

Analisi sperimentale e numerica di meta-biomateriali auxetici in stampa 3D per impianti ossei vertebrali

Wednesday 2 September 2026 15:00 (15 minutes)

Recentemente, i meta-biomateriali auxetici hanno attirato una crescente attenzione in virtù delle loro inusuali caratteristiche, tra cui un valore del coefficiente di Poisson negativo, noto come comportamento auxetico. Tuttavia, le loro funzionalità avanzate non si limitano al solo coefficiente di Poisson negativo, ma includono, tra le altre, un'elevata resistenza a rottura e un comportamento sinclastico. Tali strutture sono generalmente realizzate tramite tecniche di manifattura additiva (stampa 3D) a polveri metalliche, tra cui, la fusione laser selettiva (SLM) e la fusione a fascio di elettroni (EBM). Grazie a una progettazione razionale della loro microstruttura, è possibile realizzare biomateriali in stampa 3D per la sostituzione ossea ad elevata porosità e ridotta rigidità.

In questo contesto, il presente lavoro si focalizza sulla prototipazione, analisi numerica e caratterizzazione sperimentale mediante tecniche di stereo-correlazione digitale di immagini (DIC) di nuove strutture cellulari in meta-biomateriale auxetico per protesi ossee vertebrali trabecolari in stampa 3D. Nello specifico, il lavoro investiga due configurazioni geometriche di metamateriale basate su unità reticolari di forma prismatica, a base triangolare, collegate in un caso da legamenti rettilinei, nell'altro semplicemente raccordate. Entrambe le architetture investigate sono state realizzate tramite tecnologia additiva SLM in una lega di titanio biocompatibile (Ti6Al4V ELI) in campioni cubici formati da 27 (3x3x3) celle elementari. La morfologia della superficie e la microstruttura dei prototipi sono state analizzate utilizzando un microscopio elettronico a scansione (SEM) Nova NanoSEM 450. Analisi agli Elementi Finiti sono state affiancate alla caratterizzazione sperimentale per validare il comportamento a compressione quasi-statica delle strutture, valutandone la risposta strutturale in campo elastico e plastico. Il campo di spostamenti di una delle facce esterne dei provini e di una cella elementare è stato misurato tramite sistemi stereo-DIC dedicati, rispettivamente a basso ed alto ingrandimento. Attraverso un codice dedicato in ambiente Matlab, si è misurato il campo di spostamento della struttura e calcolato il coefficiente di Poisson, confrontandolo con quanto previsto nelle analisi numeriche.

I risultati sperimentali evidenziano lo spiccato comportamento auxetico di entrambe le strutture e valori del modulo elastico paragonabili a quelli delle ossa trabecolari vertebrali. Il lavoro mette in evidenza l'elevato potenziale dei meta-biomateriali auxetici, evidenziando al tempo stesso i limiti delle attuali tecniche di stampa 3D.

Primary authors: Mr SORRENTINO, Andrea (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia); Mrs GENOVESE, Katia (Università degli Studi della Basilicata); NICOLINI, Lorenzo (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia); Mr CASTAGNETTI, Davide (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia)

Presenter: NICOLINI, Lorenzo (Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia)

Session Classification: Biomeccanica

Track Classification: Biomeccanica