

Regularidades y tendencias de las tecnologías al servicio de la medicina moderna

Regularities and tendencies of the technologies at the service of modern medicine

Carlos Alberto Cabal Mirabal

Doctor en Ciencias Físicas, Profesor Titular, Académico de Mérito. Centro de Biofísica Médica, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Se expone las tendencias y regularidades que se manifiestan en las tecnologías médicas como consecuencia del desarrollo científico contemporáneo. La informatización, la cuantificación de los procesos biomédicos, la convergencia entre las especialidades médicas y de estas con las ingenierías y las ciencias básicas, la fusión creciente del diagnóstico y la terapéutica, entre otras, revolucionan conceptos y crean nuevas situaciones cuyo conocimiento es esencial para diseñar acciones organizativas, de formación de especialistas y científico-investigativas, conducentes a la asimilación creadora y crítica de los adelantos de la alta tecnología. Se concluye que el factor organizativo y cultural, frecuentemente, tiene una dimensión predominante sobre el tecnológico.

Palabras claves: Tecnología médica, sostenibilidad y desarrollo, regularidades y tendencias.

ABSTRACTS

The regularities and tendencies of the medical technologies as a result of the contemporary scientific development were presented. Informatization, quantification of biomedical processes, the convergence of medical specialties, and the relationship of these specialties with engineering and basic sciences, growing merging of diagnosis and therapeutics, among others, all this revolutionizes

concepts and brings about new situations that must be taken into account in order to design organizational, scientific/research and specialist formation activities leading to creative and critical assimilation of the state-of-the-art technological advances. It was concluded that the organizational and cultural factors have generally predominated over the technological factors.

Key words: Medical technology, sustainability and development, regularities and tendencies.

INTRODUCCIÓN

La tecnología de los equipos médicos está en franca revolución. Se producen saltos cualitativos que conducen a simplificaciones de los aparatos y su manipulación, a cambios en sus precios, costos de explotación y a una ampliación impresionante de sus capacidades. Tienen lugar transformaciones esenciales en los conceptos médicos, científicos y tecnológicos, en la generación y procesamiento de la información biomédica, derivada de instrumentos cada vez más diversos y cibernéticos.¹⁻³

Los cambios en los equipos y tecnologías médicas están entrelazados con principios ingenieros, médicos y también con las políticas sociales y de salud.^{1,2} Conocer las regularidades y tendencias de esta revolución es esencial para diseñar estrategias organizativas, docentes y de investigación-desarrollo, que garanticen la asimilación crítica y creativa de las nuevas tecnologías, su sostenibilidad y, a su vez, la imprescindible soberanía tecnológica y conceptual. Sólo se esbozaron algunos rasgos y aristas de este complejo asunto.

REGULARIDADES Y TENDENCIAS

Sólo diez de las regularidades y tendencias más importantes de esta revolución tecnológica se resumen a continuación:

1. En la medicina se han hecho más evidentes, cuantificables y transformables las relaciones entre las biomoléculas y las otras estructuras del ser humano. Los procesos fisiológicos son más expresables a través de cifras, fórmulas, algoritmos y modelos. Criterios cuantitativos manifiestan con más rigor, los estados normales y patológicos de las biomoléculas, las células, los tejidos, órganos y organismo humano. Nacen métodos más precisos para conocer en tiempo real, la cantidad, movilidad, formas de interacción de las moléculas, los metabolitos y las células, que facilitan un diagnóstico y un actuar precoces a esos niveles con una mayor eficacia terapéutica.^{2,3}
2. El diagnóstico y la terapéutica médicas se fusionan aceleradamente.
3. Convergen los estudios anatómicos de alta resolución espacial (observación y caracterización de detalles más pequeños) y los fisiológicos con creciente resolución temporal (evaluación de procesos más veloces). Los órganos, los tejidos, los fluidos, los canales neuronales, las células son estudiados en condiciones

fisiológicas reales. Resultan más evidentes las relaciones entre las estructuras y las funciones entre todos los niveles biológicos; la anatomía y la fisiología se funden.

4. Las fronteras entre especialidades médicas y de éstas con otras ramas del saber, se hacen difusas. Son indispensables enfoques más multidisciplinarios e integrales. Emergen poderosos procedimientos de tratamiento y fusión de las informaciones. Las diversas imágenes médicas, los datos de laboratorio, las curvas de electrocardiografía, electroencefalografía y otros parámetros, se integran, dando una nueva cualidad de información.¹⁻⁸

5. Las potencialidades intrínsecas de los equipos crecen inconmensurablemente cuando se acoplan a una red de computadoras. Los métodos de diagnóstico, terapéutica, son más computarizados y robotizados.¹ La telemedicina, que incluye de forma remota el diagnóstico, monitoreo y terapéutica, la actividad quirúrgica, la consulta de grupos de expertos... abre puertas a la solución de situaciones extremas (personas en navegación, en zonas apartadas...) y a situaciones habituales, por ejemplo el monitoreo de los parámetros vitales de un diabético y suministro controlado de la insulina.^{1,6}

6. Teorías, procedimientos y tecnologías de la ingeniería y la biología se mezclan.⁴ Es creciente el uso de los implantes biónicos (marcapasos, cocleares, oculares), prótesis ortopédicas inteligentes, para sustituir partes o corregir funciones del cuerpo humano y sus órganos.

7. Por otra parte, los equipos usan biosensores y dispositivos biocompatibles, que además de alterar menos el estado del organismo humano, permiten detectar tal o más cual anomalía, y a la vez cerrar el ciclo en lo que se conoce como bioretroalimentación, corrigiendo o compensando la anomalía. Los biosensores, basados en ingenios de la biología y de la electrónica moleculares,⁴ proporcionan menos invasividad, acercan en tiempo el diagnóstico y la terapéutica y atemperan el suministro de fármacos, o acciones físico químicas (vibraciones, temperatura, radiaciones, estímulos eléctricos y/o magnéticos) a la especificidad biológica de cada ser humano.

8. La rehabilitación es cada vez más asistida, monitoreada y regulada con novedosos equipos que garantizan la evaluación cuantitativa y permanente de los avances logrados con los distintos procedimientos.

9. Los equipos, dispositivos, son compactos, robustos, amigables, robotizados, con sugerencias inteligentes a los usuarios, de menos consumo eléctrico, transportables. Los mayores costos recaen en la sostenibilidad de la tecnología y en el alto gasto de insumos. Aumentan las exigencias técnicas de los locales donde se instalan: eléctricas y radioeléctricas, temperatura, humedad, vibraciones, entre otros.

10. Los equipos y tecnologías ofrecen creciente confort a pacientes y a los operarios. No obstante, no debe desconocerse que la economía de mercado y vicios sociales, engendran sucesivas aberraciones en el desarrollo de la medicina tales como el uso excesivo de la tecnología, la fragmentación de la atención médica, distanciamiento del médico y el paciente, entre otras. Se produce una carrera desmedida hacia nuevos modelos de equipos, determinada más que por su impacto de salud, por fines de la competencia comercial. La colosal dinámica de cambio de las tecnologías ocasiona un envejecimiento moral rápido de los equipos, a veces injustificado. La lucha por obtener parámetros record no responde siempre a una necesidad médica verdadera, sino también a la pugna comercial. No obstante, frecuentemente, la necesidad real y la inducida por la competencia, están tan

intrínsecamente interrelacionados, que es difícil y riesgoso discernir entre ellas para tomar una decisión sensata a la hora de desarrollar y adquirir la tecnología.

Derivado de las anteriores regularidades se pone más de manifiesto que la asimilación y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías requieren de enfoques que rebasan el marco estrictamente tecnológico. Ante estos intensos cambios los temas ideológicos, éticos, organizativos y culturales adquieren una importancia cardinal, por encima de los recursos materiales disponibles.^{1,3}

La garantía de la óptima adquisición, sostenibilidad y desarrollo de las tecnologías médicas es un problema cultural vinculado estrechamente con los sistemas de aseguramiento de la calidad, de mantenimiento, de la evaluación de la efectividad e impacto y la permanente vigilancia de la tecnología.^{1,3,9} Los sistemas de formación del personal calificado y de investigación científica (médica, básica y tecnológica) son determinantes a mediano y largo plazo. Se impone que la formación abarque los niveles de pre y postgrado de todas las especialidades, médicas y no médicas.

Los gastos de explotación, mantenimiento (preventivo y correctivo) y reparación de los equipos y los días de interrupción de sus servicios, son mundialmente elevados y varían en la medida en que la preparación de los operadores sea adecuada y en que exista una cultura y disciplina tecnológica que asegure la sostenibilidad, la modernización y el desarrollo de las instalaciones.

Las diferencias determinantes entre los equipos de una modalidad, casi siempre, no están en sus parámetros y características, sino en las facilidades que brinden los fabricantes para el establecimiento de relaciones, más allá de la acción de compra venta, que favorezcan la capacitación continua y la asistencia técnica eficaz. Configuraciones de equipos adecuadas, la garantía del suministro estable y oportuno de partes, piezas y software para el mantenimiento, reparación y modernización incesantes, son la base de la sostenibilidad tecnológica.

A pesar de que algunas instituciones en el mundo evalúan la eficacia tecnológica, de flujo de pacientes, eficacia social, la exactitud diagnóstica, la eficacia del pensamiento diagnóstico y la terapéutico.^{1,5,7,8} estos términos, fuertemente correlacionados con el concepto de impacto de salud de las tecnologías médicas, no lo abarcan íntegramente. Los criterios y los procedimientos de evaluación de impacto y eficacia, casi de manera absoluta, implícita o explícitamente, padecen del sesgo de la medicina con fines lucrativos o comerciales.

El sistema cubano de salud profundamente humano, masivo y gratuito, precisa de establecer nuevos y auténticos criterios de evaluación del impacto. Crearlos e implementarlos de manera automatizada, instaurar la cultura de su utilización y evaluación para la toma de decisiones desde las ópticas de la medicina, de la ingeniería, la informática y la dirección, son retos de carácter científico, organizativo y educativo de elevada complejidad.

El solo hecho de recopilar, organizar, almacenar y procesar los abundantes datos que se obtienen a lo largo de la explotación de los equipos, posee valor científico. Su uso en la toma de decisiones tiene un alcance incalculable. No aprovechar estas potencialidades para la investigación científica y para la dirección de la salud es perder parte de las capacidades instaladas.

Finalmente se puede concluir que la dinámica y complejidad de las tendencias y regularidades expuestas rebasan el marco de las tecnologías médicas y exigen de un sistema organizativo cualitativamente distinto, de elevada eficiencia y con la participación activa de expertos de variadas disciplinas. El uso de las tecnologías de

las comunicaciones y la información, es una plataforma esencial para lograr la creación de una red que garantice la asimilación crítica y creadora de nuevas tecnologías médicas, su sostenibilidad, óptimo aprovechamiento y creciente impacto en la salud. Consolidar la formación perenne de los expertos, estructurar proyectos de investigación médica y tecnológica, evaluar el impacto de las tecnologías introducidas bajo el prisma de nuestros principios y propiciar el desarrollo de tecnologías autóctonas, son algunos de los elementos que contribuyen a mantenernos dentro de la modernidad y afianzar la imprescindible soberanía tecnológica al servicio de la medicina contemporánea.

Agradecimientos

Al Dr. *Evelio González Dalmau* y al Ing. *Fernando Arrojas Cowley* por el debate de algunas ideas. A la Lic. *Nora Hamze Guilart* por sus valiosos consejos y revisión del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabal C, González E, Blanco H. Hacia una Red de Imágenes Médicas. Conceptos y Bases. Universidad, Ciencia y Tecnología. 2007;11: 87-90.
2. Castro F, Borroto C, Cabal C, Cánova L, Capote R, Hernández. Cuba Amanecer del Tercer Milenio. Ciencia Sociedad y Tecnología. España: Debate;2002.
3. Nass SJ, Stillman B. Large Scale Biomedical Science: exploring strategies for future research. Washington, D.C.: Natl Academy Pr;2003.
4. Maciá BE. El Cristal Aperiódico de la Vida. Rev Iberoamer Fis. 2006; 2/1:7-16.
5. Hannon WH. Performance evaluation for screening laboratories of the Asia Pacific region. Southeast Asian. J Trop Med Public Health. 2003;34 (suppl3):39-42.
6. Bath GF. Telemedicine in Africa. J S Afr Vet Assoc. 2006;77:107.
7. Aanestad M, Edwin B, Marvik R. Medical image quality as a socio-technical phenomenon. Methods Inf Med. 2003; 42:302-6.
8. Ondategui-Parra S, Bhagwat JP. Practice management performance indicators in Academia Radiology Departments. Radiology. 2004;233:716-22.
9. Cabal C. Experiencias en el diseño y producción de equipos y sistemas para la salud. Universidad, Ciencia y Tecnología. 2003;7(250):47-9.

Recibido: 7 de enero de 2008.

Aprobado: 11 de febrero de 2008.

Carlos Alberto Cabal Mirabal. Calle E No. 517 esquina 23, apto 10C, El Vedado 10400, Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba.