

Oxímetro de pulso: fruto de la tecnología medica.

María Isabel Cordero Mendieta
mcordeom@est.ups.edu.ec
Universidad Politécnica Salesiana

Resumen—La electrónica cada vez va avanzando de la mano con la biomedicina, juntas pueden realizar una fusión impresionante y trabajar en distintas áreas, una de las más importantes y que se van a tratar es la oximetría de pulso, los avances importantes que se están desarrollando dentro del mismo con los avances tecnológicos que esta a la vanguardia de las necesidades.

Si bien es cierto los niveles de oxígeno que circulan a través de nuestro sistema circulatorio deben ser rigurosamente monitorizados ya que si existe un déficit de oxígeno en las células de nuestro cuerpo y por mucho tiempo puede desencadenar problemas serios como se mencionan a lo largo del desarrollo de este documento.

Index Terms—Biomedicina, medicina, área de la salud, tecnología, niveles de saturación sanguínea, pulsioxómetro, oximetría de pulso.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de todos estos años la tecnología a dado pasos gigantesco de tal manera que se puede decir que estamos en la era Bio es decir una era en donde se fusiona la ciencia con la tecnología, con las cuales podemos hacer cosas impresionantes que beneficio de la humanidad.[1]

La ciencia y la tecnología fusionadas en si crean la biotecnología, dando paso a nuevos ámbitos de trabajo y en distintas áreas que prometen dar las soluciones a desafíos fundamentales dentro de las diferentes áreas de trabajo.[2]

En el área de la medicina gracias al aporte de la electrónica a mejorando notablemente muchos de los tratamientos y mecanismos de control periódico, dando la posibilidad de un mejor estilo de vida con a la ayuda de la tecnología que día a día avanza y va de la mano con la medicina. [1], [2]

Muchos de los dispositivos que se utilizan en dentro del aspecto de la salud nos ayudan a prevenir o tratar enfermedades que requieren una vigilancia rigurosa para lo cual los dispositivos de adquisición de datos y con la ayuda de las redes inalámbricas se puede mejora la capacidad de almacenamiento de los ordenadores.

La Biomedicina nos da la posibilidad dar un diagnóstico precoz y prevenir o tratar adecuadamente una enfermedad en desarrollo. Cabe recalcar que no solo se habla de biomedicina a los dispositivos que se utilizan para el organismo en si sino también los que nos ayudan con la producción de fármacos para dar un tratamiento de forma adecuada y precisa.

El echo de utilizar diversas tecnológicas en esta área tiene sus ventajas y desventajas por los riesgos a las utilidades de cada uno de los dispositivos utilizados así como también la transmisión de datos de una central a otra.[3], [4], [5]

Sin lugar a duda en todos lo hospitales y casa de salud existentes al rededor de mundo poseen instrumentales que son necesarios para el monitoreo de pacientes dentro de estos o desde la comodidad de la casa, algunos de los aparatos que

se pueden utilizar para controles diarios son los tenciómetros, pulsioxímetro u oxímetro de pulso, glucometros, entre otros.[6], [7]

II. LA MEDICINA Y LA ELECTRÓNICA

II-A. La medicina y sus avances

En la actualidad el desarrollo de la tecnología avanza con pasos acelerados y es el que permite el crecimiento moderno el cual es muy fundamental en todas las áreas.

Pero en uno de los campos donde tiene una gran importancia es en la medicina, cada vez se desarrolla mas y el manejo de instrumental medico de alta complejidad son parte de los avances que se han venido dando en este proceso tecnológico. [9]

La unión de la medicina con la tecnología permite un cambio bastante grande en ella porque los avances que se han dado han facilitado en muchas ocasiones entender el origen, desarrollo y otros detalles de las enfermedades, las cuales al ser analizadas con una mejor visión permiten el conocimiento de un remedio a muchas de ellas, a mas de eso el científico ha podido visualizar los eventos y comportamientos que suceden dentro del cuerpo humano.[9]

Un estudio científico demuestra que las primeros rasgos de medicina se dieron en la época de la piedra en donde se dice que se dieron una idea de lo que fue la primera medicina.[8]

Con el paso de los años la medicina también a ido tomando un campo muy considerado dentro de la electrónica que desde su descubrimiento se investiga y se desarrolla a pasos agigantados, dedicándose al mejoramiento de la medicina tradicional debido a las falencias que esta tiene como por ejemplo la administración de un medicamento no es enviada a la zona exclusivamente especifica sino que se dispersa por todo el organismo, un avance tecnológico permitido por la electrónica y la medicina es el concepto de la nano medicina, elementos de tamaño atómico como el que se observa en la figura 1, con la capacidad de direccionarse a una zona especifica del organismo para monitorearla, suministrar medicamentos o reparar daños como obstrucciones en las venas, cada vez existen investigaciones entre estos campos con el fin de mejorar la calidad y la eficiencia de cada una de los aparatos que se ponen a disposición de la salud y el desarrollo de nuevos artefactos entre ellos las prótesis, extremidades como piernas, brazos, manos hasta órganos, pueden ser remplazados por las partes naturales.[10]

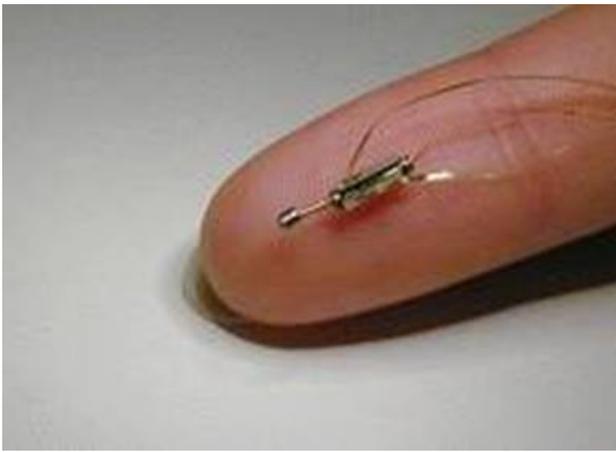


Figura 1. Nano Robots o Nanobots [10]

Este nuevo campo de la Biomedicina se ha convertido tanto para empresas farmacéuticas privadas, como para grupos de investigación de las universidades en un tema de mucho interés que ha tenido gran investigación.

Un tema bastante desarrollado debido a la gran necesidad y demanda es el de las prótesis que involucra conocimientos de fisiología con el mecanismo de materiales, así como también la interface entre la persona y sus prótesis. En la actualidad una prótesis ya no puede ser solamente mecánica sino que artificialmente activa como la mano i-limb que se muestra en la figura 2, siendo así necesita de una fuente de energía, sistemas de cables y circuitos que transmitan y transformen la fuerza y sistemas que interactúen con el portador quien tiene que controlarlo. Hoy en día, una prótesis activa no es una realidad lejana ya que la investigación permite su ensamble a la vida real. [11], [12]

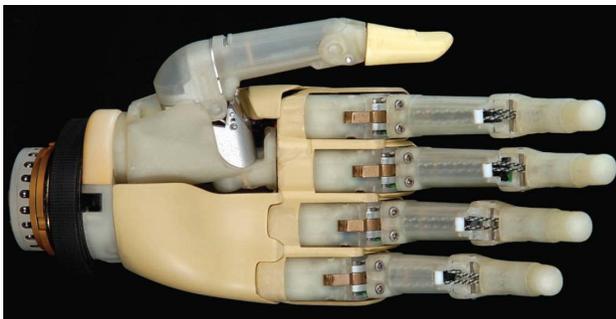


Figura 2. Mano I-limb, una prótesis activa.[11]

Como se había dicho anteriormente estos avances entre la electrónica y la medicina tienen grandes desarrollos no solo por los instrumentos que se innovan, sino por lo que se puede conseguir mediante estos instrumentos.

Nuevas investigaciones en biomedicina se centran en el estudio de las células madre adultas, esta célula madre tiene un papel fundamental que es el de generar nuevas células, lo interesante de su estudio es que después de procesos menos complicados como el de las células madre embrionarias pueden llegar a ser muy útiles, estas células tienen una alta capacidad de regeneración, por lo que se podría hacer

tratamientos en enfermedades neurodegenerativas, crear una vacuna contra el virus del papiloma humano, investigándolas más a fondo se descubrió que pueden actuar atacando y evitando el varios tipos de cáncer e incluso la capacidad de crear un órgano a partir de células propias.[13], [14]

La tecnología médica que existe en la actualidad tiene el propósito de mediante técnicas menos invasivas lograr un diagnóstico, evaluación y tratamiento más eficaces.[15]

La RNM o resonancia magnética “Es una espectroscopia basada en la absorción de radiación electromagnética”, produce imágenes muy detalladas de los órganos y tejidos como el cráneo de la figura 3, de una manera poco invasiva, contrario al caso de los Rayos X.



Figura 3. Imagen de la resonancia magnética del cráneo.[19]

Utiliza un campo magnético que cambia rápidamente, ondas de radio con una frecuencia entre 10MHz a 1GHz, el campo alinea las partículas atómicas (protones) del tejido del cuerpo humano y las ondas de radio hacen que estos protones envíen señales específicas que son detectadas por un receptor, un software en computadora interpreta estas señales y crea las imágenes del organismo interno, lo cual permite ver lesiones, enfermedades o anomalías existentes en la zona de análisis en forma de “rodajas” en cualquier posición. [16], [17]

La RNM es indolora para el paciente y no se conocen efectos secundarios por lo que es una herramienta tecnológica muy útil en el diagnóstico de enfermedades.[15]

“La medicina moderna desea la tecnología. La medicina moderna surge a partir del básico compromiso social de proporcionar a todos los ciudadanos prácticamente todas las novedades tecnológicas.”[18]

II-B. La oximetría de pulso

La pulsioximetría es una medición de oxígeno que es transportado por la hemoglobina al interior de los vasos sanguíneos de forma no invasiva. Para realizar dicha medición existe un aparato llamado pulsioxímetro[21]

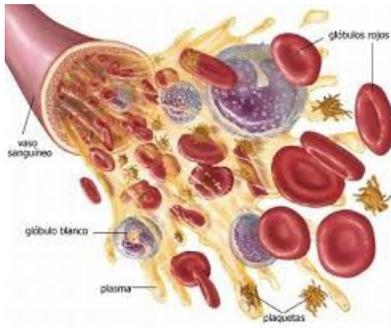


Figura 4. Elementos de la sangre.

Dentro de la salud uno de los elementos mas importantes e irremplazables por algún sustituto artificial es la sangre; esta sirve de transporte para muchos componentes importantes entre ellos el oxígeno.

La cantidad de oxígeno que es transportada por la sangre a los órganos y tejidos del cuerpo se llama oxigenación de la sangre, o nivel de saturación de oxígeno. El oxígeno disuelto se mide a través mecanismos que garantizan un suministro adecuado generalmente por los pulmones. El nivel de oxigenación de la sangre se mide a través de un análisis de una muestra de sangre en el laboratorio , en una prueba de gases en sangre arterial , o por fijación de un clip sensor de luz para la yema del dedo .[22]

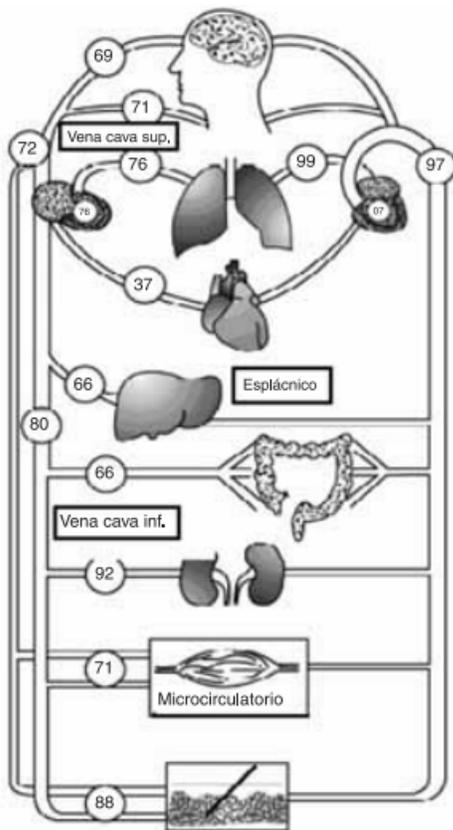


Figura 5. Transporte del oxígeno mediante la sangre.[20]

El oxígeno es un de los elementos vitales que intervienen

directamente en los procesos celulares. El mecanismo de aculturación de la sangre con el simple hecho de respirar. Los pulmones captan el oxígeno y lo transfieren al sistema circulatorio para ser transportado hasta la última célula del organismo. [24]

El nivel bajo de oxígeno en la sangre, o hipoxemia, es cuando los niveles de oxígeno están por debajo de los niveles normales, que se encuentran entre 95 y 100 % de saturación. Cuando el oxígeno esta por debajo del 85 o 90 %, las células dejan de funcionar de forma normal, alterando el funcionamiento de tu órganos y tejidos. Cuando ésto sucede, inevitablemente comienzas a manifestar ciertos signos y síntomas de la falta de oxígeno en la sangre.[25]

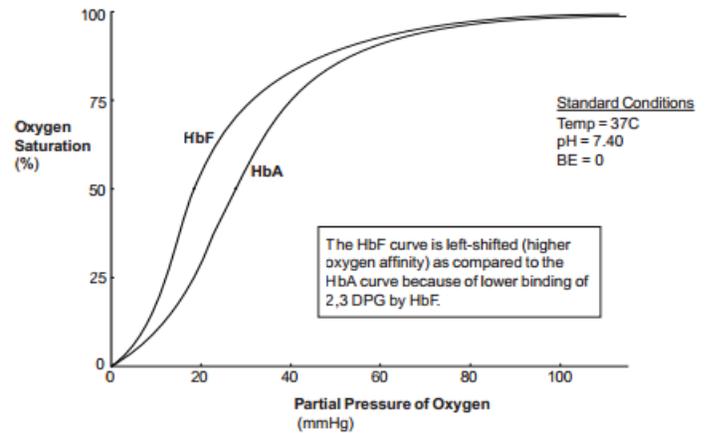


Figura 6. Nivel de saturación del oxígeno [20]

Si nuestro organismos no se oxigena adecuadamente puede ocurrir varios trastornos severos no solo a nivel pulmonar sino a cualquier parte del cuerpo los cuales pueden ser:

- Alteraciones que afectan el movimiento de la pared torácica durante el embarazo
- Anomalías músculo esqueléticas
- Traumatismos graves
- Enfermedades neuromusculares
- Alteraciones en el sistema nervioso central
- Influencias de las enfermedades crónicas.[23]

Ademas se pueden presentar alteraciones en la función cardíaco importantes que pueden afectar.

- Trastornos de la conducción.
- Alteración del gasto cardíaco.
- Insuficiencia cardíaca izquierda.
- Taquicardia
- Bradicardia
- Alteración de la función valvular
- Isquemia miocárdica ,angina, infarto del miocardio
- Hiperventilación
- Hipo ventilación
- Hipoxia Valores normales de Pa CO2 es 35 y 45 mmhg
PaO2 es 95 y 10 mmhg

II-C. Funcionamiento de un pulsioxímetro

Para la medición se precisa de un aparato de pulsioximetría, con un sensor en forma de pinza, que emite un haz de luz

que se refleja en la piel del pulpejo del dedo, midiendo la cantidad de luz absorbida por la oxihemoglobina circulante del paciente.[27] Los pulsioxímetros miden, en un intervalo de tiempo, la relación entre las diferencias de absorción de las luces rojas e infrarrojas. Esta relación se vincula directamente con la saturación de la oxihemoglobina. La absorción en la sangre arterial aumenta ligeramente con cada latido, lo que significa que es necesaria la presencia del pulso arterial para que el aparato reconozca alguna señal. [28]

El dispositivo emite luz con dos longitudes de onda de hasta 660 nm y 940 nm (infrarroja) que son características de la oxihemoglobina y la hemoglobina reducida claro esto puede variar según el fabricante. La mayor parte de la luz es absorbida por la piel, hueso y sangre venosa de forma constante, proporcionando así un incremento de esta absorción en la sangre arterial con cada latido, lo que significa que es necesaria la presencia de pulso arterial para que el aparato reconozca alguna señal.

Sólo se mide la absorción máxima durante una onda de pulso, lo que minimiza la influencia de tejidos, venas y capilares en el resultado.

Un pulsioxímetro mide la saturación de oxígeno en cada uno de los tejidos, tiene un transductor con dos piezas, un emisor de luz y un fotodetector, generalmente en forma de pinza y que se suele colocar en el dedo, después se espera recibir la información en la pantalla: la saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y curva de pulso. [21], [26]

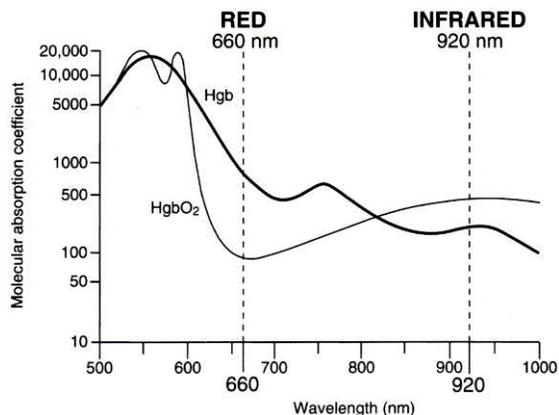


Figura 7. funcionamiento de un oxímetro de pulso

II-D. Ventajas y desventajas del uso de los pulsioxímetros

II-D1. Ventajas :

- Para el uso no requiere de un conocimiento especial .
- No es invasivo.
- Ayuda a monitorisar de forma permanente e instantánea.
- Es muy confiable.
- Indica la frecuencia del pulso cardíaco
- Tiene un tamaño portátil y solo requiere baterías pequeñas fáciles de conseguir en nuestro medio.[27]

II-D2. Desventajas:

- Cualquier movimiento que se puede producir dentro de un rango menor a los 30 segundos pueden ser frecuente de lecturas inadecuadas.

- Depende del el lugar en donde se coloque el oxímetro de pulso para determinar el tiempo de lectura, el la oreja 10 segundos y en el dedo 30 segundos y mas ratardo aun en los dedos de los pies.
- Puede tener errores de lectura cuando su utiliza el pulsioxímetro con las unas recubiertas con esmalte en especial los colores rojo, verde, y negro debido a que interfieren con las longitudes de onda.[29]

II-E. Avances dentro de la oximetría de pulso

La oximetría de pulso a tenido gran acogida en las áreas de obstetricia, cerebral, pulmonar y la unidad de cuidados intensivos.

- Oximetría de pulso fetal Vigilancia de la oxigenación fetal en sala de labor y parto. NOs permite monitorizar de manera permanente la hipoxia fetal. El sensor fetal debe marcar sus valores normales son de 35 a 70 %, en promedio 47 %. [30]
- Oximetría cerebral La saturación de oxígeno en el cerebro debe oscilar de 70 al 80 %.
- Oximetría de pulso esofágica
- Oximetría de pulso visceral Utilizada en las laparotomías exploradoras y en cirugía de intestino.
- Oximetría de pulso retiniana La SaO2 en el fondo de la retina a través de una densidad óptica
- Oximetría de pulso nasofaríngea Aplicable a quemados puesto que se requiere mayor oxigenación en las partes mas afectadas para su recuperación.
- El oxímetro de pulso se utiliza como una herramienta para vigilar la evolución, gravedad y pronóstico para el asma por la sensibilidad que posee.[29]

III. CONCLUSIONES

Es visible el avance de la ingeniería así como el de la medicina, la investigación de la ingeniería en la medicina y la medicina en la ingeniería abren las puertas a un nuevo universo de conocimientos, estudios y descubrimientos ya que es de esta fusión de donde aparece la biomedicina, y es notoria la evolución de la biomedicina ya que están a la vista sistemas, mecanismos y elementos que facilitan la vida tanto de un medico como la de un paciente.

Una aplicación creada por la biomedicina es el oxímetro de pulso, un dispositivo de fácil manipulación, no invasivo al organismo que evalúa los niveles de oxígeno en el organismo, un dato importante que puede evitar problemas gracias a su fácil uso y factibilidad.

Sin embargo existen desventajas para el oxímetro de pulso tales como la interferencia de movimiento, luz, pigmentos y otros artefactos que no permiten una buena lectura en los niveles de saturación.

Los avances que día a día se realizan, en Japón se ha propuesto un equipo de oximetría de pulso que no solamente detecte la curva de pletismografía, el dígito de la SPO2, sino también la hemoglobina, a este equipo se le ha llamado hemoglobínómetro.

Estos equipos serán particularmente valiosos en pacientes como los neonatos donde se dificulta la extracción de muestras de sangre para analizar la hemoglobina[29]

REFERENCIAS

- [1] UCIENCIA, Bioinformática y Biomedicina Nuevos retos de la supercomputación, 2010.pdf [En línea]
- [2] Judith Prieto Ayuda , Laura Casado Castells “Cd versus web: Algunos ejemplos en biomedicina” CIN DOC centro de investigación y documentación científica, 2002.pfd [En línea]
- [3] “Biomedicina, Biomarcadores, Biomecánica y Medicina Predictiva” Biomarkers in Medicine 2011. Por: Ana Luisa Villanueva Directora Médica Vida, Salud & Accidentes MAPFRE RE Madrid - España.pdf
- [4] “Biomecánica en Medicina Laboral”. 2011. BAASYS. Editores: Santiago Delgado Bueno. Domingo Montes de Oca Hernández y Néstor Pérez Mallada.
- [5] “Biomecánica en la Valoración Médico Legal de las Lesiones”. 2011. BAASYS. Editores: Santiago Delgado Bueno. Domingo Montes de Oca Hernández y Néstor Pérez Mallada.
- [6] JL Martín-Ventura; LM Blanco-Colio, J Truñón, B Muñoz Garcia J Madrígala, JA Moreno, M Vega, J Egido; Rev Esp. Cardiol. 2009; 62(6): 677-88; Vol 62
- [7] Christopher J. O’Donnell, M.D., Elisabeth G. Nagel, M.D. ; N Engl J Med 2011; 365:2098-109
- [8] Escuela de la medicina “Apuntes de historia de la medicina”, [En línea] disponible en www.escuela.med.puc.cl/publ/historiamedicina/MedicinaPrimitiva.html
- [9] “Importancia de la Tecnología de la Información en el Área de Medicina” [En Línea] disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/tecno-medicina/tecno-medicina>.
- [10] “Aplicación de la electrónica a la medicina”. Kevin Jaramillo. pdf [En Línea].
- [11] “Prótesis roboticas” Autores: Lisandro Puglisi, Héctor Moreno. pdf. [En Línea]
- [12] Revista Digital Universitaria “Robótica y Prótesis Inteligentes” Patricia Rios Murillo, Itzel Flores Luna, Ana Juárez Mendoza. pdf.
- [13] “Bio(Ciencia+Tecnología)” [En Línea] Disponible en: www.madrimasd.org/blogs/biocienciatecnologia/2008/02/13/84394.
- [14] “La Revolución de la Biomedicina: Las Células Madre” Por: Bioquímica para tú. [En Línea] disponible en: <https://bioquimicaparatu.wordpress.com/2014/01/07/la-revolucion-de-la-biomedicina-las-celulas-madre/>.
- [15] “Instrumentos de tecnologías medicas” Autor: Susan Sedgwick. [En Línea] Disponible en: http://www.ehowenespanol.com/instrumentos-tecnologias-medicas-lista_100760/
- [16] “RMN, Resonancia Magnética Nuclear” Laboratorio de Biología Osea y Metabolismo mineral. UNR-Argentina. 2006-2009.
- [17] “ Resonancia Magnética Nuclear (RMN)”pdf. Seguridad de la RM, Repasada en Julio 12, 2013. Copyright© 2013, RadiologyInfo.org
- [18] “Impacto de la tecnología en la práctica de la medicina” Por: Delia Outomuro.
- [19] imagen resonancia magnética disponible en: imagenyresonancia.blogspot.com/p/aula-para-el-paciente_12.html
- [20] Dr. Raúl Carrillo-Esper, Dr. Juan José Núñez-Bacarreza, Dr. Jorge Raúl Carrillo-Córdova RMN, “Saturación venosa central. Conceptos actuales” ARTÍCULO DE REVISIÓN Vol. 30. No. 3 Julio-Septiembre 2007 pp 165-171
- [21] Noguero Casado MJ*, Seco González A*. *Médico de Familia. Sergas. A Coruña (España). “ Pulsioximetría ” pdf [En línea] disponible en: www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf
- [22] “Oxigenación de la sangre” [En línea] disponible en: cianosis.org/oxigenacion-de-la-sangre/
- [23] Maritza Acevedo MSN, Curso Enfermería 10. “Oxigenación” [En línea] disponible en: suagm.edu/umet/biblioteca/Reserva_Profesores/maritza_acevedo_nurs_230_101/oxigenacion.pdf
- [24] Enfermería “¿Qué es la saturación de oxígeno y cuáles son los niveles normales de saturación de oxígeno?” [En línea] disponible en: mimoonline.es/pregunta.php?idP=48
- [25] “Síntomas de niveles bajos de oxígeno en la sangre” [En línea] disponible en: ehowenespanol.com/sintomas-niveles-bajos-oxigeno-sangre-sobre_37536/
- [26] María José Morón Fernández1, Eduardo Casilari Pérez1, José Antonio Gázquez Parra “Sistema de Monitorización Inalámbrica de Sensores de SPO2 (pulsioxímetros) ” [En línea] disponible en: webpersoal.uma.es/de/ECASILARI/Research/Papers/Congresos/2005/Mundo_internetMJose.pdf
- [27] PULSIOXIMETRÍA pdf [En línea] disponible en: web.udl.es/usuaris/w4137451/webresp/contenidos_docentes/exploracion/pdf_pruebas/pulsioximetria6.pdf
- [28] Rivers EP, Rady MY, Martin GB, et al. Venous hyperoxia after cardiac arrest. Characterization of a defect in systemic oxygen utilization. Chest 1992;102:1787-1793.
- [29] Dr. Eduardo Martín Rojas-Pérez Anestesiólogo Cardiovascular. Instituto Nacional de Cardiología México, D.F. “Factores que afectan la oximetría de pulso”, MONITOREO Y SEGURIDAD EN ANESTESIA Vol. 29. Supl. 1, Abril-Junio 2006 pp S193-S198 .pdf [En línea] disponible en: sld.cu/galerias/pdf/sitios/anestesiologia/factores_que_afectan_oximetria_pulso.pdf
- [30] Sola A, Chow I, Rogido M. Oximetría de pulso en la asistencia neonatal en 2005. Revisión de los conocimientos actuales. An Pediatr (Barc) 2005;62:266-81.