

1 W. Esto indica un excelente nivel de acoplamiento de la antena con el sistema de microondas.

114 Efecto de la anteversión y la longitud del cuello en el riesgo de luxación de una prótesis tumoral para cadera evaluada mediante elementos finitos

Víctor Manuel Domínguez Hernández,*
Ana Imelda Soriano Sánchez,‡
Orlando Susarrey Huerta,§ Luis Miguel Linares González,*¶
Víctor Manuel Araujo Monsalvo*¶

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. ‡ Maestría en Ingeniería Mecánica, SEPI-ESIME, Instituto Politécnico Nacional, México. § Ingeniería Mecánica, SEPI-ESIME, Instituto Politécnico Nacional, México.

¶ Subdirección de Ortopedia. || Laboratorio de Biomecánica.

Introducción: los tumores del tercio proximal del fémur son dolorosos y altamente incapacitantes. Las opciones para el tratamiento de este tipo de neoplasia son la amputación y la reconstrucción mediante implantes. El Servicio de Tumores Óseos del Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» desarrolló una prótesis tumoral para la reconstrucción del tercio proximal del fémur (PNC). La principal complicación con el uso de este implante es la luxación, con tasas del doble de las prótesis convencionales de cadera, debido principalmente a la pérdida de la palanca abductora. Los dos principales factores que incrementan el riesgo de luxación son la orientación de la prótesis en anteversión, neutro o retroversión y la longitud del cuello femoral. **Objetivo:** evaluar la tendencia a la luxación de la prótesis tumoral no convencional para cadera causada por la colocación en anteversión, neutro y retroversión, así como por la longitud del cuello de la prótesis, mediante análisis de elementos finitos (EF). **Material y métodos:** se empleó un estudio tomográfico practicado a un voluntario masculino, aparentemente sano, de 22 años de edad, talla 1.70 m y peso 70 kg, previa firma carta de consentimiento informado. A partir del estudio, los cortes se procesaron en formato DICOM empleando InVesalius v3.1.1 (CTI Renato Archer, Brasil). Se segmentó y se limpió el modelo del fémur izquierdo, así como la hemipelvis izquierda y se exportó al *software* Ansys Student 2023 R2 (Ansys Inc., EE. UU.). Se identificaron los movimientos que pueden provocar la luxación: flexión (Flex), extensión (Ext), aducción (Add) y rotación externa (RE). Se identificaron los músculos involucrados, así como las fuerzas que ejercen. Se creó un modelo de fémur izquierdo, con su hemipelvis, así como tres modelos de EF de la prótesis, en anteversión (AV), neutro (N) y en retroversión (RV). Para cada modelo se realizaron cuatro casos de estudio, correspondiente a la Flex, Ext, Add y RE. Adicionalmente se analizó la influencia del largo del cuello de la prótesis en la estabilidad del implante. **Resultados:** los resultados se expresaron en términos de desplazamiento en los ejes X (lateral), Y (posterior) y Z (superior). En la mayoría de los casos, los desplazamientos fueron mayores en Z, seguidos de Y y X, para las tres orientaciones (AV, N y RV), excepto en aducción para N y AV, y en rotación externa para RV y N. El desplazamiento promedio fue de 6.668 ± 2.713 mm para RV, 5.998 ± 3.063 mm para N y 5.053 ± 2.868 mm para AV, indicando que AV muestra una menor tendencia a la luxación. En los movimientos de la cadera evaluados, Add mostró los máximos desplazamientos en X y Z para las tres orientaciones, seguida Ext, Flex y RE. En el eje Y, los máximos desplazamientos fueron para Ext. El análisis del largo del cuello femoral en la estabilidad protésica revela que reducir la longitud del cuello aumenta los desplazamientos en los tres ejes, mientras que aumentarla incrementa marginalmente los desplazamientos. Restaurar el largo del cuello al valor anatómico resulta en desplazamientos menores de los tres casos evaluados. **Conclusiones:**

el eje Z muestra los mayores desplazamientos. Los movimientos más propensos a la dislocación son ADD, seguido de EXT. Una anteversión de 15° aumenta la estabilidad de la prótesis, en tanto que la retroversión de 10° produce los mayores desplazamientos de la cabeza femoral. La longitud del cuello más estable es el que reproduce el valor anatómico.

115 Películas de óxidos metálicos como recubrimientos para el desarrollo de materiales biodegradables tridimensionales para potenciales aplicaciones ortopédicas

Phaedra Surriel Silva Bermúdez,* Daniela Morquecho Marín,‡
Julieta García López,*§ Sandra Rodil Posadas¶

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. ‡ Postgrado en Ciencias Médicas Odontológicas y de la Salud, Universidad Nacional Autónoma de México, México. § Unidad de Ingeniería de Tejidos, Terapia Celular y Medicina Regenerativa.

¶ Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Introducción: para generar implantes ortopédicos y dentales es necesario desarrollar biomateriales capaces de dirigir la respuesta biológica y simultáneamente cumplir con los requisitos biomecánicos y de biodegradación necesarios. Las propiedades mecánicas están determinadas principalmente por el material máscico del implante, mientras que la respuesta biológica está dirigida por sus propiedades de superficie. Por lo que es posible usar recubrimientos biocompatibles con propiedades osteoinductoras u osteoconductoras para modificar la superficie de materiales biodegradables con propiedades mecánicas adecuadas. ZrO_2 y TiO_2 son óxidos capaces de promover procesos osteoinductores y osteoconductoras. **Objetivo:** estudiar el efecto de óxidos de Zr y Ti como recubrimientos en materiales biodegradables poliméricos generados por impresión 3D, en la respuesta biológica de células troncales mesenquimales. **Material y métodos:** se depositaron por «*magnetron sputtering*» películas delgadas de TiO_2 y ZrO_2 sobre andamios microporosos de ácido poliláctico con diferentes tamaños de poro, y generados por impresión 3D. Los recubrimientos se caracterizaron por perfilometría óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía fotoelectrónica de rayos X y mediciones de ángulo de contacto. La respuesta biológica se caracterizó usando células troncales mesenquimales humanas que se sembraron sobre los sustratos recubiertos. Las células se cultivaron a $37^\circ C$ en los andamios, cambiando los medios de cultivo cada dos días. Se evaluó la actividad metabólica celular a diferentes días de cultivo con el kit fluorescente de LIVE/DEAD. A los 3, 7 y 14 días de cultivo las células fueron fijadas, deshidratadas y evaluadas por SEM. La diferenciación celular hacia el fenotipo osteoblástico se evaluó mediante ensayos cualitativos (inmunoquímica) y cuantitativos (Elisa) para marcadores característicos del fenotipo osteoblástico. **Resultados:** se obtuvieron recubrimientos puros de TiO_2 y ZrO_2 , sin presencia de trazas contaminantes. Los recubrimientos mostraron un arreglo nanocristalino y una naturaleza hidrofílica, aunque ZrO_2 presentó el ángulo de contacto más cercano al límite hidrofílico-hidrofóbico. Las células permanecieron viables sobre las superficies recubiertas con los óxidos durante 14 días; máximo tiempo de cultivo estudiado. El número de células en ZrO_2 y TiO_2 fue similar, aunque ligeramente mayor en ZrO_2 . Por inmunocitoquímica se observó una expresión celular positiva para marcadores relacionados con el fenotipo osteoblástico, en todos los recubrimientos. **Conclusiones:** los óxidos metálicos estudiados son biocompatibles y tienen efectos biológicos adecuados para su potencial uso en el desarrollo de implantes ortopédicos. ZrO_2 mostró una respuesta similar a TiO_2 , pero un mayor número de

células adheridas. Ambos recubrimientos indujeron la expresión positiva de proteínas características de diferenciación osteogénica.

116 Desarrollo y evaluación de un sistema basado en umbralizado y operaciones morfológicas para diferenciar nevos benignos y melanomas en el procesamiento de imágenes dermatoscópicas

Ximena Rosario Morato Galindo,* Jasenka Quiroz Tapia,*[‡] Rosa Areli Rivera Jiménez,*[‡] Alberto Isaac Pérez Sanpablo[§]
* Universidad La Salle, México. [‡] Ingeniería Biomédica.
[§] Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México.

Introducción: el procesamiento de imágenes tiene aplicación en la detección de lesiones cutáneas, empleando técnicas de complejidad variable. Muchos sistemas enfrentan limitaciones en su aplicación clínica debido a la demanda de recursos computacionales, falta de transparencia y explicabilidad. Este proyecto aborda este problema evaluando la efectividad de técnicas de segmentación sencillas para diferenciar lesiones benignas de malignas. Se busca identificar criterios de diseño que mejoren futuras investigaciones y aplicaciones, y proporcionar una herramienta educativa para estudiantes de ingeniería biomédica. La originalidad radica en el balance entre simplicidad y eficacia. **Objetivo:** evaluar la efectividad de técnicas de segmentación basadas en umbrales y operaciones morfológicas para la diferenciación de nevos benignos y melanomas que permita identificar criterios de diseño para investigaciones futuras sobre aplicaciones clínicas, y como herramienta para enseñanza de procesamiento de imágenes dermatoscópicas. **Material y métodos:** se recopilaron requisitos de diseño y desarrolló interfaz gráfica en MATLAB. La interfaz permite importar, analizar, visualizar y exportar resultados de las diferentes etapas de procesamiento para garantizar transparencia y explicabilidad. El algoritmo de procesamiento incluye importación, conversión de mapas de color, umbralizado, binarización, operaciones morfológicas, filtrado, etiquetado y cálculo de propiedades cuantitativas (tamaño y simetría) de imágenes en formato DICOM. Se validó con imágenes dermatoscópicas reales de lesiones benignas y malignas pre-etiquetadas de la base de datos HAM10000. El sistema se validó evaluando y comparando su desempeño (sensibilidad, especificidad, precisión, índice de Dice) con ImageJ en la identificación de nevos benignos, melanomas, y 50 imágenes de lesiones al azar. Se realizó validación cualitativa de transparencia, explicabilidad y usabilidad (tiempo y fallas de uso) con un usuario que interactuó anónima e independientemente con el sistema para identificar cinco casos de nevos y melanomas. **Resultados:** la interfaz gráfica realiza todas las funciones planeadas. Los resultados de validación mostraron alta precisión en la detección de nevos benignos (sensibilidad = 1.00, especificidad = 0.95, índice de Dice = 0.93). Sin embargo, la segmentación de melanomas presentó desafíos (sensibilidad = 1.00, precisión = 0.36, índice de Dice = 0.53), debido a la variabilidad en la pigmentación y bordes irregulares. La validación contra ImageJ mostró buen desempeño (sensibilidad = 0.99, especificidad = 0.95, precisión = 0.83, índice de Dice = 0.89). En el análisis cualitativo el usuario experto en procesamiento de imágenes biomédicas sin entrenamiento previo en el sistema destacó la transparencia, explicabilidad y usabilidad del sistema (tiempo = 0.74 ± 0.35 segundos), pero también identificó limitaciones en la segmentación de melanomas (60% casos), sugiriendo la necesidad de mejorar la clasificación y segmentación. Los casos de prueba demostraron que, aunque el sistema es efectivo para nevos benignos, se requiere optimización adicional para melanomas. **Conclusiones:** el umbralizado y operaciones morfológicas son efectivas para identificación de nevos benignos, pero

limitadas para melanomas. Los resultados apoyan la transparencia y usabilidad de la herramienta, útil como caso de estudio. Futuras mejoras incluyen integrar herramientas avanzadas para mejorar la detección de melanomas y otras lesiones.

117 Sistema de telemedicina para proveer servicios de teleconsulta, telerrehabilitación y telerradiología en el Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra»

Marco Antonio Núñez,*
Heriberto Aguirre Meneses,*[‡] Roberto Coronado Zarco,*[§]
Andrea Olascoaga Gómez De León,*[¶] Rafael Zepeda Mora*^{||}
* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. [‡] Sistemas Médicos.
[§] Subdirección de Rehabilitación. [¶] Clínica de Osteoporosis. ^{||} Rehabilitación Ortopédica.

Introducción: la telemedicina se considera una de las mayores innovaciones en salud, no sólo desde el punto de vista tecnológico, sino también cultural y social, al favorecer la atención médica expedita, mejorar la calidad asistencial y la eficiencia organizativa. La atención a distancia requiere que pacientes y médicos compartan información e interactúen entre sí de manera coordinada. Para ello es necesario incorporar sistemas que usen tecnologías de la información para prestar servicios médicos, incluyendo elementos multimedia como *videos*, imágenes y textos. La valía de estas soluciones quedó de manifiesto con la pandemia de COVID-19 y su uso se ha vuelto prioritario en los sistemas de salud actuales. **Objetivo:** desarrollar e implementar una plataforma de servicios de telemedicina para atender las necesidades de consulta a distancia de los servicios de rehabilitación en el Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». **Material y métodos:** el Sistema de Telemedicina Luis Guillermo Ibarra Ibarra contará con tres módulos: 1) acceso basado en roles; 2) control; y 3) servicios de telemedicina, para ejecución de las diferentes funciones requeridas en la atención médica a distancia. Las etapas del desarrollo del sistema de telemedicina son: 1. Requerimiento y análisis. Se identificarán las necesidades de médicos, pacientes, administradores y los requisitos del sistema, incluyendo la funcionalidad para realizar consultas virtuales, gestión de citas e historiales médicos electrónicos, e infraestructura tecnológica. 2. Diseño. Se define la estructura del sistema de telemedicina, incluyendo componentes como la interfaz de usuario, la lógica de negocio y la capa de datos. 3. Implementación. Se codifican los componentes que soportan los servicios de telemedicina usando un lenguaje de programación y bases de datos. 4. Pruebas y validación. Se monitorea el rendimiento del sistema de telemedicina para recopilar comentarios de los usuarios, realizar iteraciones en el diseño y funcionalidad del sistema. **Resultados:** la construcción del módulo de acceso basado en roles incorporó un control de acceso que asigna permisos a los usuarios finales según su perfil (médico, paciente, administrador y terapeuta). El despliegue de la información se llevó a cabo usando servicios web a través de páginas HTML con información exclusiva para cada rol. La gestión de citas, *video* consultas, terapias y seguimiento se implementaron a través del módulo de control, que permite la gestión de transacciones y almacenamiento de la información en la base de datos. A través del módulo de servicios de telemedicina se permite el agendamiento de citas para pacientes, y la asignación de médicos, terapeutas y terapias de rehabilitación, incorporando material audiovisual de ejercicios prescritos por el médico rehabilitador para su ejecución a distancia por el paciente. La videoconsulta se realiza usando WebRTC como gestor de comunicación de red en tiempo real. Se realizó una prueba piloto con 10 pacientes, dos médicos y un terapeuta para establecer la