

ESAME DI STATO A.S. 2020/21

Le applicazioni della fibra di carbonio in campo dentale e le fasi lavorative per la realizzazione di una Toronto Bridge

Odt. Vincenzo Musti

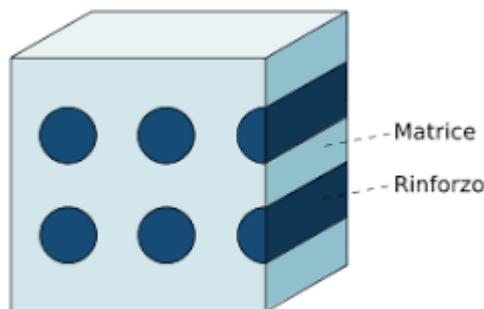
INTRODUZIONE

COSA SONO I MATERIALI COMPOSITI

In scienza dei materiali, un materiale composito è un materiale eterogeneo, cioè costituito da due o più fasi con proprietà fisiche differenti, le cui proprietà sono molto migliori di quelle delle fasi che lo costituiscono.

(Si definisce fase una porzione di un sistema termodinamico che presenta stato fisico e composizione chimica uniformi).

[https://it.wikipedia.org/wiki/Fase_\(chimica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Fase_(chimica))



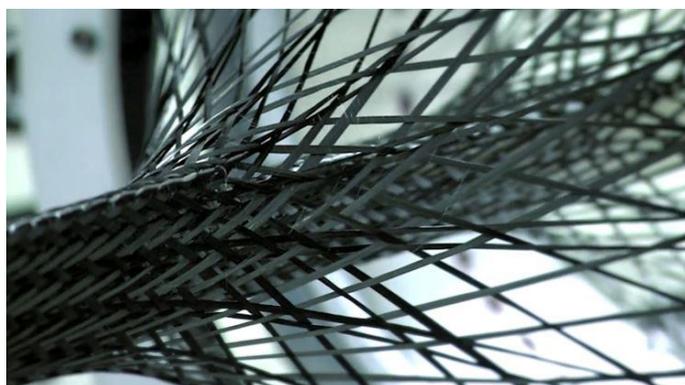
I vantaggi dei materiali compositi

I principali vantaggi dell'utilizzo dei compositi, in particolare di quelli rinforzati in carbonio, sono costituiti da massima leggerezza, elevata rigidità, resistenza a trazione e compressione. Si ritiene indispensabile utilizzare in certe applicazioni i materiali compositi in quanto a differenza degli altri materiali non arrugginiscono mai e durano nel tempo.

La fibra di carbonio è prevalentemente utilizzata per rinforzare i materiali compositi, in particolar modo i polimeri plastici.

Un altro utilizzo sfrutta il conferimento di un certo valore estetico a vari prodotti di consumo. Sfruttandone le caratteristiche di resistenza e leggerezza del peso, la fibra di carbonio viene utilizzata per la produzione delle casse degli orologi e del quadrante.

Il carbonio-carbonio (RCC, Reinforced Carbon-Carbon) consiste in un rinforzo di fibra di carbonio in una matrice di grafite e viene utilizzato in applicazioni che richiedono l'esposizione a temperature elevate, come nel caso degli scudi termici dei veicoli spaziali o dei freni delle auto di Formula 1. La fibra di carbonio è utilizzata anche nei recipienti per gas compressi, inclusi quelli per l'aria compressa.



APPLICAZIONI DELLA FIBRA DI CARBONIO

Oggi **in edilizia** le fibre di carbonio e fibre di vetro, vengono utilizzate regolarmente per il restauro strutturale di edifici storici, archi, volte, pilastri, strutture in cemento armato, utilizzati per l'adeguamento strutturale dei ponti stradali e viadotti esistenti, rappresentando una valida alternativa agli interventi di recupero tradizionali che di solito prevedono lunghe opere di demolizione e ricostruzione con disagi per gli automobilisti, costi elevati, ingenti quantità di scarti di lavorazione e inquinamento acustico ed ambientale.



Nello sport Formula uno, nel Campionato Mondiale di vela, nell'industria Aerospaziale, nel ciclismo, con parti interamente costruite in fibra di carbonio
Viene utilizzata anche nelle soles di alcune scarpe da calcio per renderle più flessibili e leggere.



In aeronautica come l'aereo in fibra di carbonio "Solar Impulse 2"



Costruzioni navali come quella dell'AC75 Luna Rossa 2019 oppure come il super yacht Khalilah di 49 metri e 500 tonnellate costruito nel 2015 nel cantiere americano Palmer-Johnsone dal costruttore di auto francese Bugatti .

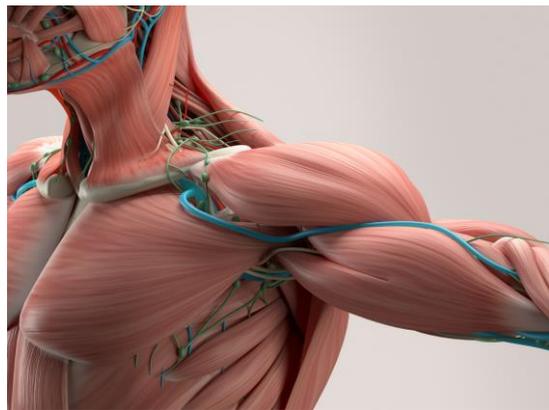


In **biomedica** dopo i muscoli artificiali a matrice polimerica, dal Dipartimento di scienze meccaniche ed ingegneria (MechSE) dell'Università dell'Illinois arrivano i nuovi muscoli ancora più forti e resistenti grazie alle fibre di carbonio.

Queste, unite ad una gomma polimerica, il polidimetilsilossano (PDMS), e avvolte in una struttura a spirale, formano strutture che possono sollevare fino a 12600 volte il proprio peso.

Arti in fibra di carbonio e titanio come la mano bionica (CTO di Torino) "I-Digitis", una protesi multiarticolata di ultima generazione, che consente di compiere movimenti elaborati.

Due sottili gambe in fibra di carbonio ideate espressamente per la corsa, protesi, create su misura per l'atleta sudafricano Pistorius divenuto famoso dopo aver battuto i record dei 100, 200 e 400 metri nella categoria degli atleti con handicap fisici.



FIBRA DI CARBONIO: SPECIFICHE TECNICHE

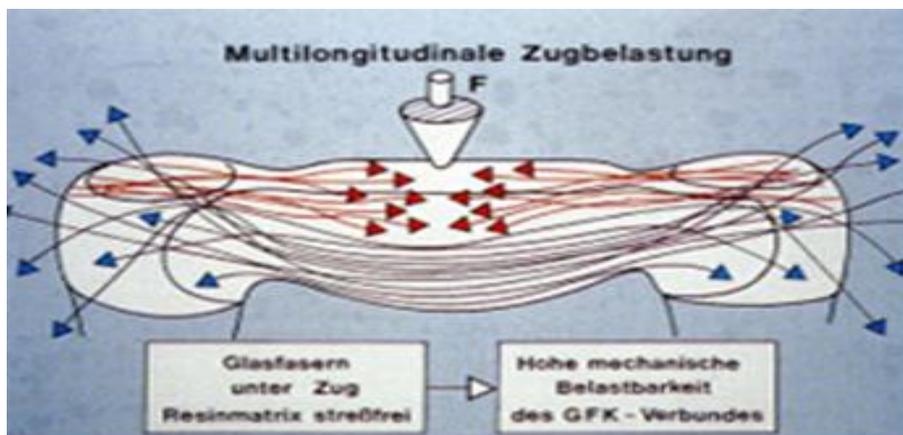
E' un tessuto costituito da filamenti di carbonio intrecciati, filiformi, molto sottili detti **compositi, in quanto le fibre sono "composte" ovvero unite assieme ad una matrice, in genere di resina** la cui funzione è quella di tenere in "posa" le fibre resistenti (affinché mantengano la corretta orientazione nell'assorbire gli sforzi), di proteggere le fibre ed inoltre di mantenere la forma del manufatto composito.

Per la realizzazione di strutture in composito le fibre di carbonio vengono dapprima intrecciate insieme a organizzare veri e propri panni in tessuto di carbonio e poi, una volta messi in posa, vengono immersi nella matrice.



Tra le sue caratteristiche spiccano l'elevata resistenza meccanica, la bassa densità, la capacità di isolamento termico, resistenza a variazioni di temperatura e all'effetto di agenti chimici, buone proprietà ignifughe.

Di contro il materiale risulta non omogeneo e presenta spesso **una spiccata anisotropia**, ovvero le sue caratteristiche meccaniche hanno una direzione privilegiata.

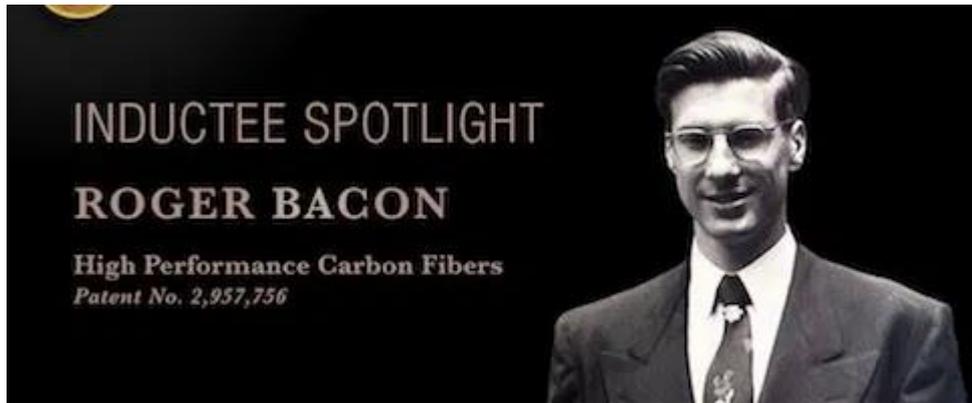


La prima fibra di carbonio ad alte prestazioni fu creata dal Dr. Roger Bacon, fisico e scienziato dei materiali presso il Parma Technical Center, Ohio, nel 1958.

Il materiale creato da Bacon consisteva principalmente in sottili filamenti di grafite disposti in fogli o in rotoli; i fogli si estendevano in modo continuo sull'intera lunghezza del filamento di grafite.

Dopo avere sviluppato la fibra di carbonio, Bacon stimò il costo della produzione di fibre ad alta prestazione a "10 milioni di dollari per libbra".

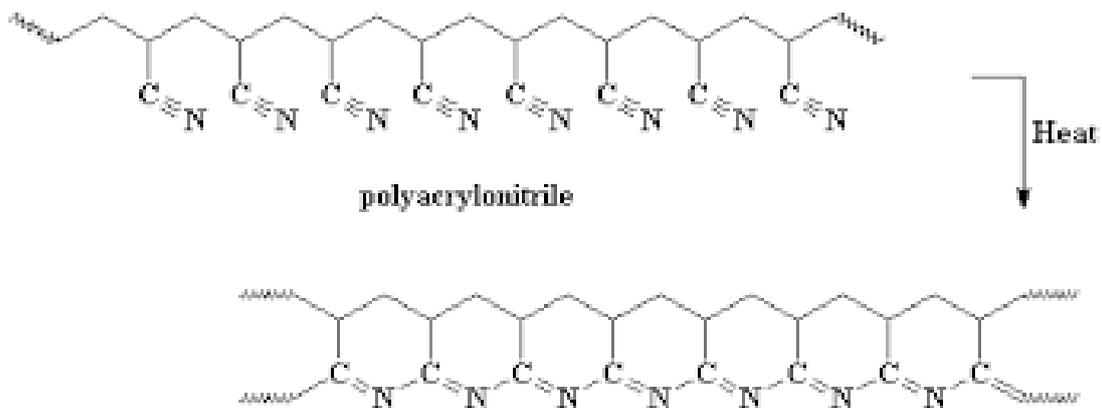
Il materiale creato da Bacon rappresentò una scoperta di notevole rilievo a quell'epoca, e gli scienziati e gli industriali furono determinati nel trovare una metodica produttiva efficiente e meno costosa.



Il 14 gennaio 1969 la Carr Reinforcements produsse il primo tessuto in fibra di carbonio esistente al mondo.

Un metodo comune per ottenere i filamenti di carbonio consiste nell'ossidazione e pirolisi termica del **poliacrilonitrile (PAN)**, un polimero a base di acrilonitrile utilizzato anche per la produzione di materie plastiche.

Il PAN viene riscaldato approssimativamente alla temperatura di 300 °C in presenza di aria, con il risultato di ottenere l'ossidazione e la rottura di molti legami idrogeno instauratisi tra le lunghe catene polimeriche.



Il prodotto dell'ossidazione viene quindi posto in una fornace e riscaldato a circa 2000 °C in atmosfera di gas inerte, come quella di argon, ottenendosi in tal modo un cambiamento radicale della struttura molecolare con formazione di grafite.

Effettuando il processo di riscaldamento nelle corrette condizioni richieste, si ha la condensazione delle catene polimeriche con produzione di ristretti fogli di grafene che infine si fondono generando un singolo filamento.

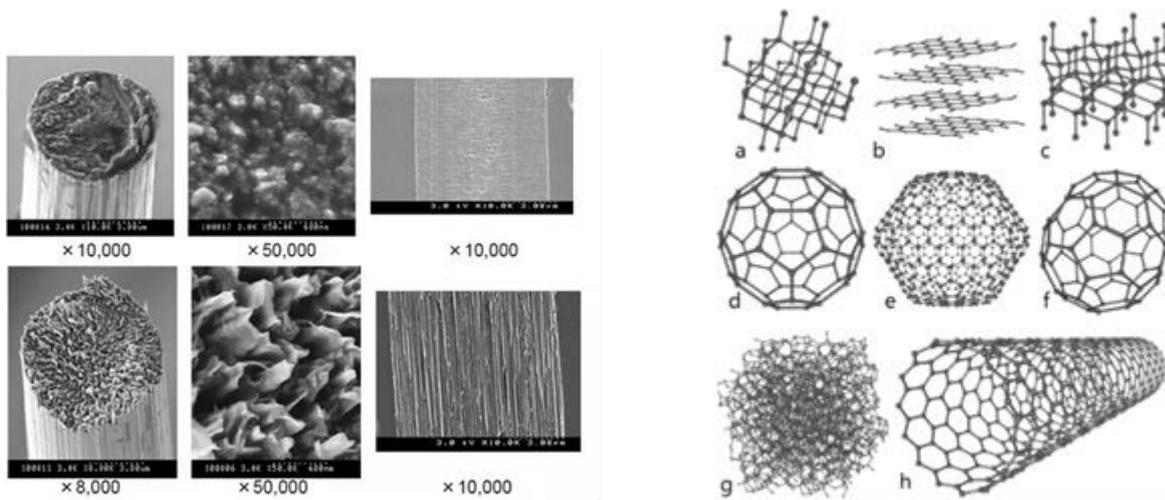
Il risultato finale consiste solitamente nell'ottenimento di un materiale con contenuto in carbonio variabile tra il 93-95%. Fibre di qualità inferiore possono essere prodotte utilizzando pece o rayon quali precursori in sostituzione del PAN.

Le proprietà meccaniche della fibra di carbonio possono essere ulteriormente migliorate sfruttando opportuni trattamenti termici.

Riscaldando nell'intervallo di 1500-2000 °C (carbonizzazione) si ottiene un materiale con il più alto carico di rottura (5650 MPa), mentre la fibra di carbonio riscaldata a 2500-3000 °C (grafitizzazione) mostra un modulo di elasticità superiore (531 GPa).

Le fibre di carbonio hanno proprietà molto simili all'asbesto (dal greco asbestos = indistruttibile o inestinguibile- amianto)

Ogni intreccio di filamenti di carbonio costituisce un insieme formato dall'unione di molte migliaia di filamenti. Un singolo tale filamento ha sottile forma cilindrica del diametro di 5-8 µm e consiste quasi esclusivamente di carbonio.



La struttura atomica della fibra di carbonio è simile a quella della grafite, consistendo in aggregati di atomi di carbonio a struttura planare (fogli di grafene) disposti secondo simmetria esagonale regolare.

La differenza consiste nel modo in cui questi fogli sono interconnessi.

La grafite è un materiale cristallino in cui i fogli sono disposti parallelamente l'uno rispetto all'altro formando una struttura regolare.

I legami chimici che si instaurano tra i fogli sono relativamente deboli, conferendo alla grafite la sua caratteristica delicatezza e fragilità.

In funzione della materia prima utilizzata per produrre la fibra, la fibra di carbonio può essere turbostratica o grafitica, ovvero possedere una struttura ibrida in cui sono presenti sia parti turbostratiche che grafitiche.

Nella fibra di carbonio turbostratica, ovvero con struttura cristallina formata da piani ciascuno deviato lateralmente rispetto all'altro, i fogli di atomi di carbonio sono uniti in modo casuale o ripiegati insieme.

Le fibre di carbonio ottenute dal PAN sono turbostratiche, mentre le fibre di carbonio derivate dalla mesofase pece sono grafitiche dopo riscaldamento a temperature superiori a 2200 °C.

Le fibre di carbonio turbostratiche tendono ad avere maggior carico di rottura, mentre le fibre derivate dalla mesofase pece sottoposte a trattamento termico possiedono elevata elasticità (modulo di Young) ed elevata conducibilità termica.

In relazione al loro modulo di elasticità, esistono differenti categorie di fibre di carbonio: con modulo basso (fino a 200 GPa), modulo standard (200-250 GPa), modulo intermedio (250-325 GPa) e modulo elevato (>325 GPa).

Settore	Applicazione
Edile	Condotte sotterranee, elementi di rinforzo per il recupero, recinzioni
Aeronautico	Parti di ali, code, fusoliere, pannelli interni, pale di elicotteri
Automobilistico	Parti di carrozzeria, spoilers, cabine per camion, pannelli portastrumenti, telai moto, caschi
Nautico	Scafi, vele, ponti, profili strutturali, alberi, cordame
Medico	Protesi
Sportivo	Canne da pesca, mazze da golf, biciclette, sci, canoe, racchette da tennis
Accessori	Gioielli, arredamenti, opere d'arte, strumenti musicali, strumenti tecnologici

UTILIZZO IN ODONTOIATRIA

Le fibre più usate in odontoiatria sono:

- La fibra di vetro ceramica
- La fibra di carbonio
- La fibra di quarzo
- Le fibre aramidiche (kevlar)

L'avvento nel mercato del dentale della fibra di carbonio è datato 2012 (anche se da tempo gli odontoiatri utilizzavano perni endodontici prefabbricati in carbonio).

Portata in odontotecnica da un'idea di **Paolo Pagliari**, **Aldo Porotti** in collaborazione con **Prof. Paolo Pera** del dipartimento di odontoiatria dell'Università di Genova, per lavori «Full Arch» a carico immediato quali Toronto e Columbus Bridge, la fibra di carbonio per la sua poliedricità trovò subito applicazioni in numerose tecniche di laboratorio.



Un gruppo di studio per applicazioni e tecnica della fibra di carbonio portò due odontotecnici di Barletta Musti -Nanula, a creare il primo parascheletro in “carbon-fiber” per protesi totale, a cui seguirono altre applicazioni come scheletrati , espansori palatali tipo Haas, rinforzi per mouthguard per sport da contatto.



Per le sue caratteristiche di elevatissima resistenza e di leggerezza rappresentò una nuova era nell'applicazione protesica.

La creazione di strutture protesiche precise, senza retrazioni o espansioni, resistenti e leggere e che potessero essere realizzate in tempi brevi in qualsiasi laboratorio odontotecnico senza l'ausilio di macchinari spaziali, software intelligenti, e organizzazioni esterne era un aspetto di cui molti sentivano la mancanza.

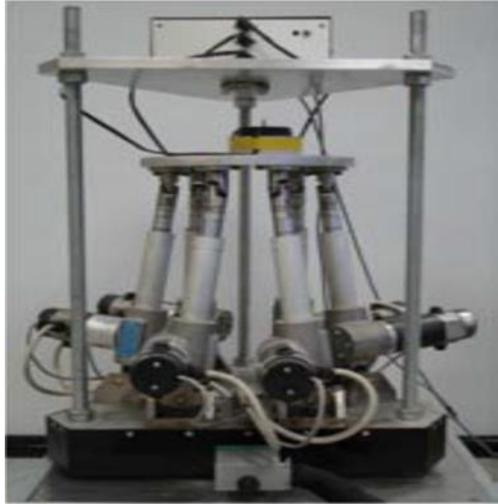
CARATTERISTICHE

La fibra impiegata in odontotecnica è realizzata appositamente da un'azienda specializzata in lavorazioni aeronautiche;

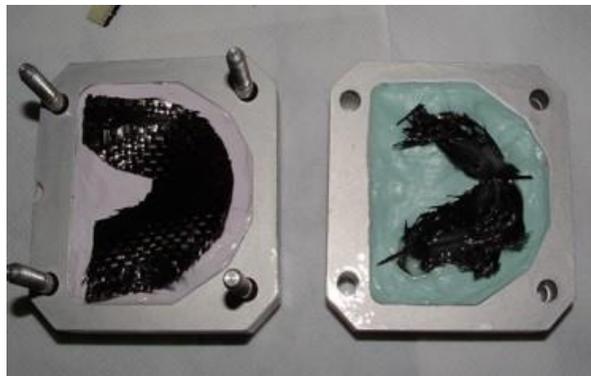
è di tipo multi direzionale, in modo da poter scaricare le forze che si producono sia di compressione che di flessione senza problemi quali che siano le direzioni vettoriali.

La resistenza alla flessione della fibra supera i 250 GPa, un valore enorme rapportato alle forze presenti nel cavo orale che difficilmente superano i 70/80 Kg.

Rispetto ai materiali tradizionali offre anche una capacità di shock absorption che (60 % del carico masticatorio)che è molto importante in implantoprotesi.

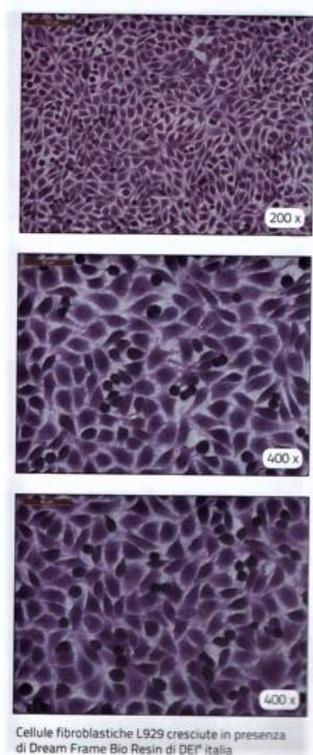


L'anisotropia della fibra viene aggirata con la tecnica dello stampaggio in muffola, specie quando si tratta di sottostrutture per lavori definitivi Full-Arch con tessuto ad alto modulo UHM. Per lavori di parascheletri o rinforzi è possibile utilizzare la tecnica sottovuoto senza muffola con tessuto fibra MAT (Ruthinum Fibra)



La Fibra è classificata come dispositivo medico in Classe II a (destinati ad una permanenza di lunga durata nel cavo orale), è completamente biocompatibile e non è citotossico.

Valutazioni di citotossicità eseguite presso Nobil Bio Ricerche dalla D.ssa Clara Cassinelli e Dr.Marco Morra nel 2013 indicano la totale assenza di fenomeni di citotossicità a livello delle cellule L929 cresciute a contatto con la fibra di carbonio Dream Frame (Dei Italia)

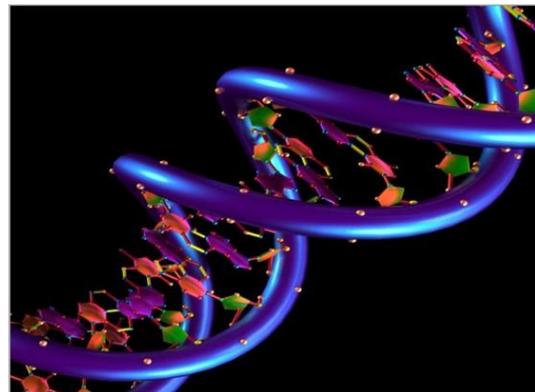


Questi materiali assolutamente **BIOCOMPATIBILI** danno al clinico la garanzia di assenza di effetto collaterali e di essere gnatologicamente accettati dall'apparato stomatognatico. Biocompatibilità, intesa come capacità di un materiale di non suscitare reazioni dannose nell'organismo ospite in cui viene utilizzato, divenendo un requisito fondamentale per la realizzazione di un **BIOMATERIALE**

Biocompatibilità

Un materiale si definisce biocompatibile se una volta impiantato agisce precisamente come previsto e richiesto, per un tempo prevedibile ed ottimale, senza effetti collaterali

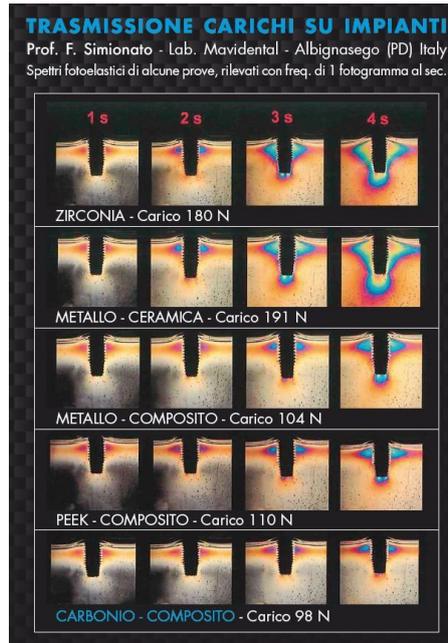
**FACILE DA DIRSI
MA NON DA FARSI**



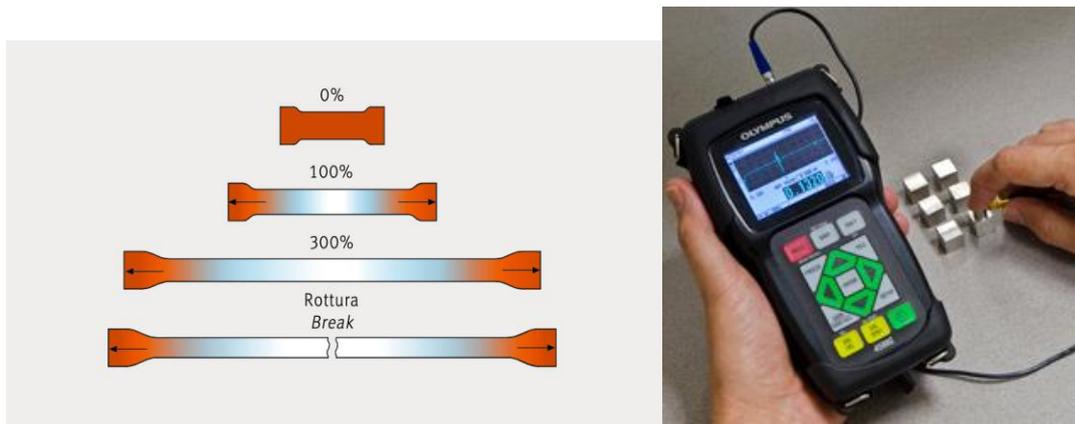
Stabilità dimensionale nel tempo: privo di retrazioni e distorsioni grazie alla passività assoluta, permette di ottenere risultati ottimali a lungo termine.

La sua altissima precisione permette di evitare una post cementazione per passivare la struttura. Naturalmente sarà necessario partire da un'impronta in gesso o con bloccaggio dei transfert per garantire un'impronta precisa.

Se vengono comparate le proprietà meccaniche con altri materiali possiamo notare come la resistenza al carico della fibra di carbonio è di 500 Mpa a differenza di un oro-resina Au 40% che raggiunge i 520 Mpa o di Peek (fibra carbonio e fibra di vetro) che ha solo 12 Mpa.



Il modulo di elasticità è più simile a quello di un oro-resina al 51% 66.000 contro i 69.000 superando di molto quello del Peek rinforzato che ha appena 4.000 Mpa



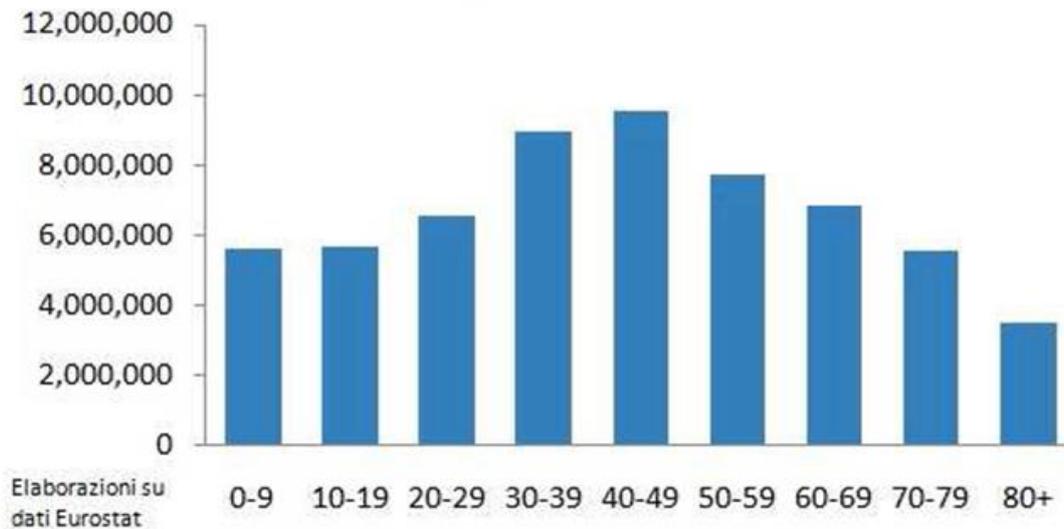
TORONTO BRIDGE - COLUMBUS BRIDGE

Con l'avanzare dell'età il nostro corpo è costretto ad affrontare problematiche e acciacchi di vario tipo.

La percentuale di popolazione, in età avanzata, nei paesi sviluppati aumenta ogni anno, e così anche la percentuale di pazienti edentuli e parzialmente edentuli.

L'O.M.S. considera in crescita le persone affette da edentulismo parziale e oltre il 40% con edentulismo totale.

Popolazione residente in Italia nel 2010, per eta'



La durata media della vita nei paesi industrializzati è aumentata, arrivando a circa 75 anni per gli uomini e 80 anni per le donne e nei prossimi anni la popolazione costituita da anziani è destinata ad aumentare in modo considerevole.

I gerontologi tedeschi, hanno diviso le tipologie di pazienti anziani in tre categorie:

1. Anziani giovani (65-70 anni)
2. Anziani medi (75-84 anni)
3. Anziani vecchi (85 anni ed oltre)

La sempre più crescente richiesta del paziente anziano è quella di avere denti fissi e con un basso impatto economico.

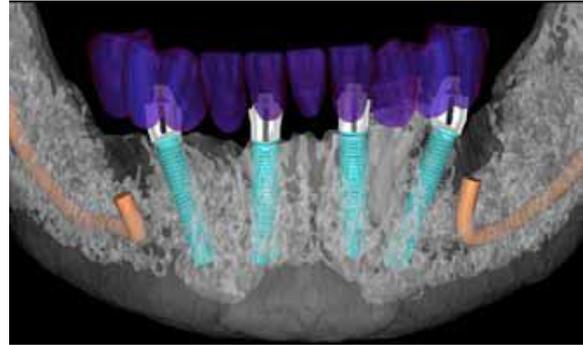
In passato ma ancor oggi in alcune categorie sociali è così, l'opzione più battuta è quella della dentiera a supporto mucoso, soluzione più praticata, sia per la masticazione sia per fini estetici. Il punto debole però è insito nella loro mobilità: nell'atto di masticare, ridere o con il semplice parlare, la dentiera tende molte volte a spostarsi fastidiosamente, specialmente nell' arcata inferiore.

A differenza della protesi superiore, assicurata con un effetto ventosa al palato, quella inferiore a volte richiede l'utilizzo della pasta adesiva.

Inoltre l'utilizzo delle protesi mobili comporta un progressivo riassorbimento osseo con annesso indebolimento delle mucose.

Oggi, grazie all'avanzamento delle tecniche odontoiatriche, gli impianti fissi rappresentano un'alternativa ben più valida.

Tra le tipologie di protesi per riabilitazioni totali più applicate, spiccano la **Toronto Bridge e la Columbus Bridge (All on four)**



Queste non comportano alcun rischio di movimento durante la masticazione, grazie agli impianti, e visivamente sono molto più appaganti, vista la qualità e varietà dei materiali che si possono utilizzare.

Netta la differenza di costo tra le due soluzioni, con la Toronto bridge più cara della All on four per il maggior numero di impianti.

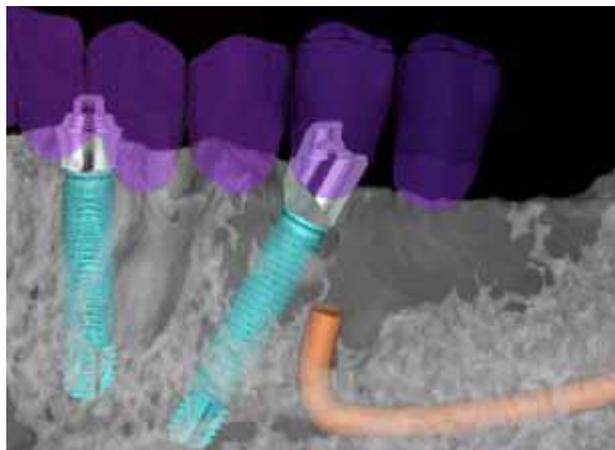
Essenzialmente Toronto bridge e All on four tecnicamente non si presentano molto distanti.

Entrambe infatti sono protesi fisse totali su impianti, facenti parte della categoria del ponte circolare (poiché vanno a sostituire l'intera arcata dentale).

Proprio il concetto di "ponte" è quello alla base della Toronto bridge (bridge significa proprio ponte in inglese), che prende il nome dalla città dove è stata presentata per la prima volta questa metodica, in occasione del convegno odontoiatrico mondiale del 1982.

La All on four deve, invece, il proprio nome al numero di impianti su cui sono fissate le protesi, ossia quattro.

Le differenze sono nella tipologia e nella disposizione degli impianti.



La Toronto Bridge ne utilizza di più corti e in maggior numero.

L'obiettivo che si propone è quello di fissare le protesi con maggior stabilità in modo da evitare danni come le fratture, specie quando si tratta di denti in ceramica.

Un numero maggiore di impianti, inoltre, garantisce una maggiore sicurezza in caso si presentino, col tempo, problemi di varia natura.

Sarebbe possibile intervenire sul singolo impianto senza coinvolgere gli altri.

Ovviamente esistono anche dei contro.

Il peso economico della Toronto bridge è sicuramente più elevato, proprio a causa del numero di impianti e della tendenza a sfruttare maggiormente la ceramica per le protesi.

Inoltre a volte si presenta la necessità di eseguire ricostruzioni ossee per trovare zone migliori dove infilare gli impianti a sostegno dell'intera protesi.

La All on Four o la tecnica riabilitativa implantoprotesica a carico immediato funzionale delle arcate edentule entro 24/48 ore denominata "Columbus Bridge" consente di inserire impianti lunghi (18-20 mm) in osso residuo evitando innesti ossei in pazienti con creste atrofiche.

L'inclinazione degli impianti permette di realizzare un ideale poligono d'appoggio che ottimizza il supporto protesico. con un protocollo chirurgico, protesico e di laboratorio codificato.

(Columbus bridge team- Prof Paolo Pera - Università di Genova)

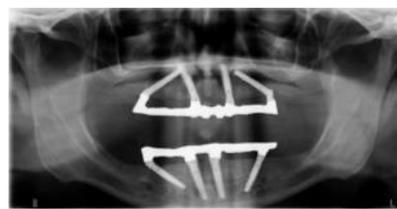


La correzione dell'inclinazione degli impianti si effettua con i pilastri Low Profile di 17° e 30° in grado di ripristinare il parallelismo dato che gli ultimi impianti sono in posizione inclinata.

Lo scopo è quello di assecondare la morfologia della zona in cui la protesi verrà installata, evitando così ricostruzioni ossee.

L'utilizzo di questo protocollo consente di evitare innesti ossei, ridurre il numero di impianti, le sedute operatorie e, di conseguenza, estendere le indicazioni riabilitative a una più ampia fascia di popolazione

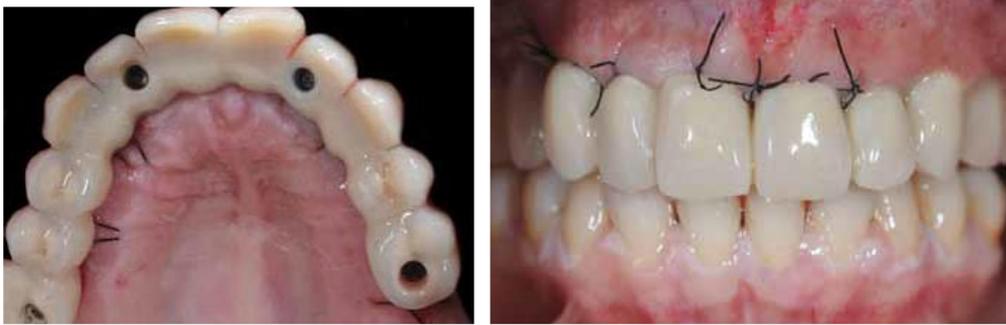
La protesi immediata viene realizzata di seguito, secondo la metodica ColumbusBridge Protocol



Per questo motivo tendenzialmente le All on Four vengono realizzate in resina, per rendere le protesi meno costose. Gli svantaggi, purtroppo, sono legati proprio al posizionamento inclinato.

A livello meccanico, gli impianti obliqui della All on four, rischiano di sostenere in modo inadeguato l'armatura interna della protesi, specialmente nei casi in cui siano stati inseriti all'altezza del penultimo o terzultimo dente.

I denti posteriori non troverebbero il giusto sostegno nei "pilastri" sottostanti, rimanendo come sospesi.



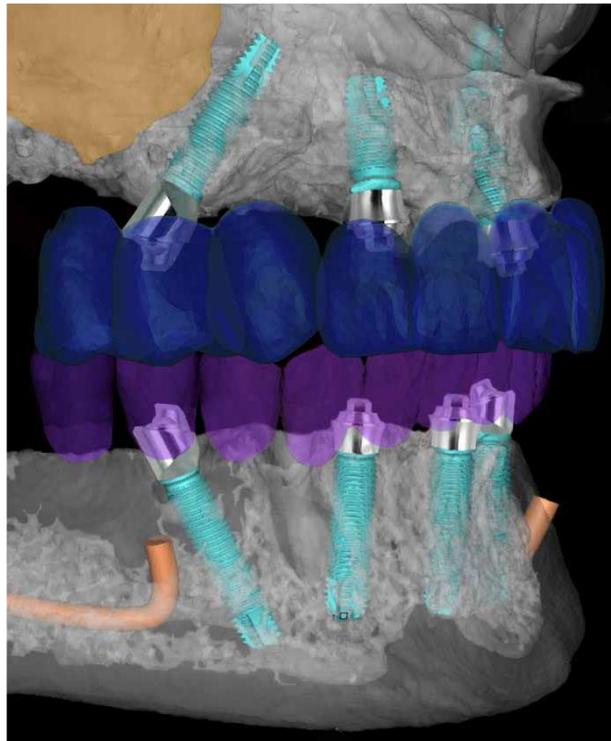
Le conseguenze più pericolose sono la rottura delle protesi o il sovraccarico degli impianti (altro motivo per cui la resina è preferita alla ceramica).

Un aspetto da non sottovalutare visto che, a differenza della variante Toronto, un impianto All on Four in caso di problemi interni andrebbe sostituito in toto.

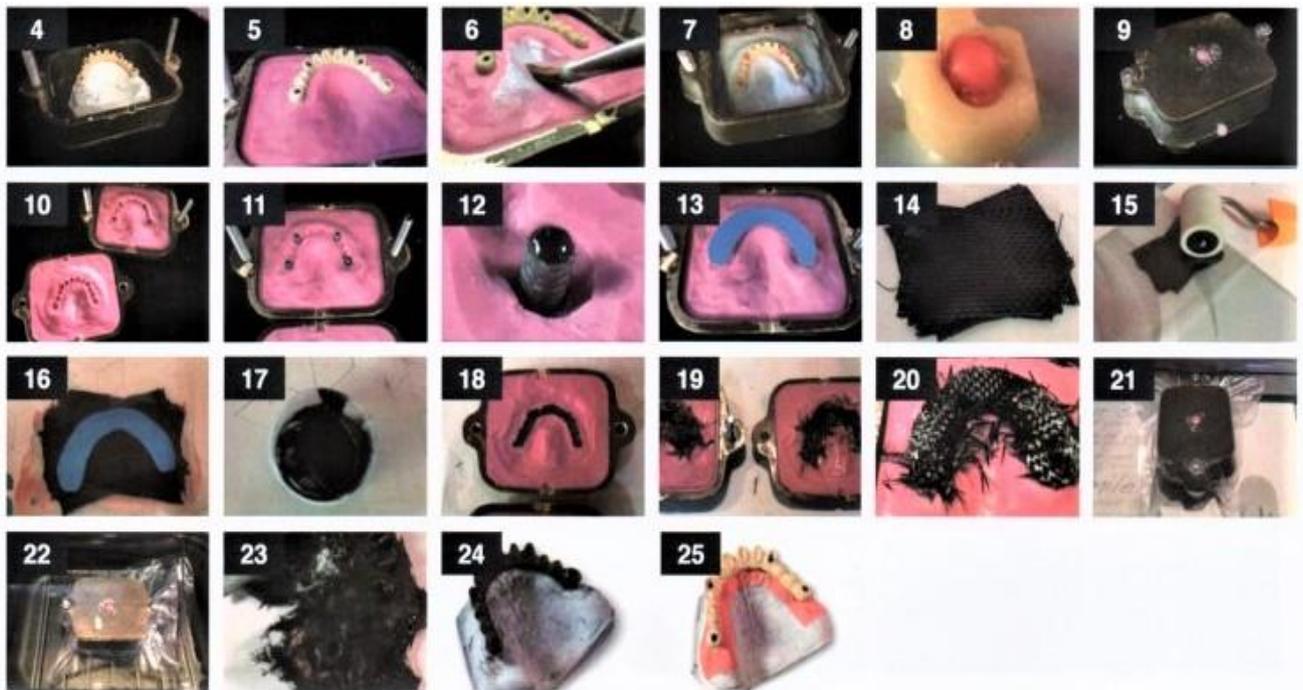
Al di là delle differenze strutturali sia la Toronto bridge che la All on Four sono considerate dentiere fisse generalmente avvitate ,di qualità elevata.

Molto frequenti sono anche le installazioni miste tra le due tecniche.

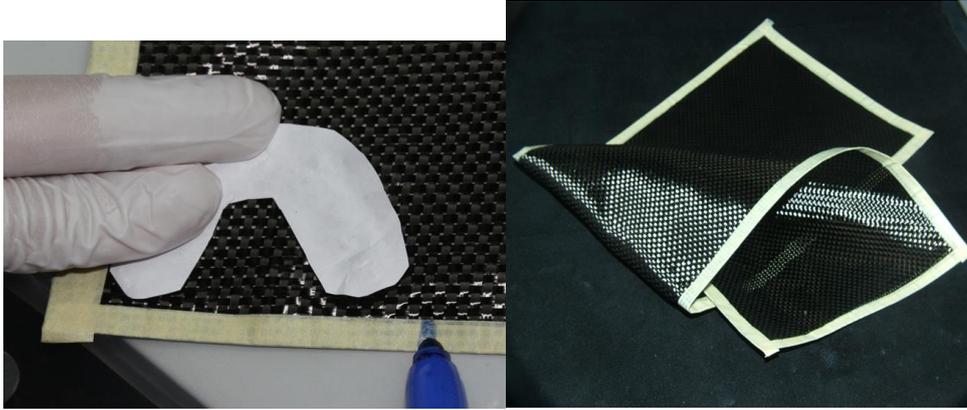
La All on four è spesso impiantata nella mandibola, osso molto resistente, mentre la Toronto bridge nel mascellare superiore, dove il tessuto più spugnoso richiede una stabilità maggiore.



PROTOCOLLO DI LABORATORIO SOTTOSTRUTTURA IN CARBON FIBER



1. Ottenuto il modello master modellare la sottostruttura da trasformare . Spessore minimo alle torrette 1,5 mm, spessore della barra 5x7 mm, il cantilever massimo di un elemento
2. Dopo aver isolato la muffola con apposito lubrificante , il modello viene inglobato nella parte inferiore della stessa con del silicone di durezza 90 shore (foto 4-5)
3. Come per la tecnica di stampaggio in muffola delle resine per basi di protesi, lo stampo viene isolato apponendo della cera spaziatrice che funga anche da sfogo per il materiale in eccesso. (foto 6-7)
4. Realizzare dei punti di repere in cera sulla testa delle torrette per identificare l'ingresso delle viti a stampa ultimata. (Foto 8)
5. Controstampo in silicone 90 shore (Foto 9)
6. Aprire la muffola e liberare le torrette
Sabbigare la componentistica con biossido di alluminio 110/130 micron e riavvitare sul modello master. Isolare i fori delle torrette con cotone impregnato con dell'isolante siliconico. (Foto 10 -11-12)
7. Realizzare una dima di carta poco più grande della sottostruttura da realizzare. (Foto 13)



8. Miscelare 9 ml di resina base con 3 ml di catalizzatore. Il rapporto di miscelazione sarà sempre di 3:1

Impregnare tutto il foglio di tessuto di fibra alto modulo (HUM) con la resina.

Distribuire la resina con la spatola, assicurandosi che il tessuto sia completamente impregnato, togliendo l'eventuale materiale in eccesso.

Tagliare con una forbice i bordi esterni delimitati da nastro adesivo di carta.

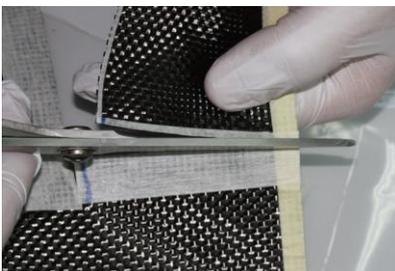
Essendo impregnato il tessuto non si sfilaccia.



9. Dal foglio impregnato ritagliare dei rettangoli grandi dalle dimensioni sufficienti a contenere la dima.

Sovrapporre i rettangoli ritagliati (minimo 13) cambiando di 10/15 gradi la direzione delle fibre tra ogni foglio.

Con un rullo comprimere i rettangoli sovrapposti per togliere l'aria fra i vari strati (laminazione) (Foto 14-15)



10. Porre la dima di carta sui fogli di laminazione e ritagliarli seguendo il bordo della stessa dima. (Foto 16)
11. Con gli avanzi di filamenti ritagliati e della polvere di vecchie rifiniture creare un miscuglio con della resina residua al fine di imbottire le torrette con un pennello e inserirli nel controstampo della muffola per migliorare la riproduzione dei dettagli.
(Foto 17-18-19)
12. Posizionare il tessuto laminato sulle torrette, creando dei fori in corrispondenza delle stesse facendolo calzare (Foto 20)
13. Chiudere la muffola e metterla in un forno dedicato che raggiunge la temperatura di 80° mantenendola per 120'.
14. Dopo il ciclo di cottura viene lasciato raffreddare a temperatura ambiente. Di seguito rifinire
15. Sabbiare con biossido di alluminio 110/130 micron. Spazzolare il manufatto con alcool etilico. Non vaporizzare.
16. Applicare uno strato di primer e attendere l'assorbimento dalla sottostruttura. Applicare un secondo strato soffiando aria in modo leggero per togliere l'eccedenza: A questo punto fotopolimerizzare e di seguito opacizzare rispettando le istruzioni della casa produttrice.
(Foto 24-25)

La struttura così trattata può ricevere l'applicazione del materiale estetico che può essere stampato in composito monolitico sostituendo la parte superiore della muffola con il controstampo trasparente precedentemente realizzato sulla modellazione ; stratificato in composito FRC; può essere resinato a freddo o a caldo utilizzando denti in resina con le mascherine eventualmente prodotte in fase di modellazione.

La sottostruttura in fibra di carbonio così realizzata assicura leggerezza e rigidità superiore tale da soddisfare le più elevate esigenze di prestazioni richieste dalla moderna implantologia a carico immediato.

Inoltre la fibra di carbonio ridurrà notevolmente i carichi masticatori (shock absorption) preservando l'integrazione degli impianti.

Riepilogando schematicamente le caratteristiche di una sottostruttura in carbon fiber:

- Tecnologicamente avanzata
- Massima resistenza
- Massima biocompatibilità
- Velocità di esecuzione
- Leggerezza (3 g per un'arcata)
- capacità di shock absorption
- Massimo comfort per il paziente

CONCLUSIONI

In questi ultimi anni, lo sviluppo delle tecniche e dei materiali e la continua richiesta dei clinici e dei pazienti di soluzioni alternative e più economiche, hanno determinato la nascita di una nuova branca dell'odontoiatria: La protesi METAL FREE

Parallelamente allo sviluppo delle tecniche cad –cam con zirconio e dei disilicati di litio, il miglioramento del comportamento meccanico ed estetico dei compositi rinforzati con fibre di vetroceramica, e con sottostrutture in **carbon fiber** ha aperto nuovi orizzonti per la possibilità di riabilitare a costi contenuti, senza sottrarre nulla alla qualità e ridare il sorriso a quei pazienti che per motivi economici i per situazioni cliniche specifiche non potrebbero accedere a dispositivi complessi ed molto più invasivi.



[Sottostruttura rigida in UHM e Toronto Bridge realizzata con Acry Cette]

Bibliografia

- I grandi temi della medicina “La bocca e i denti” 1^a edizione pag.66-68 – Fabbri Editori - 1978
- Articolo n°95 per la Rubrica “Il Dentista” de La Città bazar n°3 Anno XIII (dal 23 gennaio al 5 febbraio 1999) - Dott. Ettore Gaudiosi Odontoiatra
- Odontoiatria domande e risposte - editrice ICA, Dr. Giovanni Veronese - Dr. Samuele Valerio - Domande in protesi fissa (1989) - Cap 23 pag. 355
- Morgano S. M. et al - J Prosthet Dent 1999; 82: 643-57
- Matthias Kern, Helmut Knode- perni moncone realizzati con In-ceram, Quintessenza odontotecnica 4/1992
- Prof. S. Catapano, Pazienti sempre più anziani , in compendio Renfert-Sympro, 2012
- Dr.ssa R. Ferraroni, igiene orale nei pazienti anziani, in compendio Renfert-Sympro, 2012
- E. Conserva, P. Pagliari, A. Gamalero, A. Caputo, P. Pera, Analisi comparativa di caratteristiche di superficie e citotossicità dei compositi per metal free, Quintessenza internazionale, XXII , n. 5, settembre-ottobre 2006
- G. Rinaudo e L. Perottino, Un materiale alternativo per alcuni casi protesici, Il nuovo Laboratorio Odontotecnico ,n. 6 ,Giugno 1996
- G. Rappelli, E. Coccia, M Procaccini , Protesi in composito: moderne soluzioni riabilitative, in Protech, 1/2008
- Wolfgang Kohler, Aspetti tecnico-applicativi di un sistema di materiali alternativi, in Schweizer Fachzeitschrift fur die Zahntechnik,sonderdruck dental spectrum , I, 1/1996
- Protocollo laboratorio sistematica Dream Frame-Dei Italia
- Protocollo laboratorio sistematica Ruthinium Fibra
- Paolo Pagliari, Alta tecnologia artigianale: la fibra di carbonio in “Il nuovo laboratorio Odontotecnico” 1/2014 Edizioni ANTLO
- Protocollo Biomax, Columbus Bridge-carico immediato, biomeccanicamente guidato
- Le fibre di carbonio in edilizia - Ufficio stampa Università di Pisa (15/11/2017)
- Kevlar - Wikipedia, Wikimedia Foundation, 3luglio 2018
- Johnson, Todd. "Come è fatta la fibra di carbonio?" ThoughtCo, ThoughtCo.
- Kevlar-3D-balls'By Ben Mills e Jynto (Public Domain) via Commons Wikimedia
- La fibra di carbonio è veramente un sostituto affidabile del metallo?- Paolo Pagliari - Infodent 8-9/2015
- La fibra di carbonio Dream Frame -Paolo Pagliari - Dental Tribune gennaio 2014
- La fibra di carbonio tra passato presente e futuro - Vincenzo Musti -Odontotecnica Bardulos.it
- Ricostruzioni mini invasive metal free: Richmond - Carbon Fiber MCM -Vincenzo Musti - Odontotecnica bardulos.it
- Protesi dentaria rotta? Carbon Fiber la soluzione ,Vincenzo Musti- Odontotecnica Bardulos.it