

PROGRAMMA PRIN PNRR 2022 - BANDO PRIN PNRR 2022 Decreto Direttoriale n. 1409 n. 1409 del 14-9-2022

TITOLO DEL PROGETTO: MECHAVERSE - MEchanics vs Cell competition: Hyperelasticity and Adaptation in Vascular Evolutionary Repair and Smart Endoprosthesis – P2022M3KKC

CODICE CUP: E53D23017310001

Budget DIST: 95.919,00

PI: Prof. Angelo Rosario Carotenuto

Altre Unità di Ricerca coinvolte nel progetto: Università della Calabria - Università G. D'Annunzio di Chieti-Pescara

Descrizione del progetto

Il progetto MECHAVERSE ha raggiunto i suoi principali obiettivi scientifici, sviluppando modelli multiscala e multifisici per studiare il ruolo della meccanica nell'adattamento dei tessuti vascolari per applicazioni in ingegneria biomedica e chirurgia.

I maggiori risultati di UNINA sono derivati dalla modellazione teorica e simulazioni in mechanobiology. Un modello iperelastico avanzato è stato sviluppato per mostrare come la particolare struttura multi-lamellare delle arterie e gli stress residui influenzino i processi di meccano-trasduzione. La mecano-biologia evolutiva è stata un tema centrale, producendo una teoria unificata multifisica per la crescita anisotropa e la morfogenesi nei mezzi continui, insieme a un modello interspecifico che studia la transizione fenotipica delle cellule muscolari lisce vascolari in ipertensione e aterosclerosi. Le simulazioni hanno mostrato come l'anisotropia indotta dallo stress influenzi la propagazione di lacerazioni nella dissezione aortica. UNINA ha anche studiato instabilità nelle membrane lipidiche connesse a patologie vascolari e sviluppato leggi di scala per il wrinkling nei tessuti fibro-rinforzati.

Applicazioni ingegneristiche traslazionali sono state fornite sviluppando modelli biomeccanici accoppiati per esplorare le interazioni tessuto-impianto e il ruolo dello stress-shielding negli autograft vascolari, fornendo regole di design per rinforzi ottimali che promuovono la crescita, concependo innesti gerarchici con rigidità programmabile. UNINA ha inoltre dimostrato, tramite strategie di ottimizzazione, che l'architettura nativa del collagene arterioso è meccanicamente ottimale, suggerendo nuove vie di progettazione per rinforzi compositi biomimetici.

In collaborazione con le altre Unità, il Progetto ha fornito risultati significativi nel rimodellamento di tessuti rinforzati da fibre tramite modelli omogeneizzati che includono gli effetti della distribuzione statistica delle fibre di collagene e della viscoelasticità del tessuto. Sono stati raggiunti importanti avanzamenti nel potenziamento delle tecniche computazionali per affrontare questi problemi non lineari accoppiati, inclusi algoritmi

isogeometrici per simulazioni di crescita biologica ed elettrofisiologia, e metodi robusti di path-following per gestire le instabilità indotte dalla crescita.

Tutte le attività ingegneristiche sono state attivamente supportate da esperimenti, che hanno fornito un riscontro cruciale per la caratterizzazione dei materiali tramite analisi morfo-istologiche ed esperimenti mirati a rivelare le principali vie cellulari e molecolari della meccanotrasduzione che guidano i processi tissutali attraverso le scale.

La ricerca ha prodotto articoli peer-reviewed su riviste ad alto impatto (es. PNAS, JMPS, CMAME, Meccanica) ed attività di disseminazione tramite conferenze nazionali e internazionali e l'organizzazione di un Workshop finale che ha riunito i principali ricercatori italiani in Scienze dei Materiali e Biomeccanica.

Per maggiori informazioni, visita il sito web del progetto MECHAVERSE:

<https://sites.google.com/view/prin-pnrr-2022-mechaverse/home>