SCIENCE & TECHNOLOGY PARK FOR MEDICINE
TECNOPOLO MARIO VERONESI
MIRANDOLA

HF2.0: Metodi innovativi per la modifica delle proprietà idrofobiche di Hollow Fibers in polipropilene: dai nano-additivi ai nano-coatings

HF 2.0 rappresenta un percorso di ricerca e sviluppo d'avanguardia finalizzato alla ottimizzazione di fibre cave porose in polipropilene (PP) destinate alla produzione di ossigenatori a membrana con focus principale verso un aumento delle proprietà antifouling al fine di prolungarne l'efficienza. La membrane ingegnerizzate mirano a risolvere i limiti clinici attuali dove l'adesione proteica (antifouling) riduce la sicurezza del trattamento e limita il tempo utile per completare l'intervento chirurgico. La fibra viene realizzata a partire da una macchina pilota in grado di implementare il processo TIPS e trattata sia in bulk sia mediante nano-coatings depositati tramite Ionized Jet Deposition.
Inoltre è possibile fare indagini ad-hoc per analizzare le caratteristiche della membrana, come il grado di cristallinità e bagnabilità, grazie a metodi e protocolli validati.

"Membrane 2.0 per ossigenatori del sangue"

Laboratorio	TPM - TECNOPOLO MIRANDOLA "Mario Veronesi"
Area di specializzazione	Salute e Benessere
Referenti	Alberto Ferrari
Keyword	membrane manufacturing via TIPS process, water contact angle for small fibers, XRD for crystalline degree determination, Ionized Jet Deposition

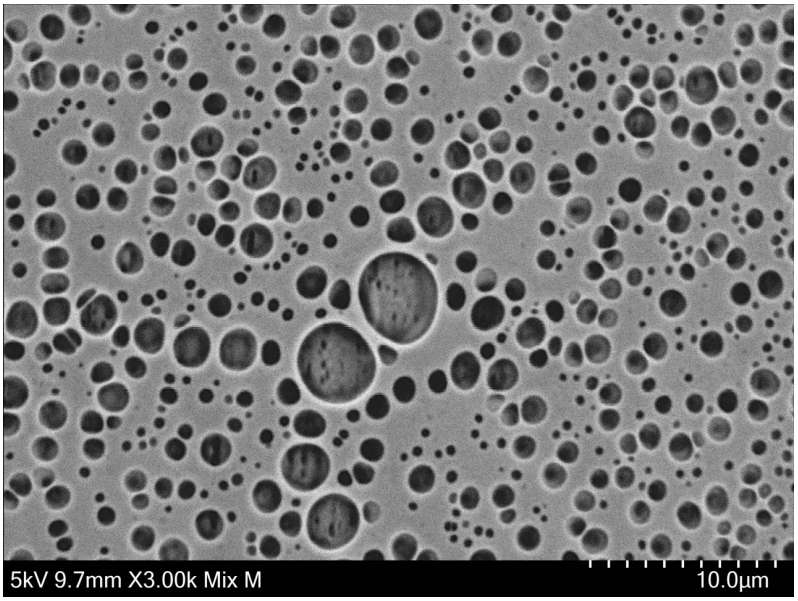


Fig. 1: Fibra rivestita in polistirene

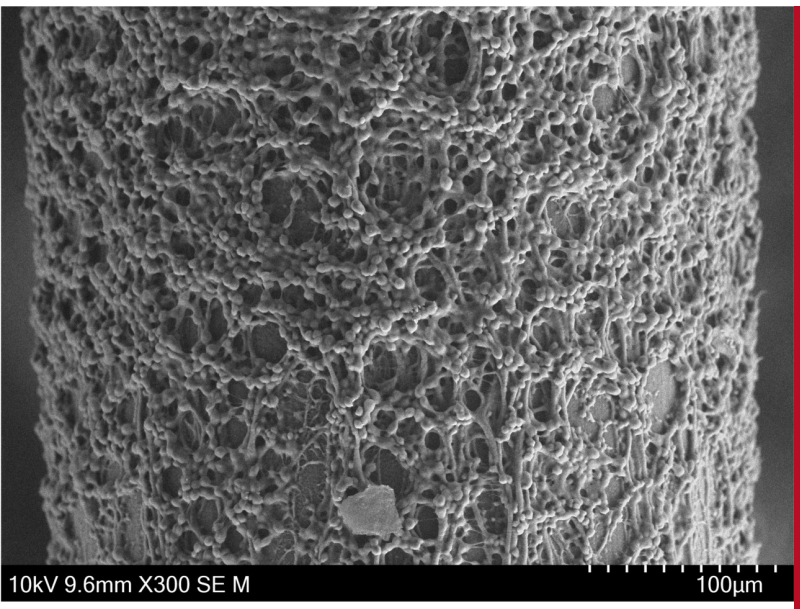


Fig. 2: Rivestimento in Polipropilene in grado di produrre un angolo di contatto superiore ai 150°

Descrizione

Il servizio tecnologico consiste in un protocollo avanzato di ingegnerizzazione e caratterizzazione di membrane a fibra cava finalizzato a ottimizzare le prestazioni del dispositivo medico ossigenatore. Questo servizio si rivolge direttamente a:

• i produttori di questo tipo di dispositivo medico,
• i laboratori di ricerca biotecnologica,
• le aziende specializzate nello sviluppo di membrane basate sul processo TIPS.

Il nucleo del servizio opera su due fronti sinergici: il potenziamento delle proprietà superficiali e l'analisi dettagliata delle caratteristiche delle fibre. Da un lato, vengono applicate tecniche di modifica superficiale e strutturale per incrementare le proprietà antifouling del materiale. Dall'altro, viene offerta una suite di analisi specializzata nella mappatura della bagnabilità della superficie (tramite tecnica ad-hoc dell'angolo di contatto), della porosità, del grado cristallino e della stabilità termica. Attraverso la validazione funzionale in circuiti simulanti la circolazione extracorporea del sangue, il servizio permette di selezionare i trattamenti sulle membrane che ne aumentano le prestazioni di scambio gassoso. Si ottiene così un know-how ingegneristico delle proprietà della membrana e della durata operativa delle membrane funzionalizzate prima della produzione su scala industriale.

Aspetti innovativi

L'aspetto innovativo del servizio risiede nell'integrazione sinergica tra protocolli avanzati di ingegnerizzazione superficiale e protocolli di analisi delle caratteristiche per membrane microporose. Rispetto allo stato dell'arte, dominato da dalla deposizione di polimeri zwitterionici sulla superficie, sono stati studiati e messi a punto trattamenti con diverse tecniche e diversi materiali per aumentare le proprietà antifouling delle membrane. Tra i più promettenti l'applicazione di poliolefine sulla superficie consente di ottenere valori di superidrofobicità (angolo di contatto superiore a 150°) mentre la tecnologia Ionized Jet Deposition è in grado di applicare nano-coatings di grafite. Quest'ultima tecnica preserva la porosità della fibra garantendo un coating uniforme e permanente. Tra gli aspetti più innovativi rispetto ai metodi tradizionali, vi è quindi la messa a punto di test specifici per la caratterizzazione delle proprietà di bagnabilità, porosità, resistenza meccanica, invecchiamento nonché per la verifica dell'insorgenza dell'attivazione proteica (fouling) prima della fase di prototipazione vera e propria.

Applicazioni

Il servizio si applica anzitutto al settore biomedicale, ottimizzando membrane per ossigenatori ECMO e potendo caratterizzare in modo completo e approfondito fibre per dialisi e aferesi. Trova spazio anche nel comparto farmaceutico e biotecnologico, dove sono altresì impiegate membrane a fibre cave per processi di filtrazione sterile e purificazione. È applicabile altresì nel settore del trattamento delle acque, e nel comparto alimentare dove la separazione selettiva gas-liquido richiede membrane resistenti a differenti condizioni di pH e l'accurato dosaggio dell'effervescenza delle bevande.

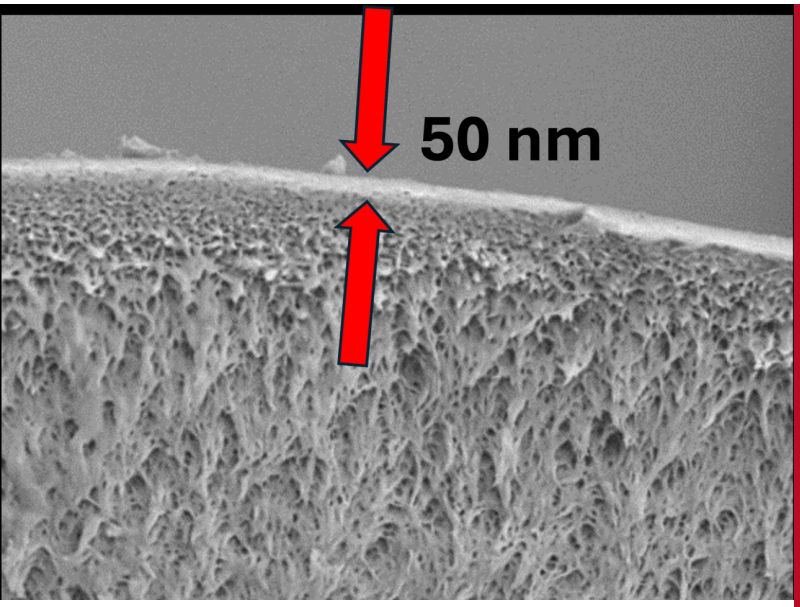


Fig. 3: rivestimento di grafite nanometrico su fibra cava porosa in PP

Esempio di applicazione

Sviluppo e validazione funzionale di mini-ossigenatori extracorporei basati su fibre cave in polipropilene con nano-coating di grafite via IJD: analisi quantitativa delle performance di scambio gassoso della CO2 e abbattimento del plasma breakthrough con sangue umano

La tecnologia di deposizione Ionized Jet Deposition (IJD) è stata applicata per rivestire la superficie esterna di fibre cave in polipropilene con un coating di grafite nanometrico e uniforme. Questo lotto di fibre ingegnerizzate (denominato Grafite_39) è stato utilizzato per assemblare mini-ossigenatori prototipali in scala ridotta progettati per replicare fedelmente il comportamento nel teatro chirurgico dei dispositivi clinici reali. I prototipi sono stati inseriti in un circuito di simulazione extracorporea ed è stato condotto un test con sangue umano dove si sono monitorati i parametri di scambio gassoso e la resistenza al deterioramento delle fibre. I risultati hanno dimostrato una buona efficienza di rimozione dell'anidride carbonica e prestazioni in linea allo stato dell'arte rispetto alle proprietà antifouling. Il nuovo metodo per la determinazione dell'angolo di contatto supera i limiti della tecnica standard, fortemente influenzata dalla geometria curva e dalle dimensioni micrometriche delle fibre. Grazie a un sistema di posizionamento gocce dal volume di pochi micro-litri e a porta campioni in grado di focalizzare le immagine sulle creste delle fibre, il protocollo minimizza l'errore dell'operatore e dello strumento. La tecnica si è dimostrata estremamente sensibile e accurata nel mappare la bagnabilità superficiale, garantendo risultati ripetibili e robusti.

Partner coinvolti

HF2.0 ha unito un partenariato strategico tutto emiliano-romagnolo, per le attività scientifiche il CNR-NANO S3, il laboratorio Rizzoli RIT dell'IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli ed il Tecnopolo di Mirandola "Mario Veronesi" (TPM), per gli aspetti di diffusione la Fondazione Democenter-Sipe.

Tempi di realizzazione

3 mesi/persona per sviluppo coating

Livello di maturità tecnologica

TRL 4 - tecnologia validata in laboratorio

Valorizzazione applicazione

Per valorizzare il servizio, le attività future si concentreranno sul trasferimento tecnologico. Si prevede la ricerca di partner industriali per ampliare le applicazioni e aumentare il know-how sull'uso delle membrane per le applicazioni biomedicali nel distretto di Mirandola.

SCIENCE & TECHNOLOGY PARK FOR MEDICINE
TECNOPOLO MARIO VERONESI
MIRANDOLA

TPM - TECNOPOLO MIRANDOLA "Mario Veronesi"

Parco Scientifico e Tecnologico Materiali Innovativi e Ricerca Applicata del Mirandolese



Sito web https://tpm.bio/

Data pubblicazione 06/08/2026

Il laboratorio di ricerca Tecnopolo TPM "Mario Veronesi" di Mirandola mette a disposizione delle imprese principalmente del comparto biomedicale, ma anche cosmetologico e agro-alimentare, servizi di alto livello per la ricerca applicata, lo sviluppo industriale e la convalida di prodotti, oltre che consulenze per la formazione continua di tecnici e ricercatori.

È porta di accesso privilegiata alla Rete Alta Tecnologia, è certificato in accordo alle UNI EN ISO 13485 e 9001, opera in connessione con la Sanità provinciale e regionale e in collegamento con network nazionali ed internazionali. È organizzato su un modello integrato fatto di ricerca, servizi avanzati, formazione e incubazione presso il TPM Cube.

Il TPM è in grado di risolvere problematiche altamente complesse tramite analisi biologiche e di biocompatibilità, analisi di performance, test specifici e su misura del richiedente adottando protocolli che tutelano la riservatezza e la proprietà intellettuale dei progetti o ricerche affidati.

In collaborazione con l'Università di MO e RE, gestisce i laboratori:

· TOP, Tossicologia e Proteomica

· MAB, Microscopia applicata e Biologia Cellulare

· MS2, Materiali, Sensori e Sistemi

· PoS, Analisi chimico/fisiche

· Usability

Grazie alle competenze specifiche del team e all'utilizzo delle più recenti e avanzate tecnologie, è un luogo dove imprese e competenze scientifiche si incontrano per creare, risolvere ed accelerare opportunità produttive personalizzate per il richiedente.