

Electromechanic Simulator of a Baby with Moro and Palmar Grasp Reflexes

Simulador Electromecánico de Reflejo Moro y de Prensión Palmar en Neonatos

Loraine E. Díaz^{#1}, Andrés F. Céspedes^{#2}, Sergio A. Salinas^{#3}

[#] Grupo de investigación BISEMIC, Universidad Pontificia Bolivariana
Km. 7 Vía Piedecuesta, Bucaramanga, Colombia

¹ loraine.diaz@upb.edu.co

² andres.cespedes@upb.edu.co

³ sergio.salinas@upb.edu.co

Abstract— This paper presents a simulator of a baby with moro and palmar grasp reflexes. The moro reflex is arms movement done by a baby when he has a falling head sensation. On the other hand, the palmar grasp reflex happens when an object is placed on the baby's hand palm and he closes his fingers. The developed simulator includes a baby mannequin and a graphical interface in order to control and program it. The simulator could be a tool for medical training and help to teach some abilities to healthcare learners.

Keywords — Moro reflex; Palmar grasp reflex; Electromechanic Simulator; Baby Simulator.

Resumen— Este artículo presenta la construcción de un simulador de reflejo moro y reflejo de prensión palmar en neonatos. El reflejo moro es el movimiento de los brazos que hace el neonato, como respuesta ante la acción de dejarle caer momentáneamente su cabeza; por su parte el reflejo de prensión palmar se refiere a cómo el neonato cierra la mano cuando un objeto es puesto en la palma de la misma. El simulador desarrollado incluye una interfaz gráfica para su control y programación, además del maniquí en forma de bebé. Este sistema tiene el fin de ser usado en entrenamiento médico, es decir, al desarrollo habilidades de aprendices del área de la salud.

Palabras clave — Reflejo Moro; Reflejo de Prensión Palmar; Simulador Electromecánico; Simulador de Bebé.

I. INTRODUCTION

El papel de la simulación está tomando cada vez más fuerza en la educación médica, debido al aporte que hace al aprendiz. Los simuladores, con el nivel apropiado de fidelidad y con la posibilidad de desarrollar habilidades en el practicante, son un complemento importante del proceso de aprendizaje en eventos de simulación.

Hasta hoy se han creado diversos simuladores orientados al entrenamiento médico en cirugía [1], al aprendizaje de capacidades específicas [2–4], al diagnóstico clínico de pacientes [5] e incluso a la instrucción en el uso de equipos especializados [6]. En cuanto a los simuladores de neonatos, existen variados sistemas comerciales, algunos con objetivos médicos [7] y otros no [8], pero no se tiene información de alguno que simule los dos reflejos propuestos en esta investigación.

El grupo de investigación en Bioingeniería, Señales y Microelectrónica (BISEMIC), de la Universidad Pontificia Bolivariana ha realizado aportes a nivel de simuladores para medicina en las áreas de cirugía [9–12], odontología [13], neumología [14] y en este caso pediatría.

II. REFLEJOS SIMULADOS EN BABY-MORO

A. Reflejo Moro

Este reflejo es también conocido como *respuesta de sobresalto*, es una respuesta del recién nacido que desaparece entre los 3 y 4 meses de edad. Es importante realizar las pruebas diagnósticas, que evidencien la existencia, ausencia o falencia del reflejo, a todo infante [15].

La prueba diagnóstica de este reflejo consiste en: colocar al bebé boca arriba sobre alguna superficie, luego levantarle la cabeza suavemente con suficiente soporte para comenzar a quitar el peso corporal de la superficie, repentinamente debe soltarsele la cabeza dejándola caer hacia atrás, para luego sostenerla de nuevo con rapidez, sin permitir que golpee en la superficie [16].

La respuesta normal es que el bebé tenga una mirada de sobresalto y mueva los brazos a los lados con las palmas hacia arriba y los pulgares flexionados. A medida que el reflejo termina, el neonato retrae los brazos hacia el cuerpo, con los codos flexionados y luego se relaja [17]. La persistencia de este reflejo a los 6 meses de edad refleja un desorden neurológico, así como una asimetría, es decir mover sólo un lado, indica que el infante puede padecer de hemiparesia, parálisis plexo branquial o fracturas en la clavícula [15]. Este reflejo en el bebé es verificado por el pediatra inmediatamente después del nacimiento y durante las consultas del niño sano.

B. Reflejo de Prensión Palmar

Este reflejo es la respuesta del recién nacido ante un estímulo, que consiste en colocar un objeto en sus manos o pies; ante esto el bebé responde con un movimiento de aprensión, que tiene la fuerza suficiente para sostener su propio peso. Este reflejo se pierde cuando el bebé alcanza

entre los cinco y seis meses de edad. Si el bebé mantiene el reflejo más allá del tiempo adecuado, no desarrollará la habilidad de caminar, le impedirá el apoyo sobre la mano abierta, y no tendrá reacción de equilibrio [17], [18].

III. SIMULADORES EN LA ENSEÑANZA MÉDICA

El proceso de simular se concibe desde el momento en que un ser humano crea en su mente situaciones hipotéticas como respuesta a circunstancias a las que se enfrenta. La simulación es usada en cualquier área del conocimiento en la que se pretenda estudiar un fenómeno. Es por lo anterior que se constituye válido el aprendizaje de los profesionales mediante la simulación. La simulación es la manera de determinar el grado de habilidad del aprendiz, para realizar mejoras en las falencias que éste presente. Para considerar un simulador como óptimo y efectivo es necesario que: sea fiel a la realidad, tenga un manejo operativo fácil y proporcione datos detallados de la simulación [19].

Los conocimientos adquiridos de manera empírica quedan afianzados con mayor fuerza que aquellos logrados sólo de forma teórica, y más aún cuando se refiere a ciencias de la salud. Además, la aplicación experimental de los conocimientos de un médico involucra la vida de personas, lo que hace que el nivel de exigencia para el practicante sea alto. Así, disponer de un dispositivo que represente la realidad y permita hacer prácticas, es de gran utilidad para el desarrollo de habilidades y destrezas frente a situaciones reales.

Los simuladores de bebés desarrollados hasta ahora están enfocados a dos áreas, una es la relacionada con la enseñanza a nivel social y la otra con la enseñanza médica.

1) *Enseñanza a nivel social*: El objetivo perseguido en esta forma de aplicar la simulación es adquirir destrezas en el cuidado físico del niño, por ejemplo: la alimentación, cambio de pañal, posiciones del cuerpo y prevención de la puesta en peligro su vida. El público al que van dirigidos estos simuladores se divide en: centros educativos con cursos de maternidad y paternidad, entrenamiento a futuros padres adoptivos y niñeras, y centros médicos en los que se usan para los programas de educación prenatal [8], [19].

2) *Enseñanza a nivel médico*: Con la simulación médica de bebés se busca mejorar el entrenamiento del aprendiz de ciencias médicas, detectando errores en la ejecución de su tarea en el simulador y no en un paciente. Con lo anterior, se pretende preservar y respetar la salud de los niños, ya que el practicante emprende acciones correctivas, que van a buscar un mayor desarrollo de sus habilidades y mejores prácticas profesionales. Estos simuladores se desarrollaron principalmente para que sean usados por médicos, docentes y estudiantes de medicina y enfermería. El objetivo es detectar de manera previa debilidades en el aprendiz y mejorar sus capacidades de respuesta ante situaciones médicas que involucren al niño [7], [19].

Los simuladores de bebé actuales se implementan principalmente para realizar las primeras evaluaciones médicas de los neonatos al nacer, con simulación de gran variedad de variables como: pulso cardiaco, respiración, presión arterial, entre otras. Usando elementos electromecánicos, interfaces hápticas, sistemas de cómputo, telecomunicaciones, elementos físicos como los maniqués

y la adaptación a un ambiente clínico simulado [20-23]. Sin embargo, dentro de los simuladores desarrollados hasta el momento, no se encontró ningún prototipo para simular los reflejos expuestos en este artículo.

IV. METODOLOGÍA

Para desarrollar el simulador de un bebé, que respondiera con el reflejo moro y/o el reflejo de presión palmar, cuando se ejecutará una estimulación adecuada, se inició con la recopilación bibliográfica. De la cual, se extrajeron cuáles deberían ser las características del simulador y cuáles eran las posibles respuestas que podía dar el bebé ante los dos reflejos:

- Ante el reflejo Moro el bebé puede: abrir ambos brazos, mover solo un brazo o no responder al estímulo.
- Ante el reflejo de presión el bebé puede: apretar ambas manos o no apretarlas.

Se construyó todo el sistema electromecánico dentro de un maniquí (muñeco de plástico) de un bebé. Se usaron servomotores para el movimiento de los brazos, la apertura y cierre de las manos; así como sensores inerciales para detectar el movimiento de la cabeza del maniquí y sensores infrarrojos para las manos. Todo manejado desde un microcontrolador, el cual permite también la comunicación con un computador. En la figura 1, se muestra el ensamble de cada servomotor y sensor en el maniquí.

Para realizar el control y monitoreo del simulador, se usó el software LabVIEW, en donde se construyó una interfaz gráfica de usuario (GUI), desde la cual se pueden enviar datos de configuración y funcionamiento al microcontrolador, a lo cual éste responde con datos de los sensores. En la Tabla 1 se muestra el proceso de la comunicación.



Fig. 1. Ubicación de sensores y elementos finales de control.

En la GUI se pueden visualizar, como una señal de voltaje variando en el tiempo, los datos del giroscopio cuando se está simulando el reflejo moro. También pueden verse las opciones de reflejo y las respuestas a simular.

TABLA I
PROCESOS DE LA COMUNICACIÓN

Pasos	LabView	Microcontrolador
1	Envía señal de inicio, para sincronizar comunicación.	Recibe señal de inicio.
2	Envía el código equivalente a que reflejo se va a simular y su respectiva respuesta.	Recibe el código correspondiente a lo que se va a simular.
3	Envía una señal de inicio de la simulación.	Recibe la señal de inicio de simulación.
4	Recibe la medida del sensor.	Envía los datos del sensor y controla los sensores y actuadores (motores)
5	Envía la señal de stop.	Recibe la señal de stop.
6	Se reinicia el proceso.	Debe reiniciarse.

Para el microcontrolador, se desarrolló un algoritmo que responde a los datos enviados desde el computador, controla los elementos finales de control y lee las señales de los sensores. El algoritmo se describe en la figura 2, el cual usa indicadores de procesos como 'I' y 'E', con el objetivo de controlar la comunicación y definir claramente lo que se desea simular.

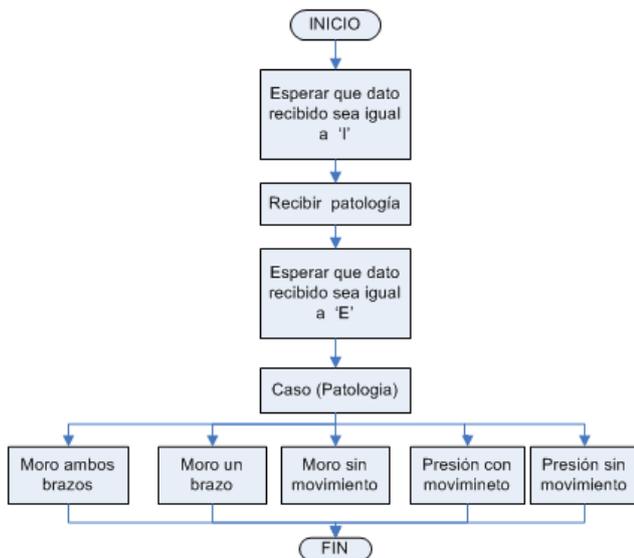


Fig. 2. Algoritmo del Microcontrolador.

V. RESULTADOS

Como resultado de todo el proceso de programación y ensamble, se obtuvo un maniquí con brazos y dedos móviles. Los movimientos responden al patrón establecido por la prueba que se realiza, ya sea de reflejo moro o de reflejo de prensión. Además, se obtuvo una GUI desde la cual se puede controlar el simulador, que está enfocada a la enseñanza médica, y que por lo tanto debe ser manejada por un instructor, quien seleccionará el reflejo a simular y la respuesta que el maniquí debe dar. Por su lado, el estudiante deberá identificar y diagnosticar las respuestas del bebé.

En la figura 3 se muestra la GUI, con: su encabezado, la opción de seleccionar el puerto de comunicación del computador, cada una de las opciones de simulación, la

señal del giróscopo y las opciones de inicio y detención del sistema. Los picos en los datos mostrados del giróscopo, corresponden a movimientos de la cabeza del maniquí, cuando ésta se deja caer, y la amplitud de los picos varía de acuerdo a la rapidez del movimiento de la cabeza.

Con el desarrollo de este simulador, se logró observar señales de aceleración que experimenta la cabeza del bebe simulado, que podrían ser similares a la de un neonato real.

Entrenar con el simulador representará para el practicante un reto, en la medida que él no conocerá la respuesta que entregará el bebé y, por tanto, debe analizar las reacciones del maniquí para dar un posible diagnóstico.



Fig. 3. Interfaz gráfica en LabView mostrando la señal del giróscopo.

VI. CONCLUSIONES

Se logró obtener un simulador electromecánico de reflejos de moro y prensión palmar, que puede ser controlado desde un computador a través de una interfaz gráfica, en donde el instructor puede seleccionar la forma en la cual se simularán los reflejos; y contiene un maniquí que puede ser manipulado por el estudiante, el cual sensa las acciones que se realizan sobre éste y genera la respuesta programada.

Con el simulador Baby-Moro se puede entrenar en la determinación de una anomalía en los dos reflejos de bebé programados, pero no se puede generar un diagnóstico automático de una enfermedad.

Trabajos futuros se realizarán para optimizar las respuestas dadas por el simulador, a partir de experimentos realizados con profesionales de la salud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo recibido por parte del grupo de investigación BISEMIC y la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

REFERENCIAS

- [1] Tsuda S, Scott D, Doyle J, Jones DB. Surgical Skills Training and Simulation. *Current Problems in Surgery*, 46:271-370, 2009.
- [2] G. Alinier, B. Hunt, R. Gordon, and C. Harwood. Designing a computer-based simulator for interventional cardiology training. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2000.
- [3] R. Rowe and R. Cohen. An evaluation of a virtual reality airway simulator. *Anesth Analg*, 2002.
- [4] H. Colt, S. Crawford, and O. Galbraith. Virtual reality bronchoscopy simulation: a revolution in procedural training. *Chest*, 2001.
- [5] M. Good. Patient simulation for training of basic and advanced clinical skills. *Med Educ*, 2003.
- [6] Vertual Ltd. "VERT - The Flight Simulator for Linacs". 2015. Disponible en: <<http://vertual.co.uk/>>. [Octubre de 2015].

- [7] Laerdal Medical Co. SimBaby. Disponible en: <<http://www.laerdal.com/es/SimBaby>>. [Octubre de 2015].
- [8] Realityworks. Infant Simulators. Disponible en: <<http://www.realityworks.com/categories/infant-simulators>>. [Octubre de 2015].
- [9] S. Cristancho, F. Moussa, A. Monclou, C. Moncayo, C. Rueda, A. Dubrowski. "Progressive Simulation-Based Program for Training Cardiac Surgery-related" Studies in Health Technology and Informatics. vol: 163, 2011.
- [10] D. Rojas, S. Cristancho, C. Rueda, L. Grierson, A. Monclou, A. Dubrowski. "The Validation of an Instrumented Simulator for the Assessment of Performance and Outcome of Knot Tying Skill: A Pilot Study" Studies In Health Technology And Informatics. Vol: 163, 2011.
- [11] C. Rueda, S. Gómez, A. González, S. Cristancho, A. Monclou, A. Dubrowski. "Simulador de Cirugía Laparoscópica (Simulap)" Sexto Seminario Internacional de Ingeniería Biomédica. Universidad de los Andes, Bogotá, 16 Febrero 2012.
- [12] D. Ramos-Tovar, S. A. Salinas. "Simulador Háptico Virtual Para Entrenamiento de Cirugía Laparoscópica" II Congreso Nacional e Internacional de Simulación Clínica en Ciencias de la Salud. INSIMED, Bogotá, 20 Septiembre 2013.
- [13] A. Méndez, J. C. Bermeo-Peralta, S. A. Salinas. "Diseño y Construcción de un Simulador para Procedimientos de Exodoncia. "ExodSim": Diseño conceptual" Sexto Seminario Internacional de Ingeniería Biomédica. Universidad de los Andes, Bogotá, 16 Febrero 2012.
- [14] K. Sánchez-Morales, S.A. Salinas. Prototipo de simulador software electromecánico del pulmón. Revista Puente, vol 9, No 1, 2015.
- [15] LM. Bear. Early identification of infants at risk for developmental disabilities. *Pediatr Clin North Am.* 51(3): 685-701, 2004.
- [16] MedlinePlus. "Reflejo de moro". Disponible en: <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003293.htm>>, Abril 12, 2013 [Mayo de 2014].
- [17] Cosas de la Infancia. "Los reflejos en el desarrollo motor del bebé" Internet: <http://www.cosasdelainfancia.com/biblioteca-psico07.htm>, [Mayo de 2014].
- [18] Pelequia. "Reflejo de prensión". Disponible en: <<http://pequeia.es/bebes/reflejo-de-prension.html>> Feb 3, 2009 [Mayo de 2014].
- [19] J. Galindo-López, L. Visbal-Spirko. "Simulación, herramienta para la educación medica" *Salud Uninorte. Barranquilla (Col.)*, 23 (1): 79-95, 2007.
- [20] Tecnosim S.A. de C.V. "S3010 HAL Recién Nacido". Disponible en: <http://www.tecnosim.com.mx/productos/gaumard/producto_simad_vnc_hal_bebe.html> [Abril de 2014].
- [21] Tecnosim S.A. de C.V. "Premie HAL S3009". Disponible en: <http://www.tecnosim.com.mx/productos/gaumard/producto_simad_vnc_hal_prem.html> [Abril de 2014]
- [22] D. Christianson, J. Johnson, R. Lidicker. "Infant simulation device and method therefore". US Patent 6699045, Feb 3, 2004.
- [23] R. Jurmain, M. Jurmain, S. Oium. "Infant simulator" US Patent 6454571, Sep 24, 2002.