



La fibra di carbonio nella lavorazione di ortesi e tutori: quali vantaggi?

Resistente e leggera, la fibra di carbonio, da sola o in associazione ad altri materiali, consente di realizzare ortesi e tutori comodi e altamente efficienti. Vediamo quanto interessante è il suo utilizzo

Da anni la tecnica ortopedica tradizionale, basata sui calchi in gesso e modellazione in negativo dei materiali, è affiancata da strumenti tecnologici avanzati, come la scansione del corpo del paziente, la progettazione in cad-cam e la stampa 3D. L'avanzamento del settore segue anche un'altra traiettoria, ovvero quella dei materiali.

Da quest'ultimo punto di vista, tra le innovazioni introdotte in ambito ortopedico negli ultimi anni c'è anche l'uso della fibra di carbonio.

Ne abbiamo parlato con Salvatore Cardaci, tecnico ortesista e titolare di TecnoLab di San Giorgio delle Pertiche (PD), laboratorio tecnico 4.0 dedicato alla produzione e fornitura in conto terzi di ortesi ortopediche su misura.

Qualità e della fibra di carbonio e applicazioni in tecnica ortopedica

Salvatore Cardaci è convinto che «seguire l'innovazione dei materiali disponibili per la tecnica ortopedica sia fondamentale per sviluppare tutori e ortesi più efficaci, confortevoli e in grado di migliorare la qualità di vita degli utilizzatori».

Sempre più spesso realizzati su misura, secondo le reali necessità dell'utente, questi dispositivi presentano numerosi vantaggi rispetto ai supporti tradizionali, non solo in termini di comfort. Come anticipato, tra le innovazioni utilizzate da Salvatore Cardaci c'è l'uso della fibra di carbonio come materiale per realizzare tutori e ortesi: dotata di notevoli di una resistenza fino a cinque volte maggiore di quella dell'acciaio e di una notevole leggerezza, fino al 30% in meno di peso, questo materiale consente di produrre ortesi ortopediche più efficaci, migliorando significativamente la mobilità dell'utente. Ma non finisce qui. La fibra di carbonio offre al tecnico ortopedico maggiori possibilità di realizzazione e personalizzazione del dispositivo, rispetto per esempio al più convenzionale polipropilene.

«Dal mio punto di vista», spiega Cardaci, «questo materiale consente una grande flessibilità di progettazione, mentre nei materiali tradizionali lo spessore e la rigidità dell'ortesi rimangono pressoché uniformi. La fibra di carbonio consente, infatti, di scegliere e variare lo spessore e le

proprietà meccaniche su diverse aree del tutore. Per esempio, è possibile progettare un'ortesi con un'avampiede più sottile e flessibile, unito a una volta plantare più resistente».

Da dove derivano queste potenzialità? Il fulcro della flessibilità di questo materiale sta nella sua natura anisotropa. «Le caratteristiche meccaniche della fibra di carbonio cambiano in funzione della direzione in cui vengono orientate le fibre stesse. Ciò vale per la resistenza alla fatica, per la rigidità e per l'elasticità. Ecco, quindi, che un unico materiale può essere utilizzato per la realizzazione di parti flessibili e rigide, per fare un esempio.

Questa caratteristica permette ai tecnici ortopedici di dare supporto e dinamicità proprio dove è richiesto per rispondere alle esigenze cliniche del paziente, garantendo leggerezza e comfort».

Un materiale dalle svariate possibilità, quindi, che consente al tecnico ortopedico di realizzare diversi tipi di dispositivo.

Come tutto, anche la fibra di carbonio presenta almeno uno svantaggio, e in questo caso è il costo, molto più elevato rispetto a quello di materiali più convenzionali.

Inoltre, la lavorazione della fibra di carbonio è più laboriosa, motivo per cui non tutti i laboratori di tecnica ortopedica la utilizzano.

Servono, infatti, competenza ed esperienza per decidere come posizionare le fibre nelle varie aree del dispositivo, così da ottenere un oggetto finito che



sia rispondente alle richieste dell'utente. Vediamo ora come scegliere se realizzare o meno un tutore in fibra di carbonio e se unire a essa altri tipi di fibre.

Step decisionali per l'utilizzo

Dati i costi e la maggiore complessità della lavorazione, la scelta di ricorrere alla fibra di carbonio dipende da una serie di fattori.

Ci sono articoli che possono

essere confezionati con materiali convenzionali, garantendo efficacia e comfort. «In generale si opta di servirsi della fibra di carbonio in tutori e ortesi che vogliono migliorare la deambulazione del paziente. L'estrema leggerezza del materiale permette, infatti, di ridurre lo sforzo energetico richiesto alla persona per sollevare e muovere l'arto, il che si traduce in una maggiore facilità nel passo, che diventa più fluido e sicuro, grazie alla dinamicità che assiste la spinta in avanti del piede e un rischio ridotto d'inciampare. Queste caratteristiche diventano particolarmente utili quando l'utente finale soffre di debolezza muscolare».

Per riassumere, quindi, si preferisce utilizzare la fibra di carbonio quando si ha necessità di garantire leggerezza, dinamicità e comfort e quando il tutore deve offrire all'utente finale una stabilità duratura e di basso ingombro.

Per migliorare ulteriormente il risultato finale, in alcune situazioni la fibra di carbonio può essere associata ad altre fibre, che possono donarle maggior sicurezza e durata.

«Tra le fibre che si possono aggiungere alla fibra di carbonio nella realizzazione di un dispositivo ortopedico di arto inferiore ci sono, in primis, la fibra di vetro, utilizzata per ridurre la fragilità del composito, inserendo strati che assorbono meglio gli urti e prevengono la rottura catastrofica.

Parallelamente, si può utilizzare una fibra aramidica, come il



**DATE LE SUE
PROPRIETÀ E I
VANTAGGI OFFERTI
AL PASSO, LA FIBRA
DI CARBONIO È USATA
SOPRATTUTTO PER
REALIZZARE ORTESI
PER ARTO INFERIORE**

kevlar, per fornire massima resistenza all'impatto e all'abrasione in alcuni punti specifici del dispositivo, in modo da impedire la propagazione dei danni e assicurare che il tutore mantenga l'integrità anche sotto stress estremo. In sostanza, si creano compositi ibridi dove il carbonio offre la performance e le altre fibre ne garantiscono la resilienza e la sicurezza.

Da ultimo, può essere interessante affiancare alla fibra di carbonio anche alcune resine, previa accorta valutazione». Come noto, «l'uso delle resine nelle officine ortopediche serve a trasformare i tessuti flessibili di carbonio in strutture rigide e resistenti. La resina agisce come un collante strutturale, una matrice, che, penetrando tra le fibre, conferisce forma e solidità definitiva al dispositivo. Senza la resina il carbonio non potrebbe mantenere la forma anatomica del calco; le resine, inoltre trasmettono i carichi alle fibre di carbonio e le proteggono dall'usura. Le resine più utilizzate sono acriliche, perché asciugano velocemente e permettono una facile rifinitura. Se è necessario ottenere la massima resistenza meccanica del dispositivo, per pazienti molto attivi o sportivi, si può optare anche per resine epossidiche.

La lavorazione avviene quasi sempre sottovuoto: questo sistema garantisce che la resina impregni perfettamente il carbonio senza lasciare bolle d'aria, ottenendo così una protesi estremamente leggera ma capace di sopportare sollecitazioni elevatissime. Sta al tecnico

ortopedico scegliere, di volta in volta, la resina più funzionale in base alla tipologia di ortesi da realizzare». Vediamo ora un paio di esempi concreti.

La fibra di carbonio nei dispositivi per arto inferiore

Date le sue proprietà e i vantaggi che offre al passo, la fibra di carbonio viene utilizzata principalmente nella realizzazione di ortesi per arto inferiore.

Tra questi, certamente i tutori di gamba/caviglia (Afo) e i tutori di coscia/ginocchio/gamba e caviglia (Kafo).

«Un'ortesi Afo può essere necessario in presenza, per esempio, di un paziente con problemi di deambulazione e piede cadente.

Può essere un paziente con esito di ictus, oppure un bambino affetto da paralisi cerebrale infantile.

In ogni caso, in presenza di una debolezza della dorsiflessione, tipica del piede cadente, viene spesso prescritto l'uso di un'ortesi Afo che agisce come un muscolo artificiale: partendo da sotto al ginocchio, questo tutore concentra la propria azione sulla caviglia e sul piede, fornendo il supporto necessario per sollevare la punta durante la fase di oscillazione del passo.

Se realizzati in fibra di carbonio, le Afo possono essere leggeri e avere un effetto molla che neutralizza il rischio d'inciampare, migliorando significativamente l'efficienza e la sicurezza del cammino e riducendo la fatica complessiva».

Diversa è la funzione di un'ortesi Kafo che, con la sua estensione dalla coscia al piede, stabilizza e blocca il ginocchio attraverso appositi sistemi di blocco.

«Si tratta di un dispositivo utile in presenza di una debolezza muscolare che coinvolge anche l'articolazione del ginocchio, rendendola instabile.

In questa situazione, il ginocchio tende a cedere o a iperestendersi quando il paziente vi carica il peso, creando un grave rischio di caduta.

Mantenendo l'arto dritto e rigido durante la deambulazione, l'ortesi Kafo impedisce il cedimento e fornisce la stabilità strutturale che i muscoli del paziente non sono in grado di offrire, oltre a sostenere simultaneamente anche piede e caviglia.

Anche in questo caso, l'uso della fibra di carbonio rende il dispositivo più leggero e adeguato alle esigenze del paziente».

Oltre che nei tutori Afo e Kafo, la fibra di carbonio può essere utile nella realizzazione di mascherine protettive facciali, parastinchi e schinieri, necessari per un ritorno in sicurezza dello sportivo, o di un altro utente, alle proprie attività quotidiane dopo un infortunio.

Impiego in dispositivi di protezione ortopedica

«Nella mia esperienza la fibra di carbonio è un alleato prezioso anche nella realizzazione di dispositivi di protezione personalizzati in ambito ortopedico e sportivo, tra cui mascherine protettive facciali, parastinchi e schinieri.

Questa tecnologia sfrutta la

combinazione unica di rigidità estrema e leggerezza superiore del materiale, permettendo di creare gusci protettivi efficaci che non limitano il movimento.

Nello specifico, le mascherine facciali su misura in fibra di carbonio sono utilizzate per immobilizzare e proteggere aree specifiche del volto, come naso, zigomi e orbite, a seguito di fratture o interventi chirurgici. La loro funzione è cruciale per consentire all'individuo, specialmente agli atleti, di riprendere l'attività minimizzando il rischio di ulteriori traumi.

La realizzazione su misura, spesso rinforzata con kevlar e resine epossidiche, garantisce aderenza perfetta e massima sicurezza.

Per la gamba, si distinguono i parastinchi, dedicati all'uso sportivo, in particolare nel calcio e nel hockey, che difendono la tibia da contusioni, sfruttando la rigidità per distribuire la forza d'urto e preservare l'agilità dell'atleta.

Ci sono poi gli schinieri protettivi, che hanno un ruolo medico-riabilitativo più ampio: questi ultimi proteggono la gamba o un braccio da urti accidentali in fase postoperatoria o di recupero, assicurando stabilità e protezione costante anche per i non sportivi». Come visto, quindi, la fibra di carbonio trova un ampio ventaglio di applicazioni nella tecnica ortopedica, garantendo resistenza, flessibilità e leggerezza, sapientemente dosate a seconda delle esigenze del paziente.

OLTRE CHE PER TUTORI AFO E KAFO, LA FIBRA DI CARBONIO È UTILE PER MASCHERINE PROTETTIVE FACCIALI, PARASTINCHI E SCHINIERI, NECESSARI PER UN RITORNO IN SICUREZZA ALLO SPORT O ALLE ATTIVITÀ QUOTIDIANE DOPO UN INFORTUNIO