

UNIVERSIDAD MODELO

ESCUELA DE INGENIERÍA



INGENIERÍA BIOMÉDICA

“Síntesis y elaboración de piel sintética para modelo de
entrenamiento para ultrasonido fetal”

Materiales para la Ingeniería

3° Semestre

Profesor: Carlos Eduardo Belman Flores

Alumnos: Carreras Espinal Juan José
Del Ángel Resendiz Emiliano
Herrera Vázquez Ian
Cahum Magaña Daniel Alberto
López Ávila Emilio Raymundo
Moguel Domínguez Raúl Humberto
Hernández Farah Jorge Luis

Fecha de Entrega: 14 de Diciembre del 2023

Mérida, Yucatán

Problemática

En el laboratorio de biomédica de la Universidad Modelo se cuenta con un equipo de ultrasonido para que los estudiantes puedan relacionarse y familiarizarse con este y otro tipo de dispositivos médicos. Sin embargo, no se suele contar con sujetos de prueba debido a la reticencia por parte de los mismos a ser observados sin una parte de las vestimentas, siendo esta potencial fuente de incomodidad un obstáculo para la realización de prácticas con el equipo.

Como respuesta a esta problemática, en la expotrónica 2023-1 de la Universidad Modelo, estudiantes del sexto semestre de Ingeniería Biomédica presentaron un prototipo didáctico para el entrenamiento en el uso del ultrasonido: la técnica para la manipulación del transductor, el reconocimiento de las partes del dispositivo médico y la identificación de las imágenes generadas.

Este prototipo se compone de tres elementos: un saco amniótico que contiene al feto; un soporte giratorio de dos caras; y un recubrimiento que simula la piel de la paciente y que es el que está en contacto con el transductor. Sin embargo, el recubrimiento encargado de simular la piel del paciente presenta un inconveniente indeseado: el contacto con el gel conductor para el ultrasonido altera la textura y la coloración de esta capa, volviendo su limpieza problemática y comprometiendo su durabilidad y efectividad.

El hecho de que el modelo se deteriore con el uso y el proceso de limpieza a un ritmo tan acelerado resulta en que en la actualidad se carece de un elemento capaz de imitar las propiedades específicas de la piel, afectando la calidad y utilidad del modelo de entrenamiento. Así pues, pese a los avances logrados con el modelo presentado, aún nos enfrentamos a una importante limitante al no ser capaces de reproducir de manera precisa y efectiva las propiedades mecánicas, y sobre todo de atenuación acústica de la piel.

Es así como se ha identificado la oportunidad de mejora al elaborar un reemplazo más avanzado para la piel sintética que pueda ser limpiado con regularidad para la correcta eliminación del gel conductor sin afectar sus propiedades, y que también permita el paso de las ondas de ultrasonido sin por ello causar distorsión en las imágenes.

Por ende, la esencia de este proyecto se centra en abordar la problemática de una falta de simulación auténtica de la piel, mediante la síntesis de una piel sintética que complemente el modelo de entrenamiento ya existente para perfeccionar la simulación y en consecuencia mejorar la calidad del entrenamiento que es capaz de proporcionar. El emular las propiedades de atenuación acústica de la piel, además de prolongar su tiempo de vida útil y facilitar los procesos de lavado de material busca simular con mayor precisión las condiciones clínicas a las que uno podría enfrentarse en el campo laboral.

Justificación

En biomédica la tecnología ha transformado la forma en que diagnosticamos y tratamos enfermedades. Teniendo en cuenta esto la utilidad del ultrasonido ha alcanzado una importancia crucial al permitir la visualización no invasiva de estructuras internas. Sin embargo, para garantizar una práctica efectiva y una formación adecuada de profesionales de la salud, es esencial contar con materiales de entrenamiento que simulen con precisión las condiciones reales de un paciente. El modelo de entrenamiento es un recurso excelente para capacitar a los usuarios para desarrollar y practicar la configuración del paciente, la adquisición de imágenes, la interpretación y las habilidades psicomotoras necesarias para realizar exámenes de ultrasonido en un nivel básico a medio. Este proyecto se centra en la creación de una piel sintética diseñada específicamente para prácticas de ultrasonido siendo más específico siendo la parte externa de un modelo de entrenamiento, destacando por sus propiedades acústicas superiores y la capacidad de ser limpiada y reutilizada.

Los modelos de entrenamiento para ultrasonido están enfocados y dirigidos exclusivamente a personal especializado en la salud, y por sus características, componentes y objetivo, obtener un equipo de esta índole resulta sumamente costoso y difícil, desde el momento de su adquisición hasta el momento de realizar su debido mantenimiento, por lo que resulta imposible para alguna institución educativa el poder hacerse con un equipo como este, y es por este motivo, que el poder realizar un modelo de entrenamiento para ultrasonido fetal de manera que resulte en una menor inversión económica, que sea práctico y fácil de mantener, puede llegar a ser sumamente importante y definitivamente agrega valor a estas instituciones educativas enfocadas a la salud.

La relevancia de este proyecto se fundamenta en varios aspectos clave. En primer lugar, la mejora en la formación médica se destaca como un beneficio fundamental. La disponibilidad de una piel sintética con propiedades acústicas que imiten de manera fiel el tejido humano permitirá una capacitación más realista y efectiva para los profesionales de la salud que utilizan equipos de ultrasonido en su práctica diaria.

Además, el proyecto aborda la cuestión económica al proponer un material que sea económico con la característica de que puede ser limpiado y reutilizado para posteriores usos. Esto no solo reduce los costos asociados con la adquisición constante de modelos de piel desechables, sino que también alinea la práctica médica con principios de sostenibilidad ambiental.

En cuanto a las características esenciales de la piel sintética, se destaca la necesidad de una reproducción precisa de las propiedades acústicas del tejido humano. Esto implica no sólo la consideración de la velocidad del sonido, sino también la atenuación, asegurando que la simulación sea lo más auténtica posible. La hidrofobicidad, es decir, la capacidad de repeler líquidos, atributo esencial para permitir la limpieza efectiva de la piel sintética entre sesiones de entrenamiento, garantizando un entorno higiénico para los usuarios y evitando interferencias acústicas o desgaste por uso continuo. La durabilidad del material también se convierte en un punto clave, asegurando resistencia al desgaste además de ser flexible para mantener su forma en la manipulación de esta durante las sesiones de entrenamiento, además de que mantenga sus propiedades acústicas.

En términos de beneficios a largo plazo, se espera que este proyecto contribuya a una mejora continua en la formación médica. La disponibilidad de materiales de entrenamiento más avanzados no solo fortalecerá las habilidades de los profesionales de la salud, sino que también podría tener aplicaciones más amplias en la investigación biomédica y la ingeniería biomédica.

Objetivos

Elaborar una piel sintética que sea hidrofóbica, que posea una afinidad acústica adecuada y posea alta resistencia mecánica.

Objetivos específicos

- Desarrollar un polímero que emule las propiedades mecánicas de la piel siendo flexible y resistente, para antes del 2 de diciembre.
- Implementar características hidrofóbicas y a la capa superficial del polímero durante la segunda semana de Diciembre
- Comparar las propiedades mecánicas del polímero y compararlas con las características de la piel sana antes de la presentación en la Expotrónica.

Procedimiento

Existen gran cantidad de procedimientos que se pueden realizar para conseguir la piel sintética deseada, sin embargo, muchos de estos no cuentan con las propiedades necesarias para que pueda funcionar en el simulador de embarazo.

Se realizaron diversas pruebas con materiales simples que tienen propiedades parecidas a la piel. Uno de los materiales que se tomaron en consideración fue la silicona gracias a su gran flexibilidad, elasticidad e impermeabilidad.

Uno de los procedimientos que investigamos para la elaboración de la piel falsa e intentamos en el laboratorio fue

Materiales necesarios:

- Silicona líquida 300 ml (PVA)
- Agente activador (Bórax)
- Colorante (opcional)
- Placa de cristal
- Espátula
- Microscopio
- Placa térmica
- Vaso de precipitado (2)
- Agua destilada
- Balanza digital
- Equipo de ultrasonido

Procedimiento

1. Se pesaron 4 gramos de Bórax en la balanza digital para posteriormente disolverlo en 100 ml de agua destilada, esto hará que el bórax se reactive y al mezclarse con el silicón este actuará de manera que el silicón se endurezca pero conservando su elasticidad.
2. En un vaso de precipitado de 200 ml se vertieron 31.1 gramos del silicón y del catalizador se agregaron 2 ml de la solución de bórax y agua destilada . Nos aseguramos de seguir las proporciones correctas para obtener una mezcla adecuada homogéna.
3. Para agregar color a la piel falsa, se puede añadir unas gotas de colorante de silicona en la mezcla y mezclar bien hasta obtener el tono deseado. Este paso no se realizó debido a la necesidad de conocer la consistencia y la maleabilidad sin necesidad de usar el colorante.
4. Con una espátula se vacía una capa delgada y uniforme de la mezcla de silicona en el área donde deseas crear la piel falsa, en este caso en un recipiente de vidrio plano. Nos aseguramos de cubrir toda el área de manera uniforme.
5. Dejamos que la capa de silicona se seque completamente. Esto puede tomar varias horas, dependiendo del tipo de silicona utilizada y el grosor de la capa. Durante este proceso hay que asegurarse de eliminar las burbujas atrapadas durante el proceso de la mezcla de ambas sustancias, ya que las burbujas impedirán un buen paso de las ondas del ultrasonido.

6. Repetimos el proceso de aplicar capas adicionales de silicona hasta alcanzar el grosor deseado para la piel falsa. Se dejó secar cada capa antes de aplicar la siguiente.
7. Una vez que todas las capas estén secas, procedemos a probar con el equipo de ultrasonido en la piel falsa.

Resultados

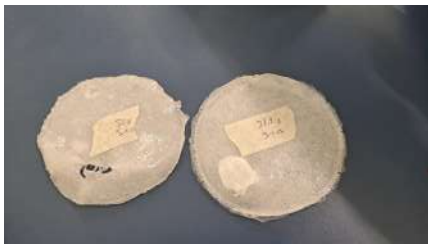
Resultados: Aquí se presentan los datos obtenidos y el análisis de la información.

Incluir fotografías del proceso y del material obtenido, gráficas, tablas, prototipo y/o producto obtenido. Recopilan las observaciones y anotaciones generadas durante el trabajo práctico.

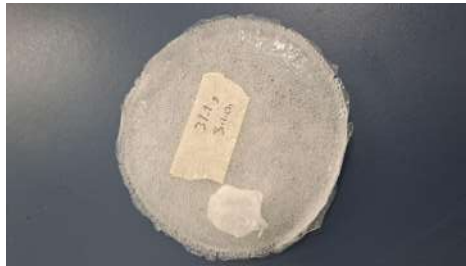
Deberá contener entre 2 y 6 cuartillas de extensión.

Se obtuvieron 4 muestras de las cuales, 2 resultaron con la consistencia esperada para realizar las pruebas pertinentes de sus características (Figura 1: a) Muestras obtenidas del proceso de elaboración, b) muestra sobre la cual se realizaron las pruebas.

Figura 1: a) y b)



a) Muestras obtenidas del proceso de elaboración.



b) muestra sobre la cual se realizaron las pruebas

A continuación, se muestra la parte en la que se incorporó la disolución del bórax en agua destilada a los 31.1 gramos de silicón que previamente se pesó y vació en una placa de cristalización. (Figura 2)



Figura 2: Vertimiento del bórax al silicon en una placa de cristalización

Nos percatamos que durante el proceso de curación, ambas muestras resultaron con burbujas atrapadas en el interior, adelantando nuestras conjeturas sobre la dificultad de que las ondas del ultrasonido pudieran traspasar adecuadamente (Figura 3)



Figura 3: Vista del microscopio de las burbujas atrapadas en la muestra

De igual forma, debido a una mala disolución del bórax, se presentaron grumos en la muestra que de igual forma impidieron los pasos de las ondas del ultrasonido. (Figura 4)

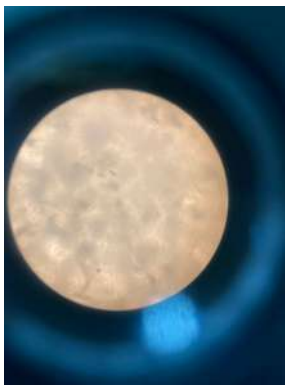


Figura 4. Vista del microscopio de los grumos de Bórax en la muestra

Una de las mayores dificultades que se presentaron durante la elaboración de la piel sintética fue lograr la consistencia adecuada del material, ya que no fue fácil determinar las proporciones adecuadas para las sustancias utilizadas y cabe mencionar que las condiciones de los materiales también presentaron un papel importante en la elaboración, tomando en cuenta la temperatura del silicón y la disolución del bórax, así como también la eliminación de las burbujas que se generaron durante el proceso de curación.

Los resultados no fueron los esperados, sin embargo se continuó trabajando en perfeccionar la técnica de elaboración de la piel sintética corrigiendo los imperfectos que se presentaron en las muestras obtenidas previamente.

Conclusiones

Las muestras resultantes en el desarrollo de elaboración de la piel sintética no fueron los esperados, muchas de las dificultades que previamente se originaron al idear el desarrollo del proyecto se volvieron reales y con el temor a que no resultase un material que sea capaz de conducir las ondas del ultrasonido adecuadamente sin ningún tipo de interferencia.

Mucho de lo que se había planteado para llevar a cabo con éxito el desarrollo de la piel sintética no se logró visualizar ya que los procesos de curación son tardados, entorpeciendo al avance y realización de las demás pruebas pertinentes al material, como lo es la capacidad de que sea hidrofóbica y que tenga la característica de ser flexible.

Esperamos poder seguir desarrollando este proyecto con mayor detenimiento y continuar en el punto en el que se quedó, ya que muchas de las pruebas fueron inconclusas o no favorables para el mejoramiento del material. nuestra intención de seguir trabajando en este proyecto es que a finales del siguiente semestre a cursar, se pueda obtener de manera exitosa un polímero capaz de emular las características que presenta la piel de una embarazada en el área abdominal capaz de pasar las ondas del ultrasonido y que tenga propiedades tanto hidrofóbicas como también flexibles.

Referencias

- Dąbrowska, A. K., Rotaru, G.-M., Derler, S., Spano, F., Camenzind, M., Annaheim, S., ... Rossi, R. M. (2015). Materials used to simulate physical properties of human skin. *Skin Research and Technology*, 22(1), 3–14. doi:10.1111/srt.12235
- Mohd Noor, S. N. A., & Mahmud, J. (2014). A Review on Synthetic Skin: Materials Investigation, Experimentation and Simulation. *Advanced Materials Research*, 915-916, 858–866. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.915-916.858
- Zell, K., Sperl, J. I., Vogel, M. W., Niessner, R., & Haisch, C. (2007). Acoustical properties of selected tissue phantom materials for ultrasound imaging. *Physics in Medicine and Biology*, 52(20), N475–N484. doi:10.1088/0031-9155/52/20/n02
- Escamilla, L. S. (2015). Propuesta de elaboración a escala laboratorio de implantes tipo piel sintética. Instituto Politécnico Nacional.
- Isaza, J. (2019). Comportamiento Mecánico de la Piel en Función del Espesor de las Capas que la Componen. Universidad Nacional de Colombia.