

recuperación motora promovidos por una intervención basada en FES y BCI-P300. Sin embargo, se necesita realizar este análisis en una muestra mayor.

108 Membranas nanocompuestas con MgO con potencial para ser usadas en el tratamiento de fracturas óseas

Sandra Julieta García López,*
Phaedra Silva Bermúdez,*† Sandra Elizabeth Rodil Posada,§
Montserrat Ramírez Arellano¶

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. † Unidad de Ingeniería de Tejidos Terapia Celular. § Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

¶ Postgrado de Estudios Combinados en Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Introducción: las fracturas óseas son un problema de salud pública mundial, la desventaja de los tratamientos estándares es la respuesta biológicamente inerte de los implantes para osteosíntesis, y el riesgo de infección, que aumenta significativamente en fracturas expuestas. La ingeniería de materiales es una alternativa para generar membranas microfibrilares biocompatibles embebidas con nanopartículas (NPs) de óxidos metálicos como el MgO, que puede funcionalizar estas membranas para promover la osteogénesis, disminuir el riesgo de infección y tener el potencial de regular el microambiente en la zona de lesión ósea, funcionando como parches óseos para el posible tratamiento de fracturas expuestas. **Objetivo:** generar y caracterizar las propiedades fisicoquímicas de membranas nanocompuestas con MgO biocompatibles y con potencial de regular un microambiente en la zona de lesión ósea como parches óseos para el tratamiento de fracturas. **Material y métodos:** mediante electrolizado se fabricaron membranas microfibrilares «unicomponente» (vía electrolizado uniaxial) conformadas por microfibras de policaprolactona (PCL) y gelatina (Gel) funcionalizadas con NPs de MgO a diferentes concentraciones. Se evaluaron las propiedades físicas, químicas, mecánicas y de degradación de las membranas, y del microambiente químico que generan en un medio similar al fisiológico. Además, se analizó la biocompatibilidad de estas membranas con células troncales mesenquimales derivadas de médula ósea (MSC-MO) mediante la prueba de viabilidad de calceína/homodímero de etidio a las 24 y 72 horas, así como la capacidad de inducir la diferenciación osteogénica mediante la evaluación cualitativa y cuantitativa de la tinción de rojo alizarina a los 14 días posttratamiento con el medio lixiviado de las membranas. **Resultados:** se generaron membranas maleables y resistentes de aproximadamente 5 cm de diámetro, observando microfibras nanométricas, de las cuales su diámetro disminuye conforme aumenta la concentración de NPs de MgO. El magnesio es detectado en las membranas sólo a partir de la concentración de 2%, mediante los métodos utilizados. Además, aumenta la hidrofiliabilidad de las membranas, lo que se refleja en su biocompatibilidad donde la concentración de 2% de NPs de MgO mostró una mayor viabilidad celular comparado con las concentraciones de 5 y 7% a las 72 horas. En cuanto a la presencia de rojo alizarina, un indicador de diferenciación osteoblástica, ésta aumenta conforme se incrementa la concentración de NPs MgO en las membranas, aunque el aumento no es estadísticamente significativo. **Conclusiones:** las membranas nanocompuestas además de ser biocompatibles promueven una diferenciación osteogénica indicando su uso potencial como parche óseo en las fracturas, debido a que pueden funcionar como un acarreador de MSC-MO, las cuales participan en la reparación de las fracturas y pueden diferenciarse a osteoblastos acelerando el proceso de reparación.

109 Hidrogel a base de quitosano/gelatina/ alcohol polivinílico para el cultivo in vitro de condrocitos auriculares humanos

Carmina Ortega Sánchez,*

Yaaziel Melgarejo Ramírez,*† Rogelio Rodríguez Rodríguez,§
Jorge Armando Jiménez Ávalos,§ David M Giraldo Gómez,¶
Claudia Gutiérrez Gómez,¶ Jacobo Rodríguez Campos,**
Cristina Velasquillo,*‡ Valentin Martínez López,*‡‡
Zaira Y García Carvajal§

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. † Laboratorio de Biotecnología. § Biotecnología Médica y Farmacéutica, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, México.

¶ Unidad de Microscopia, Departamento de Biología Celular y Tisular, Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, México. ¶ División de Cirugía Plástica y Reconstrucción, Hospital General «Dr. Manuel Gea González», México. ** Servicios Analíticos y Metodológicos, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, México. ‡‡ Unidad de Ingeniería de Tejidos Terapia Celular y Medicina Regenerativa.

Introducción: los hidrogeles tridimensionales (3D) proporcionan un entorno topográficamente complejo similar a los tejidos y permiten la orientación espacial de las células, lo que conduce a respuestas celulares más acertadas en entornos patofisiológicos. Existe un creciente interés en el desarrollo de hidrogeles multifuncionales utilizando mezclas ternarias para aplicaciones biomédicas. **Objetivo:** este estudio examinó la biocompatibilidad y la idoneidad de los condrocitos auriculares humanos de microtia cultivados en el hidrogel 3D de quitosano/gelatina/poli (vinil alcohol) (CS/Gel/PVA) esterilizados con vapor como andamios para aplicaciones de ingeniería de tejidos. **Material y métodos:** los hidrogeles se prepararon en una proporción de polímero (1:1:1) mediante congelación/descongelación y liofilización y se esterilizaron en autoclave. La macroestructura de los hidrogeles resultantes se investigó mediante microscopia electrónica de barrido (SEM), la detección de compuestos, materiales y aleaciones se realizó con espectros infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR). El perfil de aminoácidos presentes en la gelatina y el hidrogel se determinó mediante cromatografía líquida de ultrarrendimiento (UPLC). Se evaluaron la compatibilidad, la viabilidad, el crecimiento celular y la formación de proteínas de la matriz extracelular (ECM) para demostrar la idoneidad y funcionalidad de los hidrogeles 3D con el cultivo de condrocitos auriculares. La compatibilidad de los hidrogeles 3D se confirmó mediante un ensayo de bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolio (MTT) y ensayos de viabilidad con el kit *Live/Dead*. **Resultados:** a macroestructura de los hidrogeles resultantes evaluada por SEM mostró una estructura macroporosa heterogénea con un tamaño de poro entre 50 y 500 µm. Los espectros infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR) mostraron que los tres polímeros interactuaron a través de enlaces de hidrógeno entre las fracciones amino e hidroxilo. El perfil de aminoácidos presentes en la gelatina y el hidrogel sugiere que la mayoría de los aminoácidos interactuaron durante la formación del hidrogel. La compatibilidad de los hidrogeles 3D se confirmó mediante un ensayo de MTT, alcanzando una viabilidad de 100% después de 72 horas. La viabilidad de los condrocitos mostró una alta afinidad de los condrocitos por el hidrogel después de 14 días, utilizando el ensayo *Live/Dead*. La adhesión de los condrocitos a los hidrogeles 3D y la formación de una matriz extracelular se observaron mediante SEM. La inmunofluorescencia confirmó la expresión de elastina, agregano y colágeno tipo II, tres de los principales componentes del cartílago elástico. **Conclusiones:** estos resultados demuestran la idoneidad y funcionalidad de un

hidrogel CS/Gel/PVA como soporte 3D para el cultivo de condrocitos auriculares, lo que sugiere que estos hidrogeles son un biomaterial potencial para aplicaciones de ingeniería tisular de cartílago, destinadas a la regeneración del cartílago elástico.

110 Desarrollo de una nueva aplicación para visualización y análisis 3D a partir de archivos DICOM (3DMed Vision)

José Ángel Mata Aguirre,* Regina Roa Naveda,*‡

Itzel Jiménez Uribe,*‡ Alberto Isaac Pérez Sanpablo[§]

* Universidad La Salle, México. ‡ Departamento de Ingeniería Biomédica. § Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México.

Introducción: la necesidad de mejorar la interpretación de imágenes médicas ha impulsado el desarrollo de herramientas de visualización tridimensional. Las imágenes en formato DICOM contienen grandes volúmenes de datos, dificultando su manejo y visualización. Pocas herramientas son multiplataformas y de código abierto, permitiendo extensión y personalización. Este proyecto busca desarrollar una aplicación intuitiva, innovadora, de código abierto y multiplataforma, que permita la visualización y análisis de archivos DICOM sin requerir equipos especializados. **Objetivo:** el objetivo es crear un *software* de código abierto para visualizar y manipular archivos DICOM, enfocado en el análisis 3D de datos médicos y la creación de modelos con sensores de profundidad para facilitar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades con una aplicación intuitiva que mejore la imagenología médica en 3D sin equipos especializados. **Material y métodos:** se desarrolló un *software* en Python por su simplicidad y la amplia disponibilidad de librerías. Se investigaron las capacidades de Python y se identificaron librerías para procesar archivos DICOM y realizar reconstrucciones 3D; se evaluaron herramientas para interfaces gráficas, eligiendo Qt Designer y PyQt5 por su capacidad para la creación de interfaces. 3DMed Vision se creó con Vedo que permite leer archivos volumétricos desde documentos 3D hasta tomografías y resonancias magnéticas, brindando funciones como *peel isosurfaces*, *slice a volume*, *raycaster* y *average intensity*; las cuales se integraron en una interfaz gráfica diseñada con Qt Designer y programada con PyQt5. Para validar la aplicación, se probó con archivos DICOM de 211 Mb a 2.9 Gb para identificar lesiones en huesos y tejidos blandos. Profesionales del sector salud e ingeniería comentaron acerca de la usabilidad y rendimiento de la aplicación. Se registró la capacidad, tiempo de procesamiento, uso de memoria y problemas en equipos con diferentes prestaciones. **Resultados:** se logró la integración de herramientas de código abierto avanzadas para visualización 3D. Las pruebas de validación realizadas confirmaron que la aplicación puede manejar archivos DICOM de hasta 1.2 Gb de estudios de tomografía computarizada y resonancia magnética. Se logró la representación de estructuras tridimensionales, como lesiones en hueso y tejidos blandos. Los tres profesionales externos destacan la facilidad para utilizar 3DMed Vision para visualizar y analizar imágenes médicas complejas. Los resultados sugieren que, aunque la aplicación requiere recursos computacionales significativos, es robusta y eficiente en diferentes entornos operativos. El desempeño en la importación y visualización de un archivo de 200 Mb en un equipo de bajas prestaciones fue lento de 10 segundos, con un uso de memoria de 1.4 Mb mientras que en un equipo de altas prestaciones fue rápida en 2 seg con un uso de memoria de 315 Mb. **Conclusiones:** se desarrolló una aplicación de código abierto para visualizar estructuras 3D desde archivos DICOM. Aunque demanda recursos relevantes, es eficaz y muestra potencial para mejorar el diagnóstico y tratamiento. 3DMed Vision

es una herramienta innovadora para analizar imágenes médicas en 3D; futuras mejoras podrían ampliar su utilidad y eficiencia.

111 Análisis de variables cinesiológicas para evaluar la funcionalidad de prótesis de mano robóticas impresas en 3D

Ivett Quiñones Urióstegui,*

Virginia Bueyes Roiz,*‡ París Joaquín Velasco Acosta,*‡

Carlos Abraham Dighero Cardona,[§] Leonardo Eliú Anaya Campos,*‡

Irma Guadalupe Espinosa Jove*[¶]

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. ‡ Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación.

[§] Ingeniería Biomédica, Universidad Iberoamericana, México. [¶] Rehabilitación de Amputados.

Introducción: las manos protésicas buscan reemplazar el miembro amputado con el fin de lograr la mayoría de las actividades de la vida diaria (AVD). Con el avance en diseño y fabricación, la impresión 3D y la robótica han ganado relevancia en este campo. No obstante, muchos prototipos aún no se han evaluado para su uso clínico y no están diseñados específicamente para el usuario final. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la funcionalidad de estas prótesis. Además de la evaluación técnica y de usabilidad es necesario analizar las estrategias de movimiento al realizar actividades con dichas prótesis para identificar aquellas que pudieran no ser seguras y satisfactorias. **Objetivo:** procesar y analizar las señales de fotogrametría y electromiografía de superficie (sEMG) para calcular variables cinesiológicas con el objeto de determinar la funcionalidad de prótesis de mano robóticas impresas en 3D. **Material y métodos:** se reclutaron dos grupos de estudio, de 18 a 50 años de edad, sin ninguna patología musculoesquelética, de cualquier lateralidad, grupo 1 sujetos sin amputación; y grupo 2 con amputación transradial de al menos 33% longitud del segmento, de cualquier etiología, lado indistinto, evaluación positiva de acción muscular y experiencia utilizando prótesis mayor a dos años. Se llevó a cabo un análisis cinesiológico utilizando un sistema de fotogrametría (VICON, UK) y sEMG (Trigno Delsys, USA) mientras ejecutaban una serie de seis tareas relacionadas a las AVD, utilizando cinco diferentes manos robóticas. La señal de sEMG se normalizó al %CIMV. Los datos cinemáticos y de sEMG fueron procesados y normalizados al %ciclo para obtener variables cinesiológicas como tiempo de ejecución, velocidad, ángulos articulares y porcentaje de activación muscular. Se realizó análisis estadísticos y pruebas de suavidad utilizando la métrica «SPARC» (*Spectral Arc Length Metric*) para identificar diferencias respecto a los sujetos sin amputación. **Resultados:** los resultados revelaron las estrategias de movilidad utilizadas. Se encontraron diferencias en la velocidad de ejecución ($p = 0.04$), así como también en los rangos articulares (RA) de la flexión-extensión del codo, mayores en los sujetos sin amputación y con menor desviación estándar, mientras que los RA de la flexión-extensión del hombro, y del tronco fue mayor en los sujetos con amputación. Con las diferentes manos robóticas se encontraron diferencias en los RA en comparación con el gancho, sobre todo en el hombro y el tronco. No se encontraron diferencias en las trayectorias utilizando las diferentes manos robóticas, pero sí con el gancho y los sujetos sin amputación. Los músculos con mayor activación fueron el trapecio superior ($p = 0.02$) con el gancho y el pectoral ($p = 0.04$) con las manos robóticas, no se encontró un patrón de activación común entre las manos robóticas. En el análisis de suavidad ésta fue mayor en los sujetos sin amputación, seguido del gancho mientras que las manos estudiadas tuvieron valores muy bajos. **Conclusiones:** las variables cinesiológicas analizadas revelaron modificaciones en los