

Centro Nacional de Alta Tecnología, CeNAT

Área de Ciencia, Cultura y Sociedad

Conferencia:

*"Diseño Molecular en Nanotecnología:
Electrónica, Medicina y Energía"*

Miércoles 21 de febrero, 2007.



Dr. Samuel Stupp Kupiec

Químico y especialista en ciencia de los materiales, nació en Costa Rica en 1951, cursó la primaria en la escuela Juan Rafael Mora y la secundaria en el Liceo de Costa Rica. En 1968 entró a la carrera de Química en la Universidad de Costa Rica para luego continuar sus estudios en la Universidad de California en Estados Unidos.

A principios del 2002, durante la primera administración de George W. Bush, fue convocado por la Casa Blanca para coordinar la Comisión de Nanotecnología, puesto que desempeñó junto a su rol de investigador primero en la Universidad de Illinois en Urbana Champaign y luego en la Northwestern University, en Chicago, donde labora actualmente como profesor e investigador en el Instituto de Bionanotecnología.

La palabra "nanotecnología" es usada para definir las ciencias y técnicas que se aplican a nivel de nanoescala (10^{-9} m), y permiten trabajar las estructuras moleculares y sus átomos, lo cual da la posibilidad de fabricar materiales y máquinas a partir del reordenamiento de átomos y moléculas. Esta disciplina se desarrolló a partir de las propuestas de Richard Feynman en 1959. La nanotecnología es entonces el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nanoescala.

El Dr. Stupp ha estado trabajando en nanotecnología aplicada a la medicina, específicamente en la utilización de nanoestructuras para evitar parálisis por medio de la regeneración de las extensiones de las células nerviosas, que son las que transportan los mensajes entre el cerebro y el resto del cuerpo (ver artículo adjunto).

Artículo del 10 de junio del 2005 extraído del sitio web:



<http://www.nibib.nih.gov/EnEspañol/eAvances/10Jun05>

Estructuras Microscópicas Pueden Ayudar a Regenerar las Células

La enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson, las lesiones de la médula espinal y la diabetes son algunos de los trastornos médicos más difíciles de tratar debido a que determinadas células clave del cuerpo dejan de funcionar. Las drogas alivian los síntomas de la enfermedad pero no logran que estas células imprescindibles recuperen la salud.

Para poner en marcha la regeneración celular, los investigadores combinan la biología y la nanotecnología para crear estructuras nuevas que transporten las señales moleculares o el ADN directamente a las células deterioradas. La estructura es una matriz artificial tridimensional que funciona de manera provisoria y es compatible con el medio que rodea a las células. Mientras "vive" en el cuerpo, la estructura envía señales que alteran el comportamiento celular, afirma el Dr. Samuel I. Stupp, director del Institute for BioNanotechnology in Medicine que funciona en el campus de Chicago de la Northwestern University.

El Dr. Stupp y sus colegas están desarrollando dos tipos principales de estructuras. Una de ellas utiliza nanofibras que son 10,000 veces más delgadas que un cabello humano. Pueden formarse con una secuencia específica de aminoácidos para promover el crecimiento celular. La segunda estructura está compuesta por un polímero microporoso que transporta genes para modificar las proteínas que regulan el desarrollo celular. Finalmente, los investigadores pueden crear estructuras que colaboran en la regeneración de las neuronas dañadas, restauran las uniones entre las fibras nerviosas que se pierden en cuadros de parálisis, o estimulan las células pancreáticas progenitoras para que produzcan insulina.

La estructura de nanofibras combina el autoensamblaje (capacidad para transformarse de líquido a gel en contacto con el tejido) con una estructura química elaborada con precisión por los investigadores para presentar una gran variedad de señales a las células. La capacidad de autoensamblaje de las estructuras facilitaría su administración clínica en pacientes. Además, a diferencia de los materiales estructurales derivados de los animales, como el colágeno, la naturaleza sintética de la estructura hace que sea más segura para su utilización en seres humanos, afirma el Dr. Stupp.

Al actuar en las células progenitoras, la estructura de nanofibras ha podido dirigir el "destino" de las células originadas en el cerebro, agrega el Dr. Stupp. Las células progenitoras neurales no son diferenciadas, lo que implica que no han elegido aún actuar como un determinado tipo de célula dentro del tejido. Cuando los investigadores combinaron las estructuras con aminoácidos que promueven las extensiones neuríticas en las neuronas, descubrieron que podían desencadenar el crecimiento selectivo de las neuronas a diferencia de otros tipos de células del sistema nervioso. "Esto es importante ya que la estructura sintética sola tenía la capacidad de mediar claramente en la diferenciación celular", acotó el Dr. Stupp.

La estructura de nanofibras también puede ayudar a evitar que las células progenitoras neurales seleccionen un destino destructivo convirtiéndose en células gliales o astrocitos. Luego de una lesión de médula espinal, las células gliales o astrocitos forman una cicatriz que evita la reparación del tejido neural. En experimentos que se han llevado a cabo en animales con lesiones en la médula espinal, el Dr. Stupp y el neurólogo John Kessler observaron movimiento incrementado de las extremidades después de que se les aplicaran inyecciones de una estructura. "Estamos convencidos de que se ha producido una leve recuperación funcional en los animales, pero desconocemos lo que esto implica", declara el Dr. Stupp. "Especulamos que guarda cierta relación con evitar que se produzca una cicatriz glial, pero esto no se ha podido demostrar aún."

El ingeniero químico Lonnie Shea y el endocrinólogo Dr. William Lowe están a cargo de la investigación del segundo tipo de estructura, la que está compuesta por un polímero microporoso. Esta estructura ha producido buenos resultados en estudios realizados en animales como una alternativa al trasplante de células pancreáticas para tratar la diabetes. "Shea y Lowe han comparado el método de crear una estructura con el método tradicional de trasplante y han hallado que, en algunos modelos, la estructura puede curar un porcentaje más

elevado de animales en un período de tiempo más reducido”, sostiene el Dr. Stupp.

En la actualidad, el equipo está avanzando aun más en la investigación ya que está diseñando la estructura de modo tal que tenga la capacidad de liberar factores de crecimiento conforme a un cronograma específico. “Los factores de crecimiento tienen un rol muy importante en relación a la diferenciación celular y a la elaboración de tejido, pero dichos factores de crecimiento están expuestos a las células en secuencias de tiempo muy específicas. Estamos intentando recrear estos procesos de la biología del desarrollo y adaptarlos a una estructura regenerativa para producir una suerte de programa incorporado dentro de la estructura”, explica el Dr. Stupp.

“Lo que estamos intentando hacer es recrear todas las señales que obtienen los tejidos en el desarrollo biológico normal”, afirma el Dr. Stupp. “Los científicos están realizando avances en la comprensión del significado de esas señales, pero éstas son muy complicadas.” Por ejemplo, para funcionar adecuadamente, es posible que un tipo determinado de neuronas necesite señales de 10 proteínas diferentes en un lapso específico. “Nosotros tomamos esa información y en cierta forma la recreamos sintéticamente en una estructura diseñada molecularmente que tiene la capacidad de activar los complejos procesos biológicos”, expresa el Dr. Stupp. “Esto presenta un gran desafío para la química y la ciencia de los materiales”.

Los trabajos de investigación del Dr. Stupp con relación a la creación de una estructura regenerativa están financiados por el National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Asimismo, el National Institute of Neurological Disorders and Stroke (Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares), la National Science Foundation (Fundación Nacional de Ciencias) y el Departamento de Energía del gobierno de los Estados Unidos proporcionan financiación adicional.

Referencias:

Behanna HA, et al., Coassembly of amphiphiles with opposite polarity into nanofibers. Journal of the American Chemical Society 127:1193-1200, 2005.

Bull SR, et al., Self-assembled peptide amphiphile nanofibers conjugated to MRI contrast agents. Nanotechnology Letters 5:1-4, 2005.

Silva GA, et al., Selective differentiation of neural progenitor cells by high epitope density. Science 303:1352-1355, 2004

Northwestern University:

Resumen Profesional Dr. Samuel Stupp

<http://stupp.northwestern.edu/vitae/index.html>

Samuel I. Stupp

Board of Trustees Professor of Materials Science, Chemistry, and Medicine
Director, Institute for BioNanotechnology in Medicine

Research Interests

Professor Stupp's areas of research include molecular self-assembly, supramolecular organic nanostructures, electronic and photonic properties of organic materials, biomolecular mineralization, templating chemistry of inorganic nanostructures, and biomaterials for regenerative medicine, including the central nervous system, organ cell transplantation, bone, and cartilage.

Education

- 1977 Northwestern University, Ph.D., Materials Science and Engineering
- 1972 University of California at Los Angeles, B.S., Chemistry

Professional Appointments

- 2000-present Director, Institute for BioNanotechnology in Medicine, Northwestern University
- 1999-present Board of Trustees Professor of Materials Science, Chemistry, and Medicine, Northwestern University
- 1992-1999 Professor of Chemistry, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1989-1999 Professor of Beckman Institute for Advanced Science and Technology, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1989-1999 Professor of Materials Science and Engineering and Bioengineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1996-1998 Swanlund Professor of Materials Science and Engineering, Chemistry, and Bioengineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1997 CNRS Visiting Professor, Institut Charles Sadron, Strasbourg, France
- 1991-1994 Chairman of Polymer Division, Department of Materials Science and Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1985-1989 Associate Professor of Materials Science and Engineering and Bioengineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
- 1980-1985 Assistant Professor of Materials Science and

Engineering and Bioengineering, University of Illinois
at Urbana-Champaign
1977-1980 Assistant Professor, Department of Biological
Materials, Northwestern University

Awards & Honors

2006 "15 Scientists That Will Change Your World", Biotechnology
Industrial Organization
2005 The Scientific American 50 for 2005, Leaders Shaping the
Future of Technology, *Scientific America*
2005 Sir Edward Youde Memorial Fund Visiting Professorship, Hong
Kong University of Science and Technology, Hong Kong
2005 American Chemical Society Award in Polymer Chemistry
2004 Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires,
Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, Visiting
Professor, hosted by Professor Jean-Marie Lehn
2004 Fellow, Biomaterials Science and Engineering, World
Biomaterials Congress
2004 The Merck-Karl Pfister Visiting Professorship in Organic
Chemistry, Department of Chemistry, Massachusetts Institute
of Technology
2003 Fellow, World Technology Network
2002 Chair Paris-Sciences, Ecole Supérieure de Physique et de
Chimie Industrielles
2001 Visiting Professorship, Institut des Haute Etudes Scientifiques,
Bures-Sur-Yvette, France
2000 Materials Research Society Medal Award
1999 Fellow, American Association for the Advancement of Science
1998 Elected member of American Academy of Arts and Sciences
1997 Humboldt Award for Senior U.S. Scientists
1997 Joliot Curie Professorship, Ecole Supérieure de Physique et de
Chimie Industrielles, Paris
1991 Department of Energy Prize for Outstanding Scientific
Accomplishment in Materials Chemistry
1991 Fellow, American Physical Society
1987 Alcoa Foundation Gift to University Faculty
1985 Xerox Faculty Award for Excellence in Engineering Research
1983 International Association of Dental Research Lecture Award,
Australia
1981 3M Young Faculty Award
1980 International Association of Dental Research Lecture Awards,
Japan

1975 Motorola Company Fellowship

Selected Professional Activities

2006-present Member, Chemistry and Materials Science (CMS) Directorate Review Committee (DRC), Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA

2006-present Member, External Advisory Board, Michigan Nanotechnology Institute for Medicine and Biological Sciences (M-NIMBS)

2006-present Member, Scientific Committee, Institute for Bioengineering of Catalonia, Spain

2006-present Member, University of Vienna Scientific Advisory Board

2005 National Research Council Committee review of National Nanotechnology Initiative

2005-present Member, Editorial Advisory Board, Nanomedicine

2004 Invited Discussant to NIH-NSF "Interagency Conference on Research at the Interface of the Life Sciences and Physical Sciences: Bridging the Sciences", November 2004.

2004-present Member, Editorial Advisory Board, SMALL (VCH-Wiley)

2004-2003 Member, Committee of Institut Universitaire de France

2003-present Founding Member, Scientific Advisory Committee, Center for Nanoscale Materials, Argonne National Laboratory

2003-present Member, Scientific Advisory Board, National University of Singapore Graduate School for Integrative Sciences & Engineering

2002-present Member, External Advisory Board, Materials Research Science and Engineering Center (MRSEC) on Nanostructured Materials and Interfaces, University of Wisconsin-Madison

2002-present Co-Founder and Chief Scientific Officer, NanoMateria, Inc.

2001-present Member, Baxter Scientific Advisory Board

2001-present Member, Solid State Sciences Committee, National Academy of Sciences

2000-present Member, Review Board of Canadian Arthritis Foundation

2000-present Member, Advisory Board, *Nano Letters*, American Chemical Society

1999-present Member, Basic Energy Sciences Advisory Committee.

	Department of Energy
1997-present	Member, Editorial Board, <i>Advances in Polymer Science</i>
1989-present	Member, Editorial Board, <i>Journal of Polymer Science-Polymer Chemistry Edition</i>
2003	Briefings on the review of the National Nanotechnology Initiative to the President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)
2003	Senior-member Selection Committee, Institut Universitaire de France
2002	Senate Testimony on Nanotechnology for the Commerce, Science, and Transportation Committee
2002	Co-Chair, Department of Energy workshop: "Biomolecular Materials", LaJolla, CA
2001	Chair, Review of National Nanotechnology Initiative at the Request of the White House Economic Council, National Academy of Engineering and National Research Council
2001	Reviewer, Department of Energy, Division of Materials Sciences and Engineering's Condensed Matter Physics and Materials Chemistry Program, Berkeley, CA
2000	Chair, Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, Center for Scientific Review, Musculoskeletal and Dental Sciences, Special Emphasis Panel
2000	Co-Chair, Materials Research Society Symposium, Joint Session: "Mechanical Aspects of Soft Biomaterial Interfaces and Interfaces Adhesion" and "Processing in Polymer Systems" San Francisco, CA

Society Memberships

- American Chemical Society, Polymer Chemistry Division; Polymeric Materials Science and Engineering Division
- American Physical Society, High Polymer Physics Division; Biological Physics Division
- Society for Biomaterials
- American Association for the Advancement of Science
- Materials Research Society