

El uso de técnicas ultrasónicas como herramientas de diagnóstico está ampliamente extendido en especialidades médicas como la reumatología, la ginecología o la cardiología entre otras. En el campo de la odontología, en cambio, el uso de los ultrasonidos se ha desarrollado en otro tipo de dispositivos, como son las puntas vibrantes para raspado dental o a bisturís ultrasónicos. Existen trabajos científicos desde la década de 1960 sobre la utilización de ultrasonidos para caracterización de tejidos dentarios. A pesar de ello, la literatura científica actual sobre estas aplicaciones es muy escasa (o similar). La propagación de los ultrasonidos en los tejidos biológicos permite caracterizar las propiedades acústicas y mecánicas de forma no destructiva. Esta cualidad tiene un gran potencial para monitorizar procesos biológicos dentarios. En esta tesis doctoral el objeto de estudio se centra en la monitorización ultrasónica de dos aplicaciones odontológicas: la desmineralización dental y la regeneración ósea guiada.

La desmineralización es un proceso de pérdida de minerales en los tejidos duros dentales que afecta gravemente a la salud de los pacientes, ya que disminuye la resistencia del diente, genera complicaciones al alterar la estructura oclusal y causa hipersensibilidad y problemas pulpares. es producida por procesos patológicos como la erosión o la caries, o quirúrgicos como el grabado dental. Debido a la complejidad de los procesos naturales de desmineralización, es aconsejable, para su estudio, proporcionar pruebas cuantitativas y estandarizadas en condiciones controladas de laboratorio. Las técnicas ultrasónicas proporcionan información mecánica localizada del tejido, la cual se relaciona con su grado de desmineralización, además de ser técnicas no destructivas y de rápida aplicación, por lo que suponen una herramienta óptima para este fin.

Por otra parte, los tejidos óseos odontológicos son vitales en la supervivencia de los implantes dentales. Para una correcta colocación de implantes dentales, se precisa de un volumen óseo suficiente con el objetivo de asegurar su estabilidad y durabilidad. La pérdida de un diente afecta directamente a la calidad y al grosor del hueso maxilar. En los casos en que la cantidad de hueso no es suficiente para soportar un implante, los odontólogos realizan una operación de regeneración ósea. Consiste en el uso de injertos óseos que sirvan de andamiaje sobre el cual se regenerará hueso nuevo. Para obtener una regeneración completa es necesario esperar entre 6 y 9 meses. Además, durante la regeneración pueden aparecer distintas problemáticas, como el crecimiento del tejido blando o un fallo de osteointegración. Actualmente, los odontólogos utilizan los rayos X para evaluar el proceso de regeneración ósea, siendo este invasivo e ionizante. Por este motivo, las técnicas no invasivas ultrasónicas son una opción a tener en cuenta a la hora de monitorizar la regeneración ósea guiada.

En la presente tesis doctoral evaluamos el proceso completo de desmineralización de la dentina humana en condiciones controladas de laboratorio, utilizando una técnica ultrasónica de eco impulso. Las medidas del tiempo de vuelo utilizando esta técnica permiten obtener la velocidad del sonido en el tejido de la dentina sana y desmineralizada, así como caracterizar el proceso dinámico de la penetración del ácido. Además, la técnica permite medir la relevancia de la desmineralización producida por los residuos ácidos en el interior del diente una vez que éste ha sido retirado de la solución ácida. Más allá de la evaluación de las lesiones de desmineralización artificial en condiciones de laboratorio, como se demuestra en esta tesis doctoral, la técnica propuesta abre nuevos enfoques para la evaluación de la desmineralización causada por la caries natural in vivo.

Por otro lado, el segundo objetivo principal de la tesis doctoral es diseñar un sistema de monitorización de la regeneración ósea guiada con ultrasonidos. Para ello presentamos un método que permite monitorizar el proceso de fraguado de sustitutos óseos (sulfato de calcio)

mediante técnicas de retrodispersión ultrasónica. Mediante el análisis de los campos retrodispersados demostramos que es posible describir dinámicamente las propiedades acústicas del material, que están relacionadas con su estado de fraguado. Esta técnica ultrasónica es el primer paso para desarrollar sistemas de monitorización in vivo de medios complejos como los presentes en los procedimientos de regeneración ósea. La técnica ha sido probada ex vivo y se ha diseñado y construido un prototipo para aplicación en humanos basado en el uso de una férula dental. Por último, se presenta un protocolo para la monitorización de la regeneración ósea en humanos con ultrasonidos.