial de la bioinformática. Su impacto abarca todas las esferas de la sociedad. Su aplicación en la medicina posibilitará la comprensión de la biología molecular de las enfermedades, la prevención y el diagnóstico de diversas entidades y mejores formas de tratamiento como la terapia diana y génica.

Este diagrama esquemático muestra un gen en relación a su estructura física **(f11)** **(doble hélice de ADN) y a un cromosoma (derecha).** Los intrones son regiones frecuentemente encontradas en los genes de eucariotas, que se transcriben, pero son eliminadas en el procesamiento del ARN (ayuste) para producir un ARNm formado sólo por exones, encar-

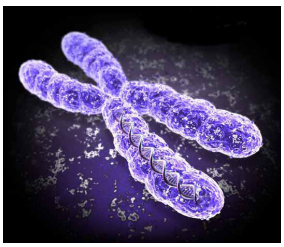


(f11) Doble hélice de ADN) y a un cromosoma (derecha)

gados de traducir una proteína. Este diagrama es en exceso simplificado ya que muestra(un gen compuesto por unos 40 pares de bases cuando en realidad su tamaño medio es de 20.000-30.000 pares de bases).

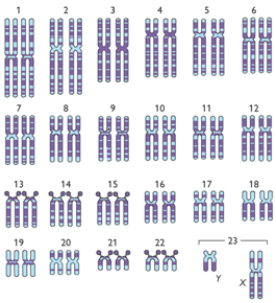
El Proyecto Genoma Humano ha podido demostrar que todas las personas somos genéticamente idénticas en un 99,99% y que solamente el 0,01% restante del genoma es el responsable de las diferencias que hace que cada individuo sea único (excepto en el caso de gemelos univitelinos o idénticos).

La **(f12) citogenética molecular** en urología, ha permitido desarrollar, o lo hará en el futuro próximo, métodos diagnósticos en lïs campos de la infertilidad y en el estudio de los tumores. La aplicación de las técnicas moleculares al estudio citogenético, en casos de infertilidad masculina, há permitido un mejor conocimiento del comportamiento de los cromosomas portadores de anomalías estructurales en la meiosis. Por ejemplo se ha podido demostrar que las alteraciones en los mecanismos moleculares implicados en el proceso de metilación del ADN durante la espermatogénesis, pueden generar errores en el patrón normal de expresión requerido para el adecuado desarrollo de los componentes feto-placentarios. (Actas Urol. Esp.Vol XXXII .10, Nov 2008).



(f12) Citogenética molecular

Cada ser humano consta de **(f13) 46 cromosomas**, en 23 pares, incluyendo un par de "cromosomas sexuales". Un hombre normal tiene un cromosoma X y un cromosoma Y (cariotipo 46 XY) y una mujer normal tiene dos cromosomas X (cariotipo 46 XX). Cada embrión recibe un cromosoma X de la madre y un cromosoma X o un cromosoma Y del padre, a través del espermatozoide. Algunas personas nacen con un número anormal de cromosomas, que es un trastorno llamado "aneuploidía". Por ejemplo, si existen tres juegos de cromosoma no sexual 21, en vez de un par, este tipo de aneuploidía es conocida como Trisomía 21 o síndrome de Down. Una persona puede nacer con un número anormal de cromosomas sexuales. Estas "aneuploidías cromosómicas sexuales" tendrán diferentes características sobre los nacidos, dependiendo de cuál cromosoma es anormal. El embrión puede tener un cromosoma X de menos (cariotipo 45 X) o un cromosoma extra X o Y (cariotipos 47 XXY, 47 XYY, 47 XXX). Pueden ocurrir anormalidades de diferentes tipos, dependiendo del tipo de aneuploidía.



(f13) 46 cromosomas

El riesgo de una anormalidad cromosómica sexual en la población general (concepciones naturales) es aproximadamente de 2 en cada 1000 nacimientos (0.2%). Los primeros estudios realizados en cientos de niños concebidos con ICSI (inyección intracitoplasmática de espermatozoides) no demostraron ninguna diferencia significativa entre ellos y los niños concebidos con FIV o en forma natural. Una puesta al día reciente del grupo de Bruselas combinado con otros estudios demuestra una incidencia de anormalidades cromosómicas sexuales del 0.7% (7 de 1000 nacimientos) luego de estudiar genéticamente a 2083 niños concebidos con ICSI. Lo que no está claro aún

es si este riesgo aumentado se encuentra especialmente en los hombres con los defectos espermáticos más severos, quienes no hubieran tenido ninguna chance de ser padres biológicos sin la ayuda de este procedimiento, o si el riesgo está relacionado al procedimiento mismo de microinyección. Nuestro conocimiento de las bases genéticas de la enfermedad y de la infertilidad continuará creciendo, gracias al proyecto genoma humano. Es posible que muchas causas de infertilidad inexplicada terminen siendo debidas a un problema genético. La pregunta es: ¿qué haremos con esa información? Es importante que la comunidad médica le informe a los pacientes infértiles de ese riesgo. Para la mayoría de los pacientes este hecho no ha sido un factor determinante a la hora de decidir si someterse a un tratamiento de este tipo. Pero podría significar que muchas mujeres tendrían otra razón para considerar el diagnóstico genético prenatal (biopsia de vellosidades coriónicas o amniocentesis) durante el embarazo.

Durante los próximos años vamos a presenciar un avance importante en el conocimiento de cómo los defectos genéticos se relacionan a la infertilidad masculina o a la infertilidad "inexplicada". A medida que se identifiquen más genes que juegan un rol en la reproducción, se identificarán defectos en los mismos. El ICSI ha proporcionado la capacidad de sortear algunos de estos defectos para la generación actual de hombres que buscan tener sus hijos biológicos, pero también significa que la próxima generación continuará con los problemas de infertilidad. Nuestra esperanza consiste en mejorar el conocimiento de estas mutaciones para anticipar las consecuencias potenciales y crear familias más sanas.

La predisposición genética a la formación de tumores se ha mostrado claramente en dos formas de cáncer: el retinoblastoma y el tumor de WILMS. Ambas neoplasias ocurren de manera hereditaria y esporádica, o hereditaria. La forma hereditaria del tumor de Wilms (1% de los casos) es generalmente bilateral. También en el Carcinoma de células transicionales de vejiga, en el carcinoma renal, el adenocarcinoma prostático y el cáncer testicular, parecería indicar que la futura investigación de marcadores genéticos irá casi exclusivamente por ese camino. También hay avances en el estudio génico del riñón poliquístico. Además, las dificultades encontradas por los estudios moleculares en casos de excesos o defectos de dosis génica, como en las trisomías o monosomías, son más fácilmente resueltos por la citogenética. Incluso es posible, que las consecuencias patogénicas de algunas translocaciones balanceadas y pérdidas de segmentos cromosómicos, puedan ser más complejas que las de activar oncogenes o pérdida de genes supresores de tumores.

En Urología el estudio del genoma humano ha ayudado a la identificación de la mayoría de los genes supresores de tumores descubiertos (p53, VHL, APC, CDKN2, RB) ejemplo: creemos que la identificación de los genes involucrados en la iniciación y progresión de los tumores testiculares es importante. Para lograr detectar estos genes se identifican las

regiones cromosomales con alta frecuencia de deleciones y mediante su estudio sistemático se puede identificar si existen genes supresores involucrados.

Luis Izquierdo López en su artículo "Avances en técnicas diagnósticas en Urología genética" habla de la transmisión genética ligada al cromosoma X en la estenosis pieloureteral y se corroboró que los pacientes heredaban conjuntamente del progenitor su haplotipo HLA y la enfermedad.

AJIT VARKI

En la actualidad, una corriente de científicos, encabezados por **Ajit Varki** del departamento de Medicina de la Universidad de California, apoya el denominado Proyecto del Genoma del Chimpancé, la obtención de un mapa del genoma de este animal tal como se está haciendo con el genoma humano. **(f14) "ANDi",** primer mono transgénico lleva en su ADN un nuevo gen que, aunque no tiene ninguna función específica, posee fluorescencia, lo que permite a los científicos rastrear su distribución en la estructura genética del animal.

(f14) ANDi

Los chimpancés, que comparten con los seres humanos el 99 por ciento de su carga genética, son inmunes a muchas de las enfermedades que afligen a las personas y conocer su mapa genético podría ayudar a entender esos problemas e incluso a averiguar donde subyace la verdadera "identidad humana", opina Varki.