Basic Science Tips

Carico meccanico e risposte cellulari ottenute dalla modellazione
https://www.ors.org/transactions/2024/502.pdf

L'osso adatta la sua struttura in base alla forza esterna che subisce. Le cellule ossee rispondono in modo diverso a diversi tipi e modi di stimolazione meccanica. Segnali molecolari come sclerostina, RANKL, OPG, catepsina K e periostina partecipano al modellamento e rimodellamento osseo. Tuttavia, non è ancora chiaro come queste proteine siano regolate in vivo nelle cellule in risposta a diversi stimoli meccanici. A causa della struttura dell'osso, la distribuzione delle deformazioni nella tibia sotto carico meccanico varia in diversi punti. Gli autori hanno quindi utilizzato la tomografia microcomputerizzata (µCT), la modellazione a elementi finiti (FE) e istologia per identificare la distribuzione delle deformazioni nella tibia di topo, gli eventi di modellamento/rimodellamento osseo in risposta al carico monoassiale della tibia e le risposte cellulari in diversi punti (regioni di tensione e compressione).

Femmine di topo C57BL/6J sono state sottoposte a scansioni µCT in vivo una volta a settimana per 5 settimane a partire da 14 settimane di età. All'età di 16 settimane, la tibia destra di ciascun topo è stata sottoposta a un carico di compressione monoassiale per 2 settimane, mentre la tibia controlaterale è stata utilizzata come controllo interno non caricato. Le immagini scansionate settimanalmente sono state registrate e l'istomorfometria dinamica 3D in vivo ha quantificato le variazioni del volume osseo a livello di voxel. Altri topi della stessa età sono stati scansionati per misurare la distribuzione delle deformazioni utilizzando la modellazione FE. Dopo la scansione finale, le tibie dei topi sono state isolate, fissate e il numero di pre-osteoclasti/osteoclasti è stato quantificato.

La modellazione FE ha mostrato che le regioni posteriori/laterali della tibia erano dominate dalla compressione, mentre le regioni anteriori/mediali erano dominate dalla tensione, con picchi di deformazione principale compresi tra -3500 µe e 2000 µe. Dopo 2 settimane di carico meccanico, entrambi i siti di tensione e compressione hanno aumentato la formazione ossea e ridotto il riassorbimento osseo. Il riassorbimento osseo è stato quasi abolito nella regione del picco di compressione, ma non in quella della tensione. La sclerostina è stata inibita negli osteociti in risposta al carico nelle regioni di compressione e tensione, ma in modo significativo nella regione di tensione. L'espressione della catepsina K è stata principalmente upregolata nei siti di compressione.

Da questo studio si possono trarre alcune conclusioni: 1) la risposta meccanica dell'osso corticale è diversa in caso di tensione e compressione; 2) la modellazione indica che la distribuzione delle deformazioni dell'osso corticale può dettare risposte cellulari e di segnalazione diverse. La

periostina e la catepsina K cambiano principalmente con la compressione, mentre la sclerostina cambia con la tensione. Maggiori studi sono necessari per comprendere più approfonditamente i risultati derivati dalla modellazione e delle risposte cellulari misurate. Inoltre, le risposte meccaniche e i risultati derivati dalle superfici periostali ed endostali devono essere ulteriormente studiati.

Thanks to Claudia Siverino for providing this translation.

If you would like to help translate Basic Science Tips to other languages, please contact Mia Huang at mh2467@cornell.edu.