

Nuevas tecnologías, su uso y acceso para personas con discapacidad

**Brayan Styven Echavarría Rodríguez
Juan Esteban Bocanegra Idarraga**

**Pontificia Universidad Javeriana-Seccional Santiago de Cali- Facultad de Ingeniería y
Facultad de Ciencias de la salud, Santiago de Cali- Colombia.**

13/11/18

Resumen:

La tecnología de asistencia proporciona un mejor nivel de independencia y funcionalidad en el desempeño de las actividades de la vida diaria en personas en situación de discapacidad, por esa razón hablaremos en este informe sobre varias tecnologías creadas para ayudar estas personas, los objetivos de esto sería mostrar diversas tecnologías para personas en situación de discapacidad, evaluar su impacto en la vida del paciente de cada una de estas tecnologías y poder concluir que tanto se suelen usar estas nuevas tecnologías para esto se explica en qué consiste cada una de estas tecnologías, su funcionamiento y que tan asequible es este dispositivo.

Introducción:

Las nuevas tecnologías están mejorando la efectividad de los servicios de rehabilitación proporcionados a personas con discapacidades. El acceso a estas tecnologías es limitado en los países de ingresos bajos y medios, pero la necesidad ya alta inevitablemente aumentará. Cuatro brechas clave contribuyen a un acceso limitado. Primero, aunque la necesidad es alta, la demanda es baja, sobre todo debido a la falta generalizada de conocimiento entre los posibles beneficiarios, sus cuidadores y sus proveedores de atención médica. En segundo lugar, los diseños de los productos no están suficientemente informados por las preferencias y los entornos de los usuarios y los cuidadores, y la transferencia de tecnologías a entornos de bajos recursos es limitada. En tercer lugar, las barreras de suministro incluyen una baja calidad de producción, Restricciones financieras y escasez de personal capacitado. Cuarto, hay una escasez de evidencia de alta calidad sobre la efectividad de los diferentes tipos de tecnología. Por todo estos tenemos que los médicos de atención primaria deben conocer mejor las discapacidades y deben sentirse cómodos haciendo derivaciones a especialistas en medicina física y diseñadores de productos de apoyo, también los pacientes con discapacidades deben ser tratados con un enfoque de equipo, incluido un fisioterapeuta, un terapeuta ocupacional, un médico y el diseñador del dispositivo.

En este artículo se hace un análisis de diferentes tecnologías estas son: Un sistema de comunicación inalámbrico interactivo para personas con discapacidades visuales que utilizan el transporte de autobús urbano,

beneficios y detrimentos del uso de implantes cocleares unilaterales en el desarrollo auditivo bilateral en niños sordos, neurocirugía y la temprana edad de las interfaces cerebro-máquina,, Tele-rehabilitación, Diseño de silla de ruedas, Estimulación eléctrica postrauma nervioso periférico.

Métodos:

Se escogieron 10 artículos de los cuales se hablara sobre el estado del arte, teoría e ilustración de las nuevas tecnologías además de su acceso. En este caso se usaron revistas de literatura científica, como Pubmed, NIH, Scielo y Elsevier cuyo propósito era revisar los usos disponibles de materiales que ayudan para mejorar la calidad de vida en personas con discapacidad, tener claro tratamientos y formas para tratar de revertir procesos que alteran tanto el sistema nervioso central como periférico, y encontrar las alternativas exigentes para mejorar dicho problema en contexto del paciente.

Diseño de silla de ruedas:

Esta tecnología incluye un mejor diseño de sillas de ruedas, tele-rehabilitación (telemedicina aplicada a la rehabilitación), prótesis mejoradas, nuevos tratamientos para el control de los intestinos y la vejiga, y sistemas de transporte más accesibles. La tecnología informática aplicada a las sillas de ruedas eléctricas que ha permitido la movilidad independiente para personas con discapacidades más graves.

Un sistema de comunicación inalámbrico interactivo para personas con discapacidades visuales que utilizan el transporte de autobús urbano:

El uso del transporte público es vital para la productividad e independencia de las personas con discapacidad visual por eso se debe reducir las dificultades que enfrentan las personas con discapacidades visuales cuando toman los autobuses de la ciudad, utilizando un sistema de comunicación inalámbrico interactivo. El sistema comprendía un módulo de usuario y un módulo de bus para establecer una conexión directa uno a uno. Cuando el usuario ingresa números de 4 dígitos, el módulo del usuario envía inmediatamente la información. Si el módulo de bus recibe el número de bus coincidente, zumba y el LED de advertencia parpadea para notificar al conductor del autobús que alguien está esperando para abordar el bus.

Neurocirugía y la temprana edad de las interfaces cerebro-máquina:

Las interfaces cerebro-computadora, o el término más genérico interfaces cerebro-máquina (BMI), son sistemas de circuito cerrado que utilizan la actividad neuronal para controlar dispositivos sensibles, como una computadora, un electrodo de estimulación o un brazo robótico. Las plataformas basadas en la electrocorticografía son menos invasivas que los microelectrodos implantados, sin embargo, estos últimos no tienen parangón en su capacidad para lograr el control motor fino de una prótesis robótica capaz de comportamientos humanos naturales. Los IMC son una tecnología emergente que ha estado en desarrollo durante varias décadas en los laboratorios de investigación en neurociencia básica e ingeniería.

Sin embargo, los sistemas de BMI basados en EEG han sido reemplazados por electrodos de registro de ECOG y unidades múltiples crónicamente implantables que pueden lograr la adquisición de señales en escalas de tiempo más finas y, por lo tanto, impulsar actuadores más elaborados con protocolos de entrenamiento menos extensos.

Implantes Cocleares para niños sordos:

Un implante coclear suministra pulsos eléctricos para estimular el nervio auditivo, proporcionando a los niños sordos acceso al sonido, es una prótesis auditiva que se implanta quirúrgicamente en la cóclea (oído interno) y permite que los niños sordos desarrollan el habla oral y el lenguaje. Debido a que el cerebro es más susceptible a los cambios en la vida temprana, proporcionar acceso al sonido a una edad temprana es esencial para promover el desarrollo auditivo. El implante contiene una serie de electrodos que se colocan quirúrgicamente en el tímpano de la escala de la cóclea. Cada uno de estos electrodos emite pulsos eléctricos para estimular el nervio auditivo. Se usa un equipo externo que toma el sonido acústico a través del micrófono, extrae información de frecuencia e intensidad en un procesador de voz y envía instrucciones a un dispositivo interno a través de una bobina de transmisión de FM. El receptor-estimulador interno envía esta información a los electrodos que están organizados para imitar la cóclea normal; Los sonidos de alta frecuencia se asignan a electrodos basales y las frecuencias más bajas se asignan a electrodos progresivamente más apicales.

Discusión:

A continuación presentaremos las nuevas tecnologías más recientes para mejorar la calidad de vida en personas con discapacidad.

Tele-rehabilitación

La tele rehabilitación es la telemedicina basada en la rehabilitación en la cual se hace por medio de un equipo que está compuesto por un fisioterapeuta, un terapeuta ocupacional, un ingeniero de rehabilitación y un médico que trabaje con el paciente satisfacer sus necesidades. Pero no es rentable enviar un equipo completo a la casa o al lugar de trabajo de una persona durante medio día para hacer una evaluación. Por lo tanto, los miembros individuales del equipo se envían a diferentes sitios, con una unidad, como una computadora portátil extendida, que tiene tableros de interfaz para varios instrumentos para recopilar datos. La unidad también tiene una o dos cámaras de video montadas para capturar imágenes de la casa. Para poder definir qué cambios se podrían realizar en la casa del paciente, mejorar su calidad de vida, movimientos en su casa así mismo evitar otro tipo de problemas, como traumas etc.

Diseño de silla de ruedas (IBOT)

Sillas de ruedas que presentan una mayor comprensión de la ergonomía de las sillas y la interacción entre la silla y el usuario, lo que resulta en una mejor personalización de la silla para el usuario, y, en segundo lugar, la mejora de los materiales, lo que ha permitido Personalización del diseño manteniendo las sillas ligeras y funcionales. Esto de acuerdo a los cambios de sillas de tipo manual ya para las sillas de ruedas eléctricas, los avances más importantes provienen de un mayor uso de microprocesadores y tecnología informática. Esto ha hecho que la silla de ruedas sea más confiable y más funcional para una variedad más amplia de personas con discapacidades y ha permitido la movilidad independiente para personas con discapacidades más graves. La tecnología informática también permite a los usuarios de sillas de ruedas ajustar la aceleración, la velocidad máxima y la velocidad de giro.

Implantes Cocleares para niños sordos

Un implante coclear es una prótesis auditiva que se implanta quirúrgicamente en la cóclea (oído interno) y permite que los niños sordos desarrollen el habla oral y el lenguaje. Debido a que el cerebro es más susceptible a los cambios en la vida temprana, proporcionar acceso al sonido a una edad temprana es esencial para promover el desarrollo auditivo. El implante no puede restaurar la audición normal. Proporciona solo una representación burda de sonidos acústicos, elimina el procesamiento coclear importante y puede no ser capaz de revertir completamente los efectos de la sordera. Además, los implantes cocleares se proporcionaron tradicionalmente de manera unilateral (es decir, en una sola oreja) en los niños, dejando las vías opuestas privadas de insumos y susceptibles de degeneración y reorganización. Debemos preocuparnos por la reorganización de la corteza auditiva de los sordos porque, dependiendo de la rapidez con que se produzcan estos procesos, puede ser imposible revertirlos y pueden afectar los resultados después de la implantación coclear. También está resultando claro que estos cambios no se producen de manera uniforme en niños sordos y pueden estar relacionados con la heterogeneidad en la aparición y la causa de la sordera pediátrica.

Limitar el período de sordera bilateral en la vida temprana es esencial para impulsar la maduración en las vías auditivas y promueven el desarrollo óptimo de la audición y el habla y el lenguaje, la mayoría de estudios en implantación coclear se centran en niños sordos en la infancia, pero no examinan la mayor heterogeneidad en etiología, inicio o grado de sordera. El implante contiene una serie de electrodos que se colocan quirúrgicamente en el tímpano de la escala de la cóclea. Cada uno de estos electrodos emite pulsos eléctricos para estimular el nervio auditivo. Se usa un equipo externo que toma el sonido acústico a través del micrófono, extrae información de frecuencia e intensidad

en un procesador de voz y envía instrucciones a un dispositivo interno a través de una bobina de transmisión de FM. El receptor-estimulador interno envía esta información a los electrodos que están organizados para imitar la cóclea normal; Los sonidos de alta frecuencia se asignan a electrodos basales y las frecuencias más bajas se asignan a electrodos progresivamente más apicales. De este modo, el desarrollo auditivo del tronco cerebral, medido por la disminución de las latencias de los picos potenciales evocados, se completa en gran medida en el primer año de uso del implante coclear en niños con sordera de inicio temprano lo que indica un aumento de la eficiencia de la conducción neural y una mejora de sincronía con la exposición al sonido. Encontramos que proporcionar implantes cocleares bilaterales a niños después de un período de sordera unilateral de más de 1,5 años conduce a desajustes anormales en la actividad a nivel del tronco cerebral y la corteza. Esto se caracteriza por un fortalecimiento anormal de la actividad tanto en la corteza auditiva contralateral como en la ipsilateral desde la primera oreja implantada. Estas anomalías en el desarrollo auditivo se asocian con una percepción del habla más asimétrica, una audición más pobre en el ruido, una localización anormal del sonido.

Interfaces cerebro-maquina

Nuestros cerebros funcionan de manera similar a las computadoras se concibió como resultado del desarrollo simultáneo de microprocesadores digitales y técnicas neuroanatómicas y electrofisiológicas modernas. Además, a medida que el conocimiento de la neuroanatomía de los mamíferos se estableció, se describieron modelos de control sensoriomotor utilizando enfoques basados en circuitos. Y hoy, al igual que con los dispositivos informáticos, vemos la señalización en el cerebro en términos de redes complejas de múltiples capas en las que la información se transmite en dominios temporales y de frecuencia. Sin embargo, nuestra capacidad para traducir este código neuronal en un tratamiento eficaz para pacientes con afecciones neurológicas devastadoras de enfermedades, accidentes cerebrovasculares y traumas se ha visto limitada por procesos menos conocidos dentro de la esfera de la conciencia. Como la toma de decisiones y la planificación del movimiento dirigido a objetivos en el espacio tridimensional. Las interfaces cerebro-computadora, o el término más genérico interfaces cerebro-máquina, son sistemas de circuito cerrado que utilizan la actividad neuronal para controlar dispositivos sensibles, como una computadora, un electrodo de estimulación o un brazo robótico. Hoy en día, estos dispositivos han avanzado sustancialmente y albergan el potencial de proporcionar una nueva modalidad terapéutica para pacientes paralizados con lesión de la médula espinal, accidente cerebrovascular del tronco cerebral y trastornos neuromusculares como la esclerosis lateral amiotrófica. También pueden ayudar a dilucidar algunos de los mecanismos más fundamentales del funcionamiento del sistema nervioso, a saber, las relaciones entre la planificación, los objetivos y la

interacción con nuestro entorno. Para que esto funcione de manera óptima y con sinergia de acuerdo a la actividad cerebrocortical se necesita de grabaciones de electrocorticografía representan la señal neural integrada de entre 10^2 y 10^3 neuronas corticales subyacentes. Estas grabaciones son, por lo tanto, un tipo de código poblacional de actividad de neuronal que rodea a un contacto electrocorticografía individual. En general, el IMC representa un nuevo paradigma en el esfuerzo por restablecer la función en pacientes con deterioro neurológico grave, incluidos los pacientes con lesión de la médula espinal, accidente cerebrovascular, trastornos neuromusculares y amputación de miembros: condiciones en las que todas las demás modalidades terapéuticas no han logrado recuperar ningún movimiento funcional. La tecnología del interfaz cerebro-maquina ha madurado hasta el punto en que la aplicabilidad clínica es inminente. Se requerirá que los neurocirujanos se familiaricen con estas diversas plataformas, y nuestra información es fundamental para la próxima generación de dispositivos más seguros y funcionales.

Sistema de comunicación inalámbrico para personas con discapacidad visual en los autobuses de transporte

Las personas con discapacidad visual tienen dificultades para acceder a la información sobre los sistemas de transporte público. Se han desarrollado varios sistemas para ayudar a las personas ciegas y con discapacidad visual a utilizar el autobús urbano. La mayoría de los sistemas proporcionan comunicación de una sola vía y requieren equipos complejos y de alto costo. El propósito de este estudio es reducir las dificultades que enfrentan las personas con discapacidades visuales cuando toman los autobuses de la ciudad, utilizando un sistema de comunicación inalámbrico interactivo. Conocer la ubicación de la parada de autobús y el momento en que llega el autobús son dos dificultades comunes que enfrentan los discapacitados visuales. El sistema comprende un módulo de usuario y un módulo de bus para establecer una conexión directa uno a uno. Cuando el usuario ingresa números de 4 dígitos, el módulo del usuario envía inmediatamente la información. Si el módulo de bus recibe el número de bus coincidente, suena y el LED de advertencia alumbra para notificar al conductor del autobús que alguien está esperando para abordar el bus. Las pruebas de los usuarios fueron realizadas por dos personas con discapacidad visual en un vehículo simulado y en un autobús urbano. La tasa de éxito de la comunicación inalámbrica interactiva, reconociendo la llegada del autobús y abordando el autobús correcto. El sistema de ayuda de comunicación inalámbrica interactiva es un dispositivo válido y de bajo costo para ayudar a las personas con discapacidad visual a utilizar los autobuses urbanos.

Estimulación eléctrica postrauma nervioso periférico

Los nervios periféricos lesionados regeneran sus axones perdidos, pero la recuperación funcional en humanos con frecuencia es decepcionante. Esto es particularmente cierto cuando las lesiones requieren regeneración en largas distancias y / o durante largos períodos de tiempo. El reemplazo de grasa de los músculos crónicos denervados, una explicación comúnmente aceptada, no explica la recuperación funcional deficiente. Más bien, la base de la pobre regeneración nerviosa es la expresión transitoria de los genes asociados con el crecimiento que explica la disminución de la capacidad regenerativa de las neuronas y el apoyo regenerativo de las células de Schwann a lo largo del tiempo. La breve estimulación eléctrica de baja frecuencia acelera el crecimiento del axón sensorial y motor en los sitios de lesión que, incluso después de la reparación quirúrgica retrasada de los nervios lesionados en modelos animales y pacientes, mejora la regeneración nerviosa y la reinervación del objetivo. La estimulación eleva el monofosfato de adenosina cíclico neuronal y, a su vez, las expresiones de factores neurotróficos y otros genes asociados al crecimiento, incluidas las proteínas del citoesqueleto. La base de esta pobre regeneración se explora en esta revisión antes de presentar la evidencia de que la estimulación eléctrica breve es eficaz para acelerar el crecimiento axónico en los sitios de lesión que, incluso después de la reparación quirúrgica retrasada de los nervios periféricos lesionados, la recuperación funcional se ve incrementada. El concepto de un período latente que precede al crecimiento de la regeneración de axones desde un muñón de nervio proximal a un muñón de nervio distal denervado fue el resultado de experimentos que fueron diseñados para examinar la tasa de regeneración de nervios. La regeneración nerviosa se determinó mediante la extrapolación de la línea de regresión de la distancia de regeneración nerviosa contra los días posteriores a la lesión nerviosa. Se describieron períodos tan cortos como de un día o tan largos como de 3 días, y los axones se regeneraron posteriormente a tasas de 1 a 3 mm / día en humanos y ratas, respectivamente. Cuando las motoneuronas que regeneraron sus axones a través de un sitio seccionado del nervio femoral y una coaptación microquirúrgica se volvieron a marcar con tintes fluorescentes a 25 mm del sitio de reparación, los números de estas neuronas aumentaron al máximo durante un período de 8 a 10 semanas. Aparte de la estimulación eléctrica un coadyuvante importante en el proceso de regeneración y mejoramiento de la función es los efectos de la elevación inducida por rolipram de AMPc neuronal en el sistema nervioso periférico. Se demostró que el aumento de AMPc en las neuronas del ganglio de la raíz dorsal era responsable de la eficacia de una lesión de acondicionamiento de los axones sensoriales en el sistema nervioso periférico promovido a partir de axones centrales.

Como pudimos observar todas estas tecnologías nombradas anteriormente, mejoran de manera positiva la calidad de vida de los pacientes con todo tipo de discapacidad ya sea motora o sensitiva pero en el momento del acceso a estas tecnologías en nuestro entorno existen unas barreras que impiden el acceso para las personas con discapacidad. La falta de conocimiento de las tecnologías de asistencia conlleva una falta de demanda, lo que a su vez impide su desarrollo y adopción. Para aquellos que conocen estas tecnologías, como es más común en entornos de altos ingresos, el uso se ve obstaculizado por las preocupaciones sobre su efectividad y su idoneidad; estigma social y privacidad; usabilidad y alfabetización informática; y asequibilidad. Los procesos de investigación, desarrollo y diseño aún deben incluir consultas con los usuarios y cuidadores para desarrollar productos que se adapten mejor a sus preferencias y entornos físicos y sociales. Si bien las tecnologías de la información y las computadoras son prometedoras en las aplicaciones para mejorar las funciones de las tecnologías de asistencia existentes, los diseñadores de productos aún tienen que consultar y adaptarse a las diferentes preferencias y necesidades de las personas mayores con discapacidades. Con respecto a países subdesarrollados y de nivel muy bajo la cooperación internacional y los actores de la salud global que defienden las tecnologías de asistencia aún no han llevado a un mayor apoyo para la innovación tecnológica o la transferencia de tecnologías y experiencia. Por lo tanto, en estas configuraciones, donde los productos importados son inasequibles, puede haber capacidades limitadas para producir tecnologías de asistencia a nivel local. Además, la falta de asequibilidad significa que muchos de los dispositivos de alta tecnología creados para entornos de bajos recursos en realidad solo son asequibles en las economías emergentes más ricas. También existe la preocupación de que estas tecnologías se desarrollen sin tener en cuenta los verdaderos factores ambientales, sociales y de recursos que impiden la adopción de tecnología en entornos de bajos recursos. El acceso a estas tecnologías y a proveedores calificados suele ser limitado y varía considerablemente entre estados y distritos, así como en áreas urbanas y rurales. Factores como la cultura y el idioma, las expectativas, las restricciones legales, los estereotipos, la autonomía y la dignidad también dificultan el acceso a las tecnologías de asistencia. Una revisión sistemática de las barreras para la adopción de tecnologías de asistencia por parte de personas mayores descubrió que la privacidad era su principal preocupación, seguida de preocupaciones sobre la confianza, la funcionalidad y el valor agregado. Otras barreras clave eran el costo y la asequibilidad; facilidad de uso e idoneidad para el uso diario; percepción de "no es necesario"; estigma; miedo a la dependencia; y falta de entrenamiento. Como se discutió anteriormente, las barreras del lado de la demanda contribuyen significativamente a las brechas en el acceso y uso de estas tecnologías. En todos los niveles (responsables de la formulación de políticas, proveedores de atención médica y posibles beneficiarios), no se comprenden los beneficios de las tecnologías de

asistencia y faltan datos sobre los dispositivos disponibles. Es de vital importancia comprender y abordar los desajustes entre la alta necesidad y la baja demanda, idear políticas para mejorar el acceso y el uso de las tecnologías de asistencia. Algunas de las soluciones para estas problemáticas, son presentadas por la OMS, las propuestas están dadas en un programa llamado GATE en la cual hay cuatro soluciones globales e interconectadas para que los países mejoren el acceso a las tecnologías de asistencia. Primero, se necesita un marco de política nacional para la tecnología de asistencia, con un apoyo financiero adecuado y una unidad focal para promover acciones intersectoriales. En segundo lugar, el desarrollo de productos por parte de socios de investigación y desarrollo debe fomentarse a través de esquemas de incentivos que apoyen y promuevan productos de asistencia asequibles. Tercero, se necesita capacitación del personal, a través de la formación de pregrado y en el servicio, así como la capacitación de cuidadores formales e informales. Cuarto, la provisión debe mejorarse, especialmente a través de la integración de servicios con el sistema de salud.

Conclusiones:

Como vimos anteriormente existen varios tipos de tecnologías para personas en discapacidad, tanto para deficiencias motoras y sensitivas de forma central o periférica, y los adelantos tanto tecnológicos como teóricos siguen en avance porque aún nos falta conocer de manera profunda el sistema nervioso humano. Tenemos presente que las tecnologías y su avance no es problema para las personas con discapacidad, el problema radica en el acceso a estas nuevas tecnologías y que sirvan de acuerdo al contexto del paciente, su entorno ambiental, físico y social. Debe de servir para mejorar su calidad de vida y proveer mejoras en sus tareas diarias para hacerlas más fácil por lo tanto tecnologías de asistencia pueden beneficiar a una amplia gama de personas, incluidas aquellas con discapacidades; aquellos con debilidades relacionadas con la edad; los afectados por enfermedades no transmisibles; y aquellos que requieren rehabilitación. El acceso a estas tecnologías es limitado en los países de ingresos bajos y medios como el nuestro, pero la necesidad ya alta inevitablemente aumentará aún más debido a las transiciones demográficas y epidemiológicas. Cuatro brechas clave contribuyen a un acceso limitado. Primero, aunque la necesidad es alta, la demanda es baja, sobre todo debido a la falta generalizada de conocimiento entre los posibles beneficiarios, sus cuidadores y sus proveedores de atención médica. En segundo lugar, los diseños de los productos no están suficientemente informados por las preferencias y los entornos de los usuarios y los cuidadores, y la transferencia de tecnologías a entornos de bajos recursos es limitada. En tercer lugar, las barreras de suministro incluyen una baja calidad de producción, Restricciones financieras y escasez de personal capacitado. Cuarto, hay una escasez de evidencia de alta calidad sobre la efectividad de los diferentes tipos de

tecnología. Primero, se necesita un marco de política nacional para la tecnología de asistencia. En segundo lugar, el desarrollo de productos debe fomentarse a través de esquemas de incentivos que apoyen y promuevan productos de asistencia asequibles. En tercer lugar, se necesita capacitación del personal, a través de la formación de pregrado y en servicio. Cuarto, la provisión necesita ser mejorada, Especialmente a través de la integración de servicios con el sistema de salud. Estas acciones deben estar respaldadas por el liderazgo del gobierno, un enfoque multisectorial y una financiación adecuada.

Referencias Bibliográficas:

1. Technology for disabilities. Interview by Ron Davis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 319(7220), 1290
2. Gordon, KA, Jiwani, S., y Papsin, BC (2013). Beneficios y perjuicios del uso de implantes cocleares unilaterales en el desarrollo auditivo bilateral en niños sordos. *Fronteras en psicología* , 4 , 719. doi: 10.3389 / fpsyg.2013.00719
3. Rowland, NC, Breshears, J., & Chang, EF (2013). Neurocirugía y la temprana edad de las interfaces cerebro-máquina. *Neurología quirúrgica internacional*, 4(Suppl 1), S11-4. doi: 10.4103 / 2152-7806.109182
4. (2016). Electrical Stimulation to Enhance Axon Regeneration After Peripheral Nerve Injuries in Animal Models and Humans. *Neurotherapeutics : the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 13(2), 295-310.
5. Wang, H. L., Chen, Y. P., Rau, C. L., & Yu, C. H. (2014). An interactive wireless communication system for visually impaired people using city bus transport. *International journal of environmental research and public health*, 11(5), 4560-71. doi:10.3390/ijerph110504560
6. Shi, C., Flanagan, S. R., & Samadani, U. (2013). Vagus nerve stimulation to augment recovery from severe traumatic brain injury impeding consciousness: a prospective pilot clinical trial. *Neurological research*, 35(3), 263-76.
7. Gómez GE. Caracterización de la tecnología de asistencia en pacientes adultos con lesiones de mano. *Rev. Fac. Med.* 2016;64(1):67-74. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.51915>.
8. Improving access to assistive technologies: challenges and solutions in low- and middle-income countries Tangcharoensathien Viroj, Witthayapipopsakul Woranan, Viriyathorn Shaheda, Patcharanarumol Walaipor.
9. Nerve Regeneration. Understanding Biology and Its Influence on Return of Function After Nerve Transfers. Gordon T. (2016) *Hand Clinics*, 32 (2) , pp. 103-117
10. Brief electrical stimulation improves nerve regeneration after delayed repair in Sprague Dawley rats Elzinga K., Tyreman N., Ladak A., Savaryn B., Olson J., Gordon T. (2015) *Experimental Neurology*, 269 , pp. 142-153.