



**Xplore
Health**
DISCOVER THE LATEST ON HEALTH RESEARCH

➔ Guía para educadores
"Cuestión de genes"
(Información general)

www.xplorehealth.eu

Índice

1. Introducción	3
2. Últimos avances	3
2.1. Definiciones	3
2.2. Últimos avances	3
2.3. La palabra mágica: medicina personalizada	3
3. Aspectos éticos, legales y sociales	10
3.1. Introducción	10
3.2. Disponibilidad	10
3.3. Privacidad	11
3.4. Más allá del diagnóstico: seguridad frente a predisposición	14
3.5. La comprensión de la información	14
3.6. La comprensión de la información	14
3.7. Alternativas	15
3.8. Agradecimientos	15

1. Introducción

Esta guía para el profesor le proporcionará información sobre el módulo de Xplore Health "Cuestión de genes". En primer lugar se introducirá el tema para permitirle prepararse la unidad didáctica mediante diferentes herramientas multimedia que encontrará en el sitio web. En la guía se proporciona información sobre los últimos avances en este ámbito de investigación, así como sobre los aspectos éticos, legales y sociales relacionados con este tema.

2. Últimos avances

2.1. Definiciones

La genómica es el estudio del GENOMA de un organismo, tejido o célula determinados. El genoma está formado por ADN, que actúa como código de solo cuatro letras (las BASES: adenina, guanina, timidina y citosina). El orden de su combinación da forma al código que contiene las instrucciones para crear diferentes componentes en el interior de las células. El ADN contiene pequeños segmentos denominados GENES que tienen la información que finalmente dará lugar a la formación de proteínas, pero el ADN tiene también otras SECUENCIAS que pueden actuar en la regulación del uso de genes o para definir las partes estructurales del genoma. En realidad, la genómica es la ciencia que estudia cómo funciona el código. Esto significa que debería ser capaz de "leer" el código (SECUENCIACIÓN del genoma), pero también de comprenderlo (estudiando los resultados finales del código, cómo se traduce el genoma, lo que se denomina EXPRESIÓN génica). El ADN de los GENES se TRANSCRIBE a ARN y el ARN se TRADUCE en proteínas que actúan como los reguladores estructurales y funcionales finales de la vida. Si el ADN crea el genoma, el ARN crea el TRANSCRIPTOMA y el repertorio proteínico resultante da lugar al PROTEOMA. Así pues, la genómica tiene disciplinas hermanas, la TRASCRIPTÓMICA y la PROTEÓMICA, y todas ellas contribuyen a un mejor conocimiento de cómo actúan las células, los tejidos o los microorganismos vivos y por qué fallan en ocasiones. Cuando más sepamos sobre la regulación del código, mejor podremos comprender los fallos o las combinaciones de códigos que pueden dar lugar a enfermedades. Cuanto más sepamos sobre el código, mejor podremos reproducirlo y utilizarlo en nuestro propio beneficio, para combatir o predecir enfermedades, pero también para crear modelos animales o vegetales que pueden utilizarse como herramientas para investigar o como fábricas vivas empleadas en el control ambiental,

la producción de fármacos, los procesos industriales o incluso la producción de alimentos funcionales.

Actividad sugerida/práctica:

Con las 4 letras AGCT, construir una SECUENCIA, recopilar SECUENCIAS para construir un GEN, recopilar GENES y secuencias de unión para crear un GENOMA, utilizar una "MÁQUINA DE TRANSCRIPCIÓN" para convertir algunos genes en cadenas de ARN (pueden combinarse piezas de varios genes o dividir los genes en varias cadenas de ARN), añadir todas las cadenas de ARN y obtener el TRANSCRIPTOMA, que es bastante más diverso y complicado que el genoma; posteriormente, utilizar piezas seleccionadas aleatorias del TRANSCRIPTOMA para elaborar un PROTEOMA con una "MÁQUINA DE TRADUCCIÓN" que convierte las cadenas de ARN en proteínas (de nuevo, las proteínas pueden crearse a partir de varias cadenas de ARN o pueden obtenerse muchas proteínas de una única cadena de ARN, el proteoma es mucho más complejo que el propio transcriptoma). El juego puede resumirse en la idea de que "pequeños cambios en el ADN pueden dar lugar a efectos enormes en la función" y también "hay tanta complejidad que muchas funciones acaban siendo redundantes, por lo que es muy difícil causar un daño real, y la complejidad da lugar a plasticidad".

Así pues, el objetivo final de la GENÓMICA es comprender qué relevancia tienen los cambios del código y si podemos utilizar la lectura del código como factor predictivo de enfermedades o de cómo reaccionaremos a un tratamiento determinado para una enfermedad.

2.2. Últimos avances

Farmacogenómica

La FARMACOGENÓMICA es la parte de la genómica aplicada a saber cómo responderá una persona con una secuencia genética única a un fármaco determinado. La tendencia de los últimos diez años es a adaptar el proceso de desarrollo farmacológico a las correlaciones farmacogenómicas. En general, un 30 % de los pacientes no responde a un fármaco determinado, lo que puede atribuirse principalmente a las variaciones individuales en secuencias génicas clave. La búsqueda de correlaciones significativas entre las secuencias DISTINTIVAS y la respuesta a los fármacos es un aspecto clave en la farmacogenómica. La

rápida materialización de TODA LA SECUENCIA GENÓMICA está permitiendo comprender mejor estas secuencias distintivas. En mayo de 2010 fue ya técnicamente posible obtener la secuencia completa del genoma de una persona en menos de un mes y con un coste inferior a 50.000 €, y existen diversas plataformas que afirman que puede conseguirse por menos de 10.000 €. Puede predecirse que, a corto plazo, se realizará en menos de una semana y por 1.000 €, siendo 100 € el objetivo más ambicioso planteado por la industria (IBM).

Toxicogenómica

La TOXICOGENÓMICA hace referencia a la farmacogenómica en tanto en cuanto intenta correlacionar una secuencia distintiva de ADN con un efecto farmacológico, pero, en el caso de la toxicogenómica, el objetivo es comprender cuándo será TÓXICO un fármaco determinado para una persona. Las enzimas hepáticas de la FAMILIA P450 son especialmente relevantes para la toxicogenómica. Existe una grandísima variedad de variantes genéticas de los genes que codifican estas enzimas clave para el modo en que el organismo procesa los fármacos. Las variaciones sutiles en algunos de los genes de la familia P450 pueden dar lugar a variaciones de tres órdenes de magnitud en la metabolización de los fármacos entre las personas. Los genes P450 característicos están entre los primeros kits de toxicogenómica comercializados y utilizados en ensayos clínicos para comprender mejor el perfil de eficacia y seguridad de nuevos fármacos.

Un buen ejemplo de un proyecto europeo con la toxicogenómica como herramienta para proporcionar modelos predictivos no animales para la evaluación de la posible toxicidad de sustancias químicas es la carcinogenómica <http://www.carcinogenomics.eu/>.

Pruebas diagnósticas con fines terapéuticos (teragnóstico)

El proceso de desarrollo farmacológico está experimentando un cambio enorme de paradigmas. Uno de los más destacados es la tendencia a desarrollar una prueba de ADN o ARN al mismo tiempo que un fármaco y relacionar el uso del fármaco con un resultado positivo o negativo del ADN o el ARN. Pionero en esta tendencia fue el tratamiento para el cáncer de mama Herceptin que está aprobado únicamente para las mujeres con positividad para el receptor estrogénico. La palabra TERAGNÓSTICO se acuñó para definir cualquier prueba diagnóstica con un fármaco asociado cuya prescripción depende de la prueba.

Más allá del diagnóstico: pronóstico y predicción basados en la genómica

Sin embargo, la búsqueda del ADN característico y su correlación con una respuesta a un fármaco es solo una pequeña parte de la contribución de la genómica a la mejora de la atención sanitaria. En los últimos 10 años ha habido avances significativos en el uso de la genómica para establecer un pronóstico (evaluación del riesgo de evolución de una enfermedad o el riesgo o el fracaso de un tratamiento determinado) y predecir el desenlace de un tratamiento concreto o la aparición de una enfermedad. Los médicos están empezando a utilizar la genómica (en términos generales, DIAGNÓSTICO MOLECULAR) para tomar decisiones sobre el tratamiento de los pacientes, qué combinaciones de fármacos utilizar y qué procedimientos aplicar. Es especialmente relevante en oncología, aunque también en algunas enfermedades psiquiátricas. Hay una serie de cuestiones éticas relacionadas con el uso de la genómica para predecir la probabilidad de sufrir enfermedades que no tienen cura (por ejemplo la enfermedad de Alzheimer), por lo que el derecho a la información deberá equilibrarse con la disponibilidad de una solución, aunque el mayor conocimiento de la genómica nos hace cada vez más capaces de predecir la evolución de nuestro organismo con el tiempo, cómo reaccionará a diferentes tratamientos y cómo podemos prevenir la aparición de determinadas enfermedades.

2.3. La palabra mágica: medicina personalizada

Realizar un análisis de sangre, orina o saliva y tener una prescripción automatizada para prevenir enfermedades futuras y tratar las actuales no es algo tan remoto. La MEDICINA PERSONALIZADA ya está aquí para quedarse y está cambiando la forma de desarrollar fármacos. En algunos campos (por ejemplo, la oncología), la industria farmacéutica está priorizando el desarrollo de estos fármacos que pueden actuar sobre perfiles génicos específicos del tumor. En las enfermedades huérfanas causadas por defectos genéticos, la identificación de la mutación permite definir el tratamiento. En el ámbito de la toxicogenómica, determinados fármacos o combinaciones de fármacos no se prescriben, ya que las características de P450 del paciente sugieren que el fármaco se destruirá completamente en el hígado antes de llegar a su diana o se mantendrá en la circulación el tiempo suficiente para ser más tóxico de lo aceptable. Hay más de 2.000 pruebas genéticas disponibles que pueden dar lugar a la toma de decisiones informadas acerca del uso de fármacos. Los PERFILES GENÉTICOS (cuando hace referencia a un solo gen o a varios genes) o los PERFILES GENÓMICOS (cuando hace referencia a todo el genoma) se están

utilizando cada vez más para respaldar y complementar el desarrollo de nuevos fármacos. Los desarrollos fracasados antiguos se están revaluando con métodos de farmacogenómica para ver si hay alguna subpoblación que haya respondido al fármaco y, de hecho, algunos fármacos se han "recuperado" gracias a la farmacogenómica. Algunos criterios clínicos clave como prescribir quimioterapia intensiva o simplemente esperar y ver pueden basarse en criterios farmacogenómicos, dependiendo del valor pronóstico de las características genéticas.

Actividad sugerida:

Una baraja de 100 cartas con 5 cartas diferentes: A, B, C y D son diferentes fármacos para la misma enfermedad y E es un kit con fines terapéuticos que permite decidir si se utilizan las cartas B, C o D:

A es una tarjeta de fármaco "universal" que es eficaz pero solo en el 70 % de los pacientes. El tratamiento A cuesta 100 €, B, C y D son eficaces en el 100 % de los pacientes siempre que se utilice la carta E. La combinación de B, C o D con E cuesta 200 €.

Cada fracaso de paciente cuesta 500 €.

Jugar con las cartas para tratar a 100 pacientes seleccionados aleatoriamente para ver qué es más eficaz desde el punto de vista puramente económico, además de pensar acerca de la ética de utilizar un fármaco que no necesariamente será eficaz.

En el ejemplo, tratar a 100 pacientes con A costará $7.000 \text{ €} + 15.000 \text{ €} = 22.000 \text{ €}$ y quedarán 30 pacientes enfermos, mientras que tratar a la misma población de pacientes con B, C o D combinado con el kit con fines terapéuticos E costará 20.000 € y curará a todos. Por lo tanto, las estrategias de fármaco + kit con fines terapéuticos en un abordaje de medicina personalizada pueden ser más costosas a nivel individual, pero más éticas y eficaces en el uso de recursos desde el punto de vista poblacional.

3. Aspectos éticos, legales y sociales

En este apartado se incluye una serie de opiniones y temas para debate en la clase sobre aspectos éticos, legales y sociales relacionados con la genómica.

3.1. Introducción

La medicina del siglo XXI se basa en nuevos paradigmas que, si se convierten en realidad y finalmente pueden alcanzar su potencial pleno, supondrán una revolución en los tratamientos médicos actuales y mejorarán sustancialmente la calidad de vida de las personas. Uno de los paradigmas es lo que se conoce como **medicina personalizada**. La medicina personalizada se basa en aplicar tratamientos individualizados (farmacológicos o no) en función de las características genéticas de los pacientes. Para ello, conviene disponer de unos conocimientos exhaustivos sobre su genoma (material genético). Aunque no solo somos nuestro genoma, su influencia en la respuesta a diferentes tratamientos es incuestionable. Por lo tanto, se ha planteado la posibilidad de adaptar los tratamientos a las características genéticas de las personas con el objetivo de tratarlas con las dosis eficaces mínimas para evitar efectos secundarios adversos (**farmacogenómica**) o para evitar efectos tóxicos después de la exposición a dosis adicionales (**toxicogenómica**).

Sin embargo, las preocupaciones éticas parecen relacionadas con la medicina personalizada, principalmente derivadas de los conocimientos exhaustivos necesarios acerca de las características genéticas de las personas y, en especial, del uso de esta información.

3.2. Disponibilidad

La disponibilidad es una preocupación general asociada a tecnologías complejas y, por lo tanto, costosas (como la Biotecnología – véase la Guía para el profesor: Información general en www.xplorehealth.eu). Tal como se menciona en el apartado de Últimos avances, el coste de la determinación de la secuencia completa del genoma de un ser humano ronda actualmente los 50.000 €. Este coste se está reduciendo constantemente y hace poco se ha anunciado (Associated Press, 10 de enero de 2012) que una empresa de biotecnología californiana ha desarrollado un secuenciador de ADN de sobremesa automatizado que descodifica la secuencia de un genoma humano en 24 horas por un coste asumible de 784 € (1.000 USD). En la actualidad, esta máquina utiliza microchips capaces de secuenciar el exoma (la parte del genoma que contiene el código para las proteínas funcionales), aunque la compañía tiene previsto producir una segunda generación de microchips para finales de 2012 con capacidad para descodificar la secuencia completa de 3.000 millones de pares de bases del ADN humano. El hardware necesario para leer estos microchips tiene un coste de

inversión de aproximadamente 117.000 € (149.000 USD). Suponiendo que esta información sea totalmente cierta, aunque menos de 1.000 € por muestra y una inversión inicial de 117.000 € pueden considerarse un coste aceptable en los países desarrollados, es un coste inasequible en el tercer o cuarto mundos (el término cuarto mundo hace referencia a las subpoblaciones de personas socialmente excluidas de las sociedades de los países desarrollados).

Este hecho plantea la cuestión de quién debe costear el desarrollo de estas tecnologías. Si se deja a las iniciativas privadas y lucrativas, existe un riesgo real de que los costes relativamente altos de este tipo de tecnologías hagan que solo estén disponibles para los países con un amplio desarrollo o para personas económicamente potentes, con lo que se dejan de lado enfermedades raras o desatendidas por su escaso interés económico. Por otra parte, las iniciativas públicas y sin ánimo de lucro que financian su desarrollo deberán costearlas todos los contribuyentes que demandan un mayor número de nuevas tecnologías, para las que tendrá que establecerse una prioridad. El lugar que ocuparía esta medicina personalizada en esta priorización es algo que habrá que debatir.

La única forma de abordar esta situación es solicitar la aplicación del principio de justicia distributiva para el desarrollo de medicina personalizada, del mismo modo que en otras tecnologías médicas novedosas.

3.3. Privacidad

El acceso a la información genética personal, así como a cualquier tipo de dato de salud entra claramente en el ámbito del derecho a la privacidad.

El derecho a privacidad es un derecho muy importante que se ha reconocido como uno de los Derechos Humanos (Artículo 12) y se ha incorporado como tal en la mayoría de las constituciones occidentales.

La privacidad tiene una estrecha relación con la intimidad, ya que no puede existir intimidad sin privacidad. La intimidad en la comunicación y las relaciones interpersonales es fundamental para tener una vida completa, ya que la intimidad sin intrusiones de otros es necesaria para desarrollar experiencias espontáneas sin ningún tipo de vergüenza. Por lo tanto, la privacidad proporciona la libertad para poder definir las relaciones personales con

otros y para autodefinirse. En este sentido, la privacidad está estrechamente relacionada con el respeto por los demás y uno mismo.

La confidencialidad implica el compromiso de no revelar los datos que afectan a la privacidad de las personas (datos sobre salud, datos personales, etc.). No se trata de un derecho absoluto, ya que en algunos casos especiales se incumple (por ejemplo, para denunciar actos ilegales como abuso sexual o físico).

El riesgo de mal uso de la información sobre las características genéticas de una persona es incuestionable, ya que dicha información puede utilizarse de acuerdo con los intereses de las empresas o compañías en lugar de en función de los objetivos médicos que pueden beneficiar al bienestar individual. Hace tiempo que se han descrito ejemplos de seguros de salud que han adaptado sus honorarios (o incluso han excluido a personas) teniendo en cuenta la información genética de predisposición al cáncer, por ejemplo. Del mismo modo, pero más recientemente, se publicó en la prensa (*The Daily Mail*, 16 de octubre de 2011) que un club de fútbol de primera división del Reino Unido ha comenzado a incluir pruebas genéticas para detectar a las personas propensas a sufrir lesiones como criterio para seleccionar a sus jugadores.

No obstante, es fundamental eludir cualquier determinismo genético que parezca ocultar este tipo de acciones; somos mucho más que nuestro genoma: el entorno, la educación y las circunstancias vitales tienen una clara influencia en nuestra personalidad y salud. Por lo tanto, una simple predisposición no deberían tomarse como la garantía de que va a desarrollarse determinada enfermedad en el futuro.

En este sentido, el límite de la gran cantidad de información que representa conocer toda la secuencia de nuestro genoma alcanza su dimensión real.

3.4. Más allá del diagnóstico: seguridad frente a predisposición

Tal como se ha mencionado anteriormente, la cuestión sobre los límites de la información se plantea cuando entran en juego la seguridad y la predisposición. Cuestiones como la influencia en nuestra vida de ser conscientes de que tenemos una predisposición del 80 % de desarrollar cáncer colorrectal en el futuro o sobre cómo afrontar el hecho de saber que padecemos una enfermedad genética de la que moriremos alrededor de los 50 años (como la enfermedad de Huntington) no son banales.

Además, ¿qué defectos genéticos deberían considerarse relevantes y cuáles meras "características" propias? ¿En qué medida debería influir esta información en las generaciones futuras? Imaginemos que un gran porcentaje de la población empieza a solicitar seleccionar que su descendencia masculina no presente alopecia androgénica. ¿No cambiaría esta actitud nuestro aspecto, y la especie, en el futuro? ¿Se considerarán entonces las personas calvas raras o indeseables?

3.5. El derecho a saber y a "no saber"

Si consideramos estas situaciones que acabamos de mencionar y, aunque la información acerca de las características genéticas propias de una persona puede considerarse algo positivo, surge una especie de derecho a no saber. Este derecho a no saber es especialmente relevante en lo que respecta a enfermedades muy graves para las que no existen tratamientos eficaces. En este caso, existe un riesgo de revelar de forma accidental la información no deseada por parte los profesionales que tratan al paciente: por ejemplo, el hecho de aplicar o no un tratamiento o procedimiento diagnóstico (incluso a algunos familiares) puede hacer que el paciente se entere de si presenta o no el gen mutado. En ese caso, se produce una situación compleja que enfrenta a los profesionales y que, en casos extremos, implica la aplicación de tratamientos "falsos" e innecesarios, lo que claramente van en contra de la ética médica. Uno de estos casos es "No comunicar el diagnóstico genético previo a la implantación" en caso de enfermedad de Huntington: si un progenitor potencialmente afectado expresa su deseo de no saber y después del análisis genético se descubre que no posee el gen mutado, el procedimiento de fertilización *in vitro*, aunque sea innecesario, deberá continuar y deberá realizarse un diagnóstico "falso" previo a la implantación para evitar revelar las características genéticas del paciente.

Además, en algunos casos, se plantea la necesidad de informar a los familiares cercanos o incluso terceras personas para proteger el bienestar o la salud de los familiares cercanos de la persona. Sin embargo, si este es el caso, deberá realizarse sin incumplir el derecho a no saber y teniendo en cuenta que dicha información puede divulgarse accidentalmente. En general, la estrategia más eficaz consiste en fragmentar la información global del caso entre diferentes equipos de trabajo, de modo que ninguno de ellos disponga del grueso de la información para evitar revelarla.

3.6. La comprensión de la información

La cantidad de información genética disponible después de la secuenciación del genoma completo es enorme (3.000 millones de pares de bases). Por lo tanto, la comprensión del significado de toda esta información no es una cuestión menor a tener en cuenta, ni siquiera para los expertos. Las diferencias en la secuencia del ADN no siempre son sinónimo de una anomalía: los polimorfismos (variables genéticas) son enormemente frecuentes entre todos los seres existentes (incluidos, naturalmente, los humanos) y distinguirlos de las mutaciones patológicas puede ser extremadamente difícil o incluso una especie de convencionalismo.

Si tenemos en cuenta que toda la información puede ser difícil de interpretar para los expertos, la situación puede ser incluso peor cuando esta información se pone a disposición de la población general. Hay estudios que indican que las pruebas genéticas directas a los consumidores ofrecen poca información para la población general, puesto que no son capaces de interpretar y comprender los resultados derivados, especialmente sus limitaciones y consecuencias. A menudo, esta situación implica que las personas sin una base científica que pueda ayudarles a realizar su propia interpretación adecuada interpreten incorrectamente y de forma subjetiva los resultados. Por ejemplo, recientemente se han comercializado pruebas de fertilidad masculina para realizar en casa basadas en diferentes parámetros fisiológicos y bioquímicos asociados a la viabilidad del espermatozoides y más o menos relacionadas con su capacidad de fertilización (movilidad y concentración espermática). Estas pruebas ofrecen la posibilidad de determinar la propia fertilidad dentro de la intimidad de su domicilio, de modo que se evitan pruebas médicas incómodas. Sin embargo, los científicos siempre han advertido de que "el diagnóstico sin el asesoramiento profesional que normalmente le acompaña podría hacer más mal que bien" (Barras C., 2010). Ahora imaginemos que, después de haber utilizado una de estas pruebas de fertilidad en casa, un hombre "descubre" su supuesta infertilidad cuando su mujer se queda embarazada: aparece inmediatamente la sospecha. Si combina esta situación con el uso de una "prueba de paternidad casera a través del ADN", que no puede atribuir la paternidad sino descartarla (la diferencia es lo bastante sutil para que mucha gente no lo comprenda totalmente), la pareja se ve envuelta en un lío que seguramente afectará a su vida y a la vida de un niño inocente.

La mejor forma de evitar la mayor parte de los riesgos indeseables anteriormente mencionados es mantener la información genética de una persona entre profesionales biomédicos que se supone que saben interpretar esta información para asesorar a la

persona y utilizar la información exclusivamente para el beneficio y bienestar propios del paciente.

3.7. Alternativas

Tal como hemos comentado anteriormente, el principal riesgo de la medicina personalizada es el uso inadecuado de la información genética. La obtención de esta información parece representar el primer paso hacia el uso de medicina personalizada. Pero, ¿es tan fundamental esta información? Los avances en la tecnología de las células madre pluripotentes inducidas (iPS) ofrecen la posibilidad de obtener modelos de enfermedad específicos para el paciente para analizar fármacos o tratamientos sin recopilar su información genética (Robinton D. A. y Daley G. Q.; 2012). No obstante, esta estrategia sigue teniendo algunos inconvenientes que deben tenerse en cuenta: la iPS parece "recordar" su origen e historia en el epigenoma (las modificaciones que el genoma experimenta durante el desarrollo embrionario y la formación tisular) y probablemente proporcione diferentes respuestas a tratamientos concretos en función del tejido del que deriven o de las condiciones en las que se haya cultivado. Por lo tanto, si se persigue obtener información sobre la respuesta de todo el organismo, ¿cuántas líneas celulares para iPS deben obtenerse de cada paciente para considerarlas representativas? ¿De qué tejido específico?

No obstante, se trata de una estrategia muy prometedora que puede resolver la amenaza del mal uso de la información genética y mantener la privacidad y la confidencialidad sin renunciar a la medicina personalizada.

3.8. Agradecimientos

El autor agradece a la Dra. Elena Ibáñez su ayuda en la lectura del original.

Autores:

El documento de Últimos avances ha sido elaborado por **Luis Ruiz Ávila**, Socio directivo y CEO de Janus Development. El documento de aspectos éticos, legales y sociales ha sido elaborado por **Josep Santaló**, catedrático de Biología Celular, Universitat Autònoma de Barcelona.

Bibliografía: aspectos éticos, legales y sociales

Barras C. 2010, Home test for sperm count could leave men in a mess, New Scientist:2746, 10-11

Robinton D. A. and Daley G. Q. 2012, The promise of induced pluripotent stem cells in research and therapy, Nature: 481, 295-305

➔ www.xplorehealth.eu

Xplore Health

DISCOVER THE LATEST ON HEALTH RESEARCH



➔ FUNDED BY:



European Commission

➔ PROJECT PARTNERS:



UM&Asociados