

Máquina RCP lactantes

Paulina López, Dr. - Ing José Leal

Departamento de Ingeniería Biomédica

lop20688@uvg.edu.gt, jaleal@uvg.edu.gt



Resumen

El desarrollo de un dispositivo automatizado para RCP en lactantes busca superar las limitaciones de la RCP manual, como la fatiga del personal y la irregularidad en las compresiones, ofreciendo una solución más segura y consistente para emergencias cardíacas en lactantes. Este proyecto responde a la necesidad de mejorar la supervivencia y los resultados neurológicos de esta población vulnerable mediante la innovación en atención médica neonatal. El dispositivo fue diseñado para proporcionar compresiones torácicas precisas, considerando las necesidades fisiológicas de los lactantes. Incluye el estudio de requisitos técnicos, selección de materiales adecuados y la construcción de un prototipo inicial. Las pruebas evaluaron fuerza, profundidad y frecuencia, destacando dimensiones correctas y avances en funcionalidad, aunque con inconsistencias durante las pruebas. El prototipo es un avance prometedor en ingeniería biomédica, no obstante se requiere mejoras en calibración y estabilidad para garantizar compresiones constantes en escenarios prolongados.

Objetivos

Objetivo general:

- Diseñar y construir un prototipo mecánico automatizado para realizar RCP en lactantes.

Objetivos específicos:

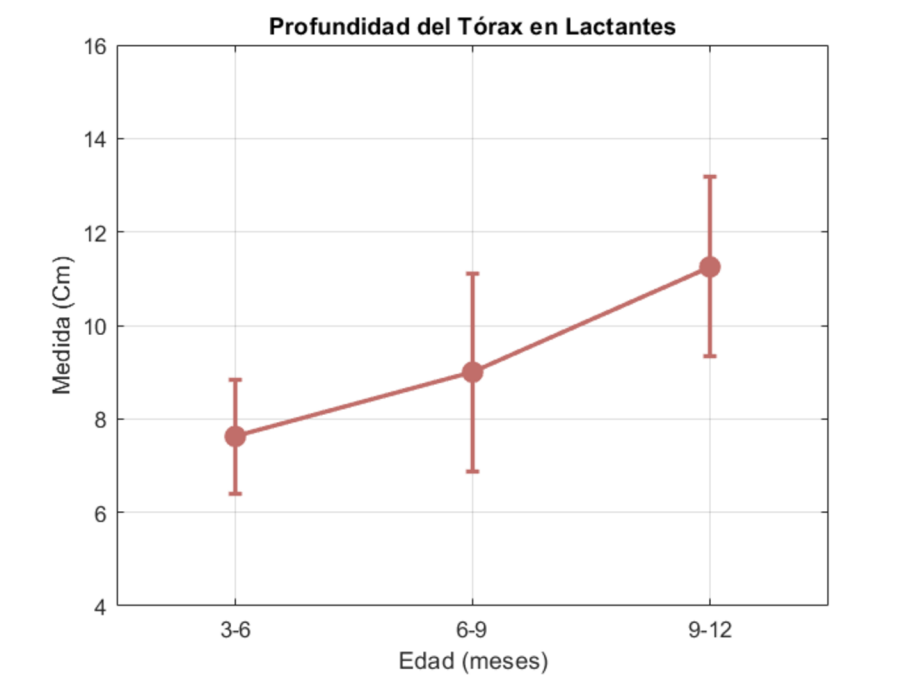
- Diseñar un sistema preliminar considerando ergonomía, eficiencia, selección de materiales y parámetros de compresión y frecuencia seguros para el paciente.
- Fabricar y validar un prototipo funcional con dimensiones adecuadas.
- Evaluar el prototipo analizando fuerza, profundidad y frecuencia de compresión durante 30 minutos.



Se realizó un censo con 30 bebés de 3 a 12 meses para validar los 12 cm que se sugieren en la teoría como estándar.

Esto ante la falta de una medida específica de profundidad del pecho según la edad de los lactantes. Las mediciones se realizaron en posición supino con una regla vertical por un pediatra en el Hospital General de Accidentes Ceibal, zona 9 de Guatemala.

Resultados



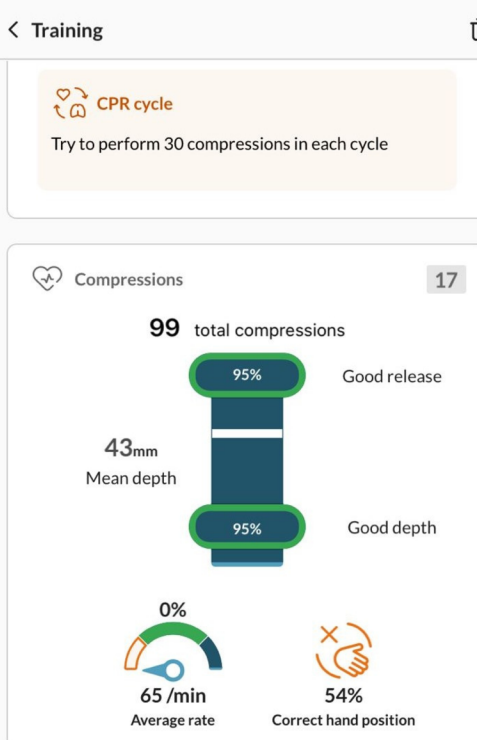
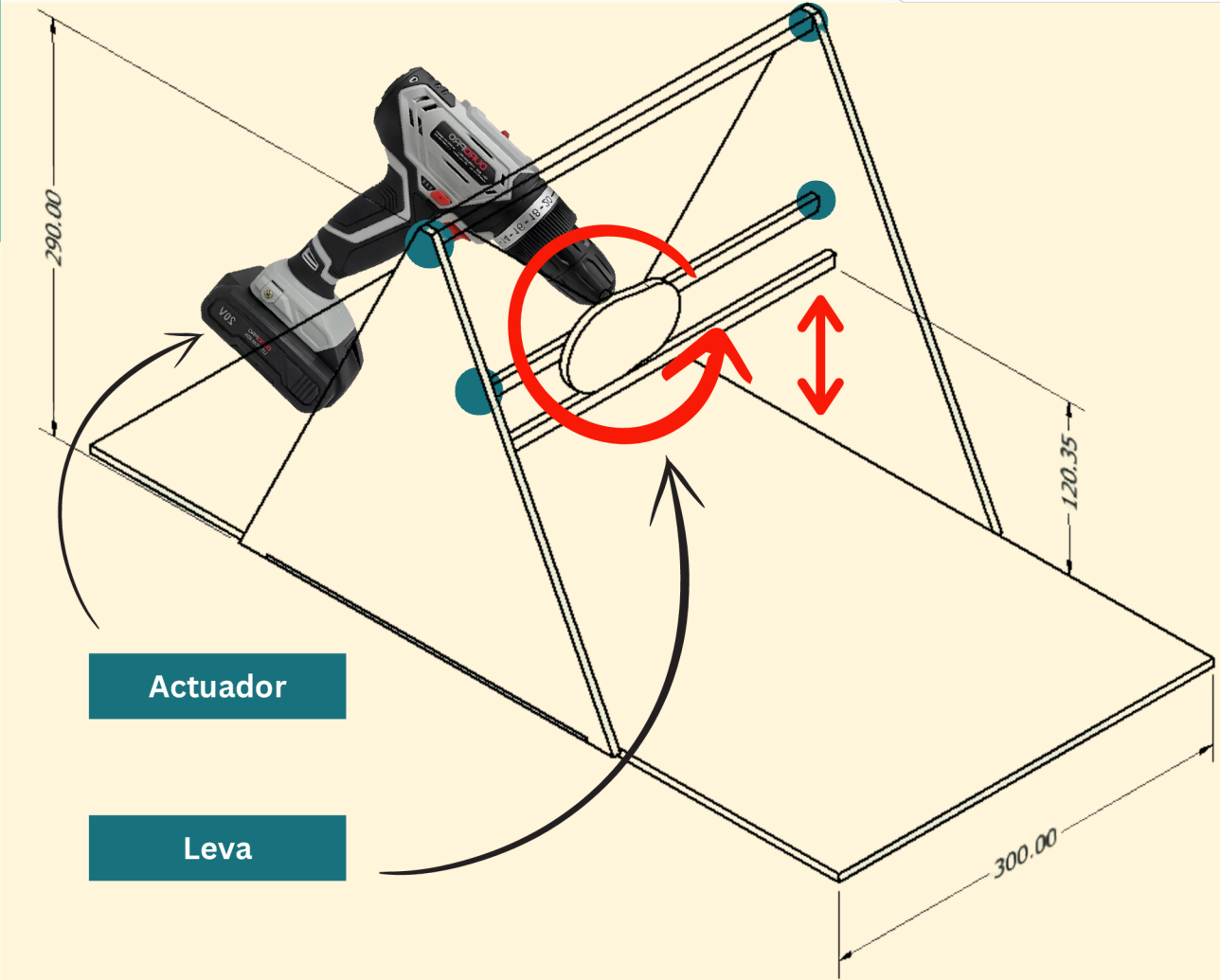
Existe un incremento en la profundidad del tórax en lactantes de 3 a 12 meses. Se observa un crecimiento progresivo con valores promedio de 8 cm, 10 cm y 12 cm, respectivamente, junto con barras de error ya que la muestra de datos no es representativa o es demasiado pequeña.

Conclusiones

El prototipo automatizado de RCP en lactantes cumplió con el diseño y fabricación considerando dimensiones adecuadas, ergonomía y materiales previamente seleccionados, logrando avances en la funcionalidad inicial. Sin embargo, las pruebas revelaron inconsistencias en la fuerza, profundidad y frecuencia de las compresiones, impidiendo su evaluación durante 30 minutos. Estas limitaciones reflejan áreas de mejora en la calibración de los componentes y la estabilidad del sistema.

Aunque el diseño incorpora elementos prometedores, se requieren ajustes para garantizar compresiones consistentes, seguras y alineadas con estándares en escenarios prolongados.

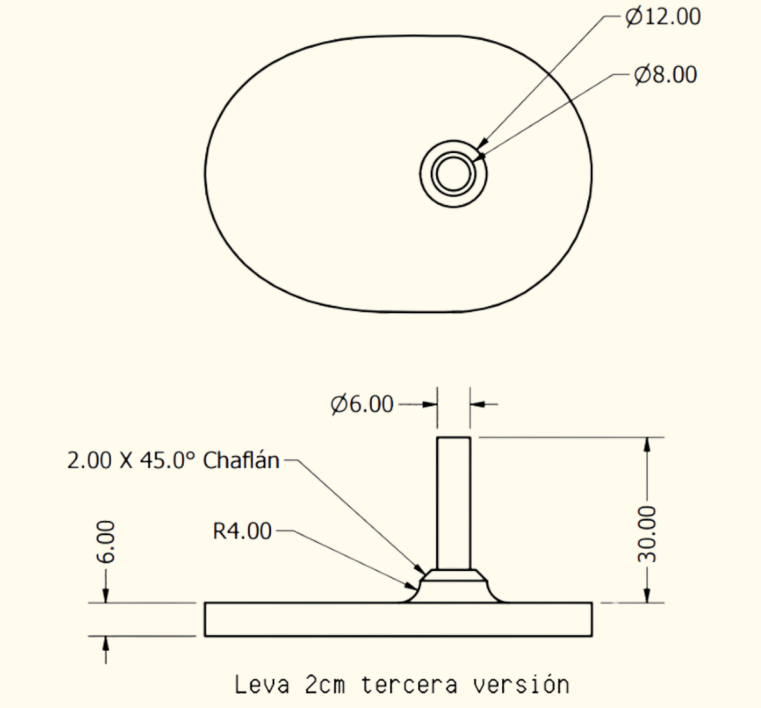
Métodos



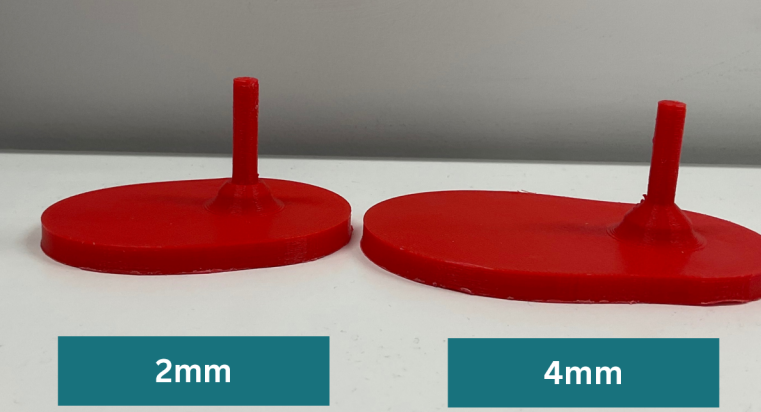
Se midió la fuerza necesaria en RCP de lactantes. Con un dinamómetro Biopac SS25LB calibrado y colocado sobre el esternón de un maniquí "Little Baby QCPR," se aplicaron compresiones a 110 pulsaciones por minuto. Los datos de fuerza y profundidad, transmitidos vía Bluetooth a la app QCPR Mobile, permitieron monitoreo en tiempo real y ajustes inmediatos.

Explicación de mecanismo:

Medidas en milímetros. En el centro, una leva se encuentra posicionada para empujar una barra horizontal hacia abajo mientras está rotando a aproximadamente 110 revoluciones por minuto (rpm), simulando el movimiento de compresión necesario para el RCP. La leva y la barra impulsa a un mecanismo donde la rotación de la leva genera la fuerza descendente sobre la barra, que es el componente encargado de realizar las compresiones en el pecho del lactante. La fuerza y frecuencia para probar el mecanismo se logró por medio de un barreno. Los círculos indican los componentes que se encuentran fijos.



Se utiliza una leva para el mecanismo porque convierte movimiento rotacional a movimiento lineal. Las levas se diseñaron a partir de la herramienta de Autodesk Inventor de diseño automático de levas. Se hizo una leva de 2mm y una de 4mm por la diferencia de longitud de compresión



Modelo físico del prototipo inicial

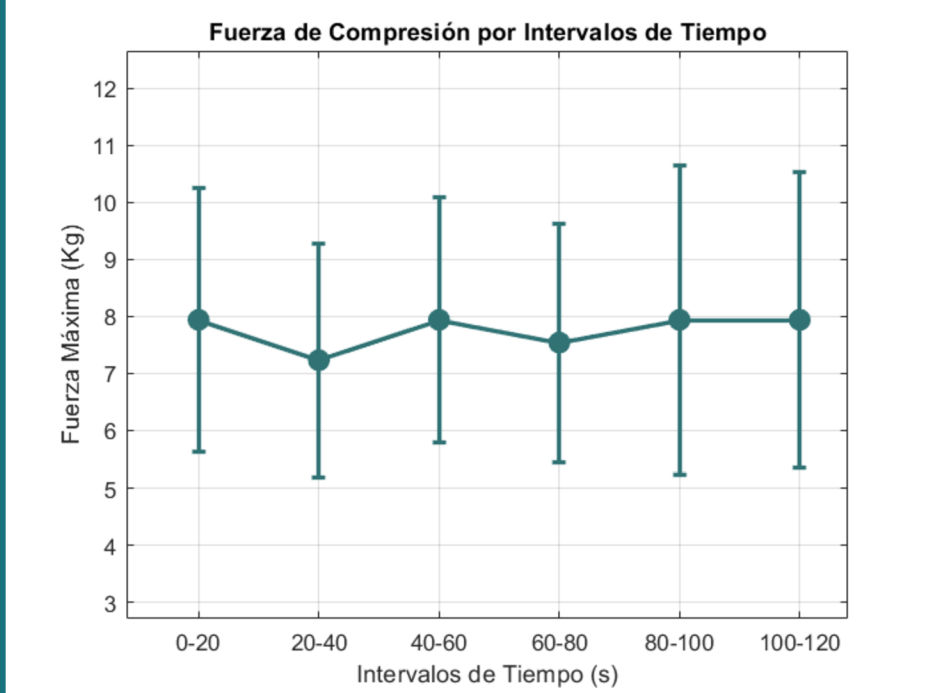


El sistema de compresión torácica funciona a partir de una leva. En el eje de esta se coloca el actuador. El prototipo físico está hecho con MDF y la leva de material PLA. Además se tiene un dispositivo de ventilación mecánica para verificar el funcionamiento de ambos al mismo tiempo.

Modelo físico con actuador

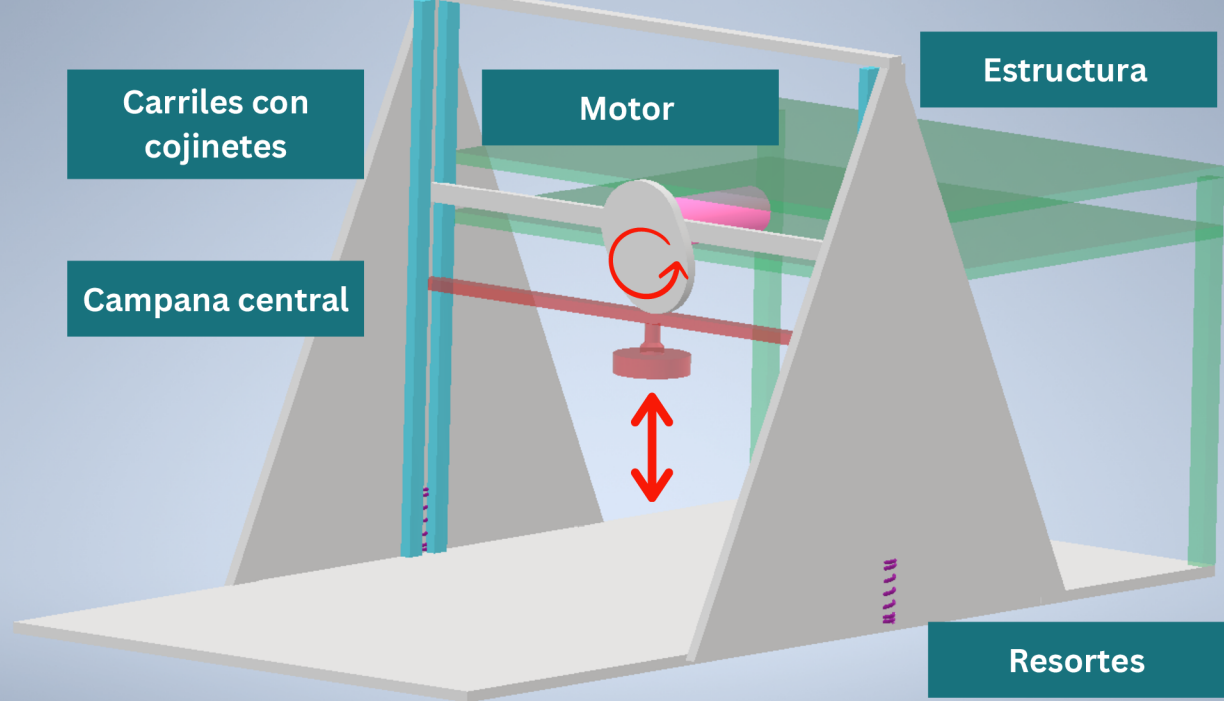


La estructura está compuesta por una base plana y dos paneles triangulares que sirven de soporte. Además se muestra de qué manera se colocaría el barreno para accionar al mecanismo. Está colocado para que el bebé pueda permanecer libre de cualquier carga.



La fuerza de compresión promedio (Kg) está agrupada en cuatro intervalos de tiempo. La falta de control de fuerza al empujar el dinamómetro causó variabilidad, resultando en una alta desviación estándar. El experimento fue realizado por una persona.

Trabajo futuro



La estabilidad puede mejorarse utilizando carriles con cojinetes de baja fricción y materiales ligeros pero resistentes, reduciendo el desgaste y facilitando el transporte. Finalmente, se sugiere alinear el diseño con estándares internacionales y evaluar modelos de simulación de lactantes para adaptarse a diversas anatomías. La estructura ajustable (verde) facilita la observación continua de signos clínicos como la cianosis, mejorando la eficacia del dispositivo. En la plataforma elevada se ubicarán el motor (rosado) y el sistema de control, los cuales permitirán regular la fuerza, frecuencia y profundidad necesarias para garantizar compresiones adecuadas.

Agradecimientos

- Dra. Rosa de Escobar con el Centro Avanzado de Simulación (CAS) de la Facultad de Medicina de la Universidad Francisco Marroquín.
- Dr. Cirujano Pediatra Luis Eduardo Pérez Mansilla en el Hospital General de Accidentes Ceibal en la zona 9 de la Ciudad de Guatemala.
- Gustavo Pineda del departamento de mecánica de la Universidad del Valle.

Referencias

American Heart Association. (2020). 2020 highlights of the AHA's guidelines for CPR and ECC.
García-Salido, A., & Botrán, M. (2021). Conocimientos actuales sobre reanimación cardiopulmonar en pediatría. Pediatrics.