

Los biomateriales y sus aplicaciones

María Cristina Piña Barba

BIOMATERIALES

Hablar de biomateriales no es hablar de materiales empleados en la medicina, tampoco es hablar de materiales empleados para prótesis, ya que muchas de estas nunca están en contacto con tejidos vivos. Hablar de biomateriales implica hablar de materiales capaces de estar en contacto con tejidos vivos, durante un periodo de tiempo, como parte del tejido, con la finalidad de completar al tejido y/o de ayudar a mejorar el funcionamiento de éste cuando forma parte de un sistema, sin afectar al resto del organismo y sin ser afectado por él, a menos que así se hubiera diseñado, como ocurre con los hilos de sutura para tejidos internos que están diseñados para ser absorbidos por el organismo.

Para poder hablar de un biomaterial, es necesario que éste cumpla con requisitos, muchos de los cuales dependerán de qué tejido será sustituido por el material. Para entender lo anterior, pondremos ejemplos muy simples. En la Figura 1 se ilustran diferentes prótesis que no implican biomateriales.

Para reparar un diente que presenta caries, es necesario primero retirar todo el tejido dental dañado por la caries y dejar muy limpia la cavidad que será rellenada con el material de obturación o restauración. Los materiales de restauración u obturación dental pueden ser oro, plata, porcelana, resina o amalgama, que es una aleación de mercurio, plata, cobre, estaño y zinc (ver Figura 2). La cavidad debe rellenarse perfectamente para evitar que vuelva a presentarse la caries.

Dichos materiales deben cumplir con varias condiciones: no pueden ser tóxicos, tampoco deben ser absorbibles,

no deben deshacerse en saliva, deben permanecer con el mínimo de cambio en su tamaño dentro de un intervalo de temperaturas de 0°C a 100°C (por si la persona le da un trago al café hirviendo), también se pide que permanezca en su lugar durante la masticación, que es un proceso que implica fuerzas enormes, etc. Es obvio que sólo por el hecho de estar en el cuerpo humano ya debe cumplir con muchas características importantes, que podemos dividir en características de biocompatibilidad y características de biofuncionalidad.



FIGURA 1

Prótesis de pierna, de oído y de brazo con mano, que no implican biomateriales ya que no están en contacto con tejidos vivos. Hay que recordar que la piel no es un tejido vivo. En este caso todas estas prótesis substituyen una función biológica para el organismo como son locomoción, audición y prensión respectivamente.



FIGURA 2

Las obturaciones dentales conocidas como amalgamas.



FIGURA 3

La piel es hermosa, suave, fresca, sirve para relacionarnos con las personas que nos quieren y nos protege de las bacterias, virus y hongos del medio ambiente; además a través de ella se eliminan muchas de las toxinas del cuerpo.

Si tuviéramos que poner piel por alguna razón a una persona, no podríamos simplemente ponerle la piel de otra persona, ya que causaría un enorme rechazo iniciando así la acción masiva de su sistema inmunológico. La piel artificial que substituye a la piel natural de una persona, no debe provocar ningún rechazo por el paciente y debe cumplir las funciones más vitales de la piel humana como son:

1. Protección: la piel es una barrera biológica que nos protege de patógenos y de daños provenientes del medio externo.
2. Sensación: La piel tiene una enorme variedad de terminales nerviosas que reaccionan a estímulos como presión, temperatura, vibración, etc. y nos permite tener comunicación entre nuestro cuerpo y el exterior.
3. Regulación del calor: la piel evita que el cuerpo pierda calor por radiación, convección y conducción.
4. Control de evaporación de agua del organismo: pues proporciona una barrera seca y semipermeable de pérdida de fluidos.
5. Permite la salida de fluidos tóxicos para el organismo como es el sudor.
6. Resistencia al agua: la piel es una barrera impermeable al agua, lo que es esencial para los nutrientes del organismo.
7. Absorción: la piel puede difundir a través de la epidermis oxígeno, nitrógeno y ciertas cantidades de dióxido de carbono del aire, y algunos medicamentos a través de parches que se adhieren a ella. Es un sitio de transporte de material.
8. Almacén de lípidos: la piel es un centro de almacenamiento para lípidos y agua, y también es un

medio de síntesis de vitamina D por acción de la luz UV proveniente del sol sobre ciertas partes de la piel.

9. Estética y comunicación: una piel sana además de ser estética produce aceptación del medio social.

Como se puede pensar, es muy difícil hacer un material que cumpla con todos estos requisitos, de modo que lo que se hace es algo que cumpla los más esenciales mientras el paciente genera su propia piel, sirviendo de ser posible, esta piel artificial como alimento para la nueva piel natural. (Ver Figura 4).

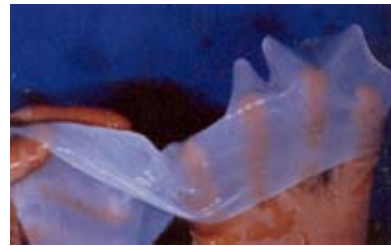


FIGURA 4

Se muestra un material polimérico empleado como piel artificial.

Los huesos en el cuerpo humano cumplen varias funciones:

1. Locomoción: huesos de brazos y piernas
2. Protección de órganos vitales: cráneo, costillas, esternón, columna vertebral y cadera
3. Propagación del sonido: los huesecillos
4. Soporte de músculos
5. Almacén de químicos y producción sanguínea

Cuando falta una porción de hueso por enfermedad, accidente o defecto óseo, se puede colocar hueso del mismo paciente retirado de otro lado que generalmente es cadera. En este caso hablamos de autoimplante ó autoinjerto. Este tipo de ayuda para el paciente tiene en contra que el paciente en vez de una operación, sufre dos operaciones; que el autoinjerto está limitado en cantidad y no necesariamente es suficiente.

Se puede colocar hueso libre de materia orgánica ó matriz ósea, proveniente de otro animal; en general se emplea bovino para restaurar el hueso humano. Esto se conoce como xenoimplante ó xenoinjerto. En la Figura 5 se ilustra la matriz ósea y una radiografía en la cual se muestra la mano de un paciente al que se le colocó.

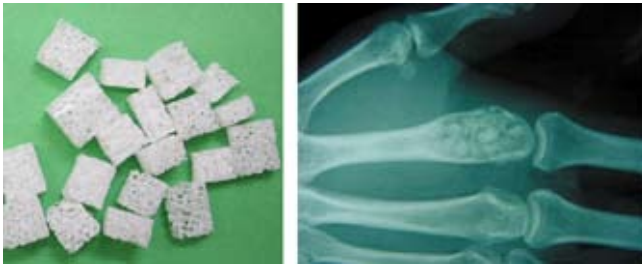


FIGURA 5

a) Se muestra la matriz ósea obtenida de hueso de bovino y procesada para quitarle toda la materia orgánica y así evitar reacciones de rechazo por el paciente. b) Se muestra la radiografía de la mano de un paciente al que se le colocó el xenoinplante.

En este caso, se emplea el xenoinplante óseo para ayudar a reparar los huesos del paciente, el implante sirve como un andamio para que las células óseas del paciente lo colonicen y formen hueso nuevo.

Cuando se emplean prótesis ortopédicas metálicas, lo que se busca es la sustitución de las dos primeras funciones enumeradas: la locomoción y la protección de órganos vitales. En las Figuras 6 y 7 se ilustran casos de dichas funciones.



FIGURA 6

Prótesis de cadera, sustituye la cabeza del fémur del paciente, y prótesis de rodilla.

Los huesecillos del oído se substituyen casi siempre con prótesis cerámicas que son más ligeras que las metálicas, lo cual es importante para la transmisión del sonido, ya que deben vibrar con las ondas sonoras.

Las funciones 5 y 6 no son substituidas hasta este momento.

En el caso del hueso, el material del implante debe ser no tóxico para ninguna de las células sanguíneas del paciente, ya que todos los tipos de estas estarán eventualmente en contacto con el implante. Tampoco debe ser cancerígeno, y de preferencia que la velocidad de corrosión sea cero o muy cercana a este valor; es decir, es deseable que no haya corrosión. Como esto es por lo pronto imposible, se pide además que los productos que se producen por la corrosión del implante cumplan las mismas condiciones de biocompatibilidad que se le pide al material del implante.



FIGURA 7

Se ilustra una malla de Titanio que se emplea en caso de pérdida del hueso del cráneo o de fractura del mismo, protegiéndolo de posibles golpes.

Podemos interpretar la biocompatibilidad de un material como la aceptabilidad biológica del material por el organismo del paciente. Cuando un biomaterial es biocompatible, entonces lo llamamos biomaterial.

Las superficies de las prótesis que estén en contacto con tejido vivo deberán estar hechas de biomateriales, ya que de otra forma el organismo reaccionará con acciones de rechazo como pueden ser desde una inflamación crónica hasta la presencia de tumores. Las prótesis externas que son aquellas que no están en contacto con tejido vivo, no requieren estar hechas de biomateriales.

Para una prótesis hay muchos factores importantes, estos se califican con dos parámetros: biocompatibilidad y biofuncionalidad.

Para entender la biofuncionalidad considere un biomaterial con el que se hará una pequeña caja que se insertará en el cuerpo, si la caja tiene bordes y esquinas redondeados y está bien pulida su superficie no causará problemas, pero si la caja tiene bordes y esquinas afilados y si además no está pulida o presenta agujas en su superficie, causará mucho daño en el cuerpo implantado, el cual presentará reacciones de rechazo al implante aunque éste sea de un material biocompatible; esto se debe a que el diseño del implante no es biofuncional.

Ni la biocompatibilidad, ni la biofuncionalidad se determinan con una sola prueba, se requiere una serie de pruebas para cada uno de estos parámetros que implican técnicas de frontera.

Una prótesis hecha con un material biocompatible y con un diseño biofuncional no es garantía de que a cualquier paciente le sirva, ya que las prótesis deben adecuarse a las medidas y necesidades de cada paciente. Es por ello que cuando un médico ortopedista hace una cirugía para colocar una cabeza de fémur, entra a la sala de cirugía con un conjunto de prótesis y escoge la más adecuada para el paciente una vez que se puede dar cuenta

del tamaño necesario para este. La habilidad del médico cirujano para colocar la prótesis es muy importante para que ésta funcione como se espera sin mucho trabajo para el paciente.

Por otro lado, la salud y el estado anímico del paciente determinan si éste superará el implante, lo aceptará y aprenderá a vivir con él; sintiéndolo como parte de su propio organismo.

En resumen. El éxito de un implante depende de todos estos factores: la biocompatibilidad y biofuncionalidad de la prótesis, las habilidades del médico cirujano y su equipo de cirugía (anestesta, enfermera, ayudante, etc.) y de rehabilitación (terapeuta) y la disposición y salud del paciente durante su rehabilitación, sobre todo del estado anímico del paciente.

Dicen los médicos: “Una prótesis mal puesta con un paciente bien rehabilitado: Funciona. Una prótesis bien puesta con un paciente mal rehabilitado: No funciona”. Lo cierto es que cuando un paciente tiene ganas de salir adelante, lo hace a pesar de todo.



FIGURA 8

La competidora olímpica Sonia Stravinsky puede patinar y hacer pasos extraordinarios después de haber sido sometida a un implante de cabeza de fémur, gracias a su disposición por lograrlo.

CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES

La Ciencia de los Biomateriales se basa en las propiedades físico químicas de estos y su comportamiento cuando se encuentran en el organismo, por lo que la caracterización físico química del material y el estudio de la interacción entre el material y el medio biológico es fundamental para el desarrollo de esta Ciencia.

Entre las aplicaciones más importantes que tienen los biomateriales está la de ser los materiales para producir an-

damios celulares, básicos para la Ingeniería de Tejidos. En la Figura 8 se ilustra una válvula cardíaca antes y después de ser colonizada por células madre y estar lista para ser implantada.

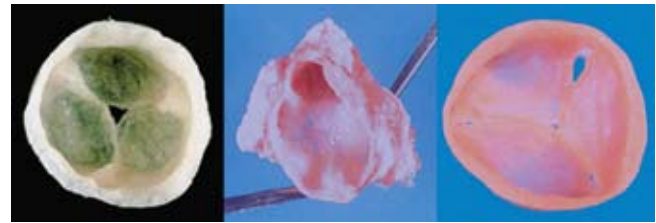


FIGURA 9

Se ilustra “el esqueleto” de una válvula cardíaca de un donante, a la que le fueron retiradas todas las células (a) y después de estar colonizada con células madre del paciente (b y c) lista para ser implantada. (Escuela de Medicina de Hannover, Alemania, 2009).

El desarrollo de la Ingeniería de Tejidos va a ser muy importante para la Medicina del Siglo XXI, ya que cambiará toda la estructura de ésta, tanto como la Genética lo está haciendo. •

Referencias.

1. T.G. Van Kooten, C.L.Klein, C.J.Kirkpatrick, D.F. Williams, R. Eloy. From cytotoxicity to biocompatibility testing in vitro. *J. Of Mat. Sci.: Materials in Medicine* 8, 835-841, 1997.
2. B. Constantz, I. Ison, M. Fulner. Skeletal Repair by in Situ Formation of the Mineral Phase of Bone. *Science* 267, 1796-1799, 1995.
3. T.V. Thamaraiselvi and S. Rajeswari. Biological Evaluation of Bioceramic Materials. A Review. *Trends Biomater. Art. Organs*. 18 (1), pp 9-17 (2004).
4. Hench, Larry L. *Biomaterials : An interfacial approach*. New York: Academic Press 1982.
5. John Bu Park. *Biomaterials science and engineering*. New York: Plenum Press, 1984.
6. Shalaby W. Shalaby, ed., *Polymers and biomaterials*. New York: Plenum Press, 1984.
7. John W. Boretos and Murray Eden, ed., *Contemporary biomaterials: Material and host response, clinical applications, new technology and legal aspects*. Park Ridge, New Jersey: Noyes, 1984.
8. Buddy D. Ratner, ed., *Biomaterials science: an introduction to materials in medicine*. San Diego: Academic Press, 1996.
9. Larry L. Hench & June Wilson, ed., *An Introduction to bioceramics*. Singapore: World Scientific, 1993.
10. M. Cristina Piña Barba. *Notas de la clase de Biomateriales*. 2000-2009.

MARÍA CRISTINA PIÑA BARBA. Es investigadora adscrita al Instituto de Investigaciones en Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México. Contacto: crispina99@gmail.com