

MEDIDA DE DEFORMACIÓN MEDIANTE CORRELACIÓN DE IMÁGENES EN 3D PARA CARACTERIZACIÓN BIOMECÁNICA EN HEMIMANDÍBULAS DE CONEJO

González Rueda, Jaime¹, Postigo Pozo, Sergio², Prado Nóvoa, María³.

(1) Dpto. de Ingeniería Mecánica. Universidad de Málaga. jaime7993_5@hotmail.com

(2) Dpto. de Ingeniería Mecánica. Universidad de Málaga. spostigo@uma.es

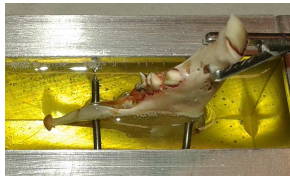
(3) Dpto. de Ingeniería Mecánica. Universidad de Málaga. maria.prado@uma.es

En el presente trabajo se estudia la viabilidad de una técnica de medición de deformaciones mediante correlación de imágenes sobre hemimandíbulas de conejo común de granja. Tanto la fisiología de la hemimandíbula como las cargas aplicadas son muy similares a las existentes en la hemimandíbula de conejo New Zealand, modelo animal habitualmente utilizado en estudios de regeneración ósea por su fácil estabulación y manipulación. Los ensayos se diseñan para simular in-vitro condiciones de carga anatómicas. Para ello, se aplica una carga puntual perpendicular al eje de la rama horizontal en el borde alveolar y por detrás del incisivo horizontal, para simular el soporte del paquete muscular las hemimandíbulas quedan embebidas en resina epoxi que al endurecerse simula sus condiciones de contorno. Se registra la velocidad de aplicación de la carga, la carga máxima, el campo de desplazamientos y desplazamiento máximo así como el campo de deformaciones. En general se obtiene una reconstrucción buena de la geometría de las hemimandíbulas así como distribuciones y valores coherentes para los campos de desplazamientos. Sin embargo, no se hallan distribuciones suficientemente satisfactorias para el campo de deformaciones.

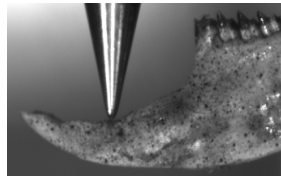
MATERIALES Y MÉTODOS

- 3 hemimandíbula de conejo común de granja: *espécimen de fácil adquisición, cuya anatomía y características biomecánicas se aproxima a la del conejo New Zealand.*
- 1 hemimandíbula de conejo New Zealand macho estabulado en las instalaciones de la Universidad de Málaga : *uno de los modelos animales más habituales en estudios de reparación ósea en general, y de reconstrucción mandibular en particular, tanto para pruebas de biomateriales como para las de terapia génica y celular*

Preparación de espécimen



Hemimandíbula embebida en resina epoxi simulando el soporte del paquete muscular.



Patrón de manchas generado sobre la rama horizontal de la hemimandíbula, con pintura negra desde aerógrafo a 1-1.5 m en dirección perpendicular. En zonas de color rojo recomendable imponer una base blanca.

Aplicación de la carga

Ensayo a rotura controlado en velocidad a 1 mm/s para el conejo común y 0,33 m/s para el conejo New Zealand
Carga puntual en dirección perpendicular al eje de la rama horizontal aplicada en el extremo del borde alveolar por detrás del incisivo horizontal.

Se comprueba que la aplicación de carga directa sobre el incisivo lleva a su desprendimiento sin llegar a la rotura de la hemimandíbula

Registro de datos

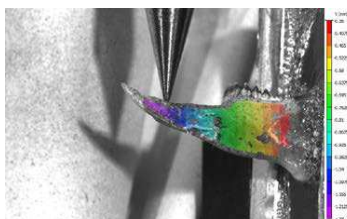
- Registro del campo de desplazamiento por correlación de imágenes 2D y 3D: 1 o 2 cámaras CCD de 5 Megapixels a 9 fps, capturando fotografías con VicSnap que son procesados con Vic-2D o Vic-3D (CorrelatedSolutions®).
- Célula de carga de 400N
- Sensor de desplazamiento LVDT.

RESULTADOS

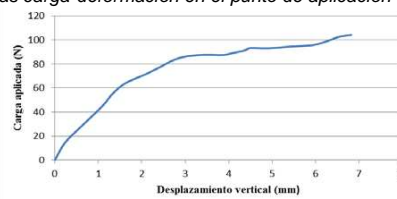
Se han realizado 2 ensayos 2D y 3 3D, reconstruyendo:

Campo de desplazamientos y de deformación de los especímenes

Ensayo	Software empleado	Carga máxima(N)	Desplazamiento vertical máx.(mm)	Tamaño hemimandíbula (píxeles)	Número imágenes	Tipo de calibración	Error calibración 3D (píxeles)
1	Vic-2D	28,30	1,50	2000x1200	12	Manual	-
2	Vic-2D	18,20	2,19	1200x600	8	Manual	-
3	Vic-3D	18,40	1,27	1100x550	8 pares	Estéreo	0,076
4	Vic-3D	104,33	7,12	1100x550	22 pares	Estéreo	0,063
5	Vic-3D	120,92	4,29	1350x800	40 pares	Estéreo	0,038



Curvas carga-deformación en el punto de aplicación de la carga



CONCLUSIONES

- En todos los ensayos se observa un proceso de fluencia de la resina, que puede discernirse en el campo de desplazamientos
- La generación de un patrón de manchas adecuado es clave para el éxito del ensayo
- El proceso de calibración debe realizarse en el área de trabajo para obtener resultados satisfactorios, especialmente en ensayo 3D
- El campo de desplazamientos se registra satisfactoriamente, siendo en general suficiente la medida 2D aun no siendo un espécimen plano
- El campo de deformaciones es satisfactorio en 3D, pero exige un importante trabajo de postprocesado, y conlleva la pérdida de datos en áreas importantes