

Dalle fibre lunghe alle nanofibre: evoluzione dell'uso delle fibre in odontoiatria

Intervista con il Prof. Pekka Vallittu, Finlandia



Il Prof. Pekka Vallittu ha conseguito il diploma di odontotecnico nel 1988, la laurea in Medicina e Chirurgia nel 1994, ha ottenuto la nomina a Professore Associato nel 1995 e ha conseguito la specialità in odontoiatria protesica e fisiologia stomatognatica nel 2000. Attualmente è titolare di cattedra e direttore del dipartimento di scienza dei biomateriali presso la facoltà di Medicina dell'Università di Turku (Finlandia), è Rettore dell'Istituto di Odontoiatria dell'Università di Turku e Direttore del Centro Biomateriali Clinici di Turku. È professore onorario presso l'Università di Hong Kong, Pokfulam e Professore a contratto alla King Saud University di Riyadh (Arabia Saudita). La sua principale attività di ricerca dedicata ai compositi rinforzati con fibre è iniziata oltre 30 anni fa, negli anni 80 del secolo scorso. Le prime applicazioni cliniche dei compositi rinforzati con fibre sono state effettuate nell'ambito dell'odontoiatria clinica e successivamente, in combinazione con i componenti bioattivi, nelle procedure chirurgiche sull'osso quali gli impianti bioattivi non metallici. Al suo attivo ha oltre 540 pubblicazioni originali censite su ISI Web of Science Index. Ha costituito due società allo scopo di mettere a disposizione i nuovi compositi per applicazioni cliniche nell'ambito dell'odontoiatria e della chirurgia ossea.

Per cortesia, può presentarsi brevemente?

Dal punto di vista professionale ho iniziato a lavorare come odontotecnico e successivamente sono diventato anche dentista. Quando studiavo in università, a partire dal 1988, avevo già iniziato a fare ricerca sull'uso di diversi tipi di fibre per rinforzare le protesi mobili. Nel 1994 ho ultimato la mia tesi di dottorato su questo argomento. Poco dopo mi sono trasferito presso il Nordic Institute of Dental Materials dove ho trascorso un paio d'anni e ho avuto la possibilità di fare ricerca con il Dr I.E. Ruyter, uno degli esperti in assoluto più rinomati nell'ambito della chimica dei polimeri per applicazioni dentali. Qui ho acquisito profonde conoscenze sulla materia. Sono poi tornato all'Università di Turku dove sono

stato uno dei fondatori di Stick Tech (NdR uno spin-off dell'Università di Turku) nel 1997. Tuttavia, ho fatto la scelta personale di rimanere in università e di non proseguire con l'attività aziendale. In università ho infatti ottenuto finanziamenti pubblici per portare avanti la ricerca sui compositi rinforzati con fibre. Grazie a tutti questi anni di ricerca, abbiamo avuto la possibilità di accumulare una grande quantità di evidenze ed esperienze sui compositi rinforzati con fibre. Nel 2006 sono diventato Professore e Direttore del Dipartimento di Scienza dei Biomateriali e nel 2009 sono stato nominato Direttore del Centro Biomateriali Clinici di Turku (TCBC). Dal 2004 al 2012 sono stato Rettore dell'Istituto di Odontoiatria dell'Università di Turku e, dopo una breve pausa, ho assunto nuovamente tale carica nel 2018.

A suo parere, quali sono i principali vantaggi delle fibre in odontoiatria?

Le fibre costituiscono l'unico sistema che consente di effettuare restauri diretti di grosse dimensioni con buone proprietà fisiche e lunga durata. Altri materiali resistenti e durevoli, quali la zirconia e il metallo, possono solo essere utilizzati per restauri indiretti, fuori dalla bocca. In questo modo possiamo invece offrire restauri economicamente più abbordabili e consentire a un numero maggiore di pazienti di ricevere i trattamenti necessari. Un altro vantaggio è che le proprietà meccaniche dei compositi rinforzati con fibre sono molto simili a quelle dell'osso e della dentina, diversamente dai metalli o dalle ceramiche che sono molto rigidi. I compositi rinforzati con fibre sono gli unici materiali sintetici che soddisfano gli stessi requisiti biomeccanici della dentina o dell'osso.

Per quale scopo è stato sviluppato everX Flow?

La ricerca è partita con le fibre lunghe, usate nei prodotti everStick, che sono le più durevoli. Tuttavia, la lunghezza è anche una questione di destinazione d'uso e gli apparecchi e i restauri quali gli splint e i ponti estesi necessitano di una lunghezza diversa rispetto ai restauri di elementi singoli. Lo scopo principale con cui abbiamo avviato lo sviluppo di everX Posterior era quello di stabilire quale fosse la lunghezza della fibra ottimale rispetto alle dimensioni del dente in modo tale che le fibre potessero fungere da rinforzo. Ne è risultata una lunghezza media della fibra pari a 0,7-1 mm usata in everX Posterior con la quale si garantivano proprietà meccaniche eccellenti e soprattutto si aumentava la durezza. Tuttavia, l'adattamento e il posizionamento non sempre erano facili quanto desideravamo. Nel frattempo, sul mercato dei materiali dentali sono apparsi i compositi per riempimento

in massa (bulk fill) che si sono diffusi enormemente non per le loro proprietà ma per la facilità d'uso. Da qui è nata l'idea di sviluppare una versione fluida del materiale.

Da un lato, ci attendevamo che accorciando le fibre le proprietà si sarebbero ridotte. Tuttavia, studiando la letteratura, abbiamo appreso che la lunghezza delle fibre dovrebbe essere proporzionale al diametro e dunque abbiamo iniziato a cercare quello che viene definito come "Rapporto d'aspetto ottimale". Le fibre contenute in everX Flow sono più corte ma anche più sottili. Con queste fibre più piccole era possibile cambiare la viscosità. Le fibre contenute in everX Flow sono lunghe circa 0,1 mm ma hanno un diametro molto inferiore. Si poteva inoltre aumentare la quantità di fibre, mantenendo così la durezza, che è lo scopo principale del rinforzo con fibra. La maggior parte della ricerca si concentra sulla durezza perché è stato dimostrato che questo è il miglior indicatore della longevità di un restauro¹.

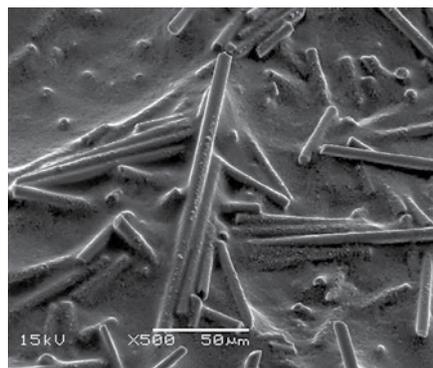


Immagine al microscopio elettronico a scansione delle fibre di vetro contenute in everX Flow. Per gentile concessione del Dr Lippo Lassila, Università di Turku

Che ruolo ha avuto lei nello sviluppo di questo materiale?

Io ho avviato e coordinato lo sviluppo dei compositi rinforzati con fibra. La ricerca di

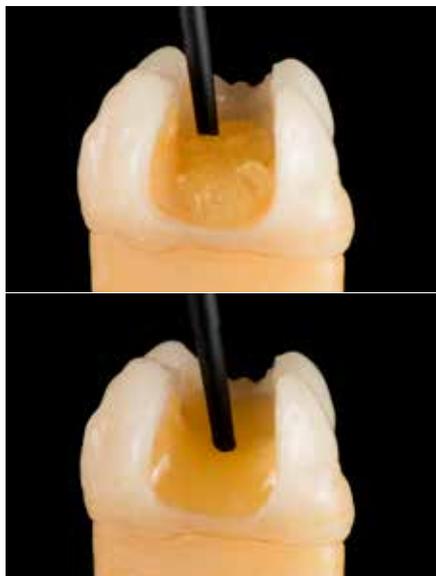
laboratorio fondamentale è stata per la maggior parte condotta dal Dr. Lippo Lassila che è il ricercatore principale in questo particolare progetto insieme al nostro Professore a contratto Sufyan Garoushi e al nostro personale esperto di laboratorio. Il Dr. Garoushi ha scritto una tesi di dottorato sui compositi rinforzati con fibra. Inoltre, ho partecipato alla fase dei test clinici e ho diretto il progetto dal punto di vista della clinica e della scienza dei materiali. L'intero progetto è stato svolto nell'ambito di una collaborazione in cui il TCBC era responsabile della ricerca e del relativo sviluppo mentre Stick Tech – ora società del gruppo GC – ha trasformato la ricerca in un progetto industriale.

Spesso lei definisce i compositi rinforzati con fibra con il termine restauri biomimetici. Cosa intende dire esattamente con questa definizione?

Se si analizza il tessuto umano, la dentina e l'osso sono materiali rinforzati con fibra, si basano su fibre di collagene e minerali di apatite. Anche se la composizione chimica dei compositi rinforzati con fibra è diversa, essi presentano una struttura simile. Inoltre, il comportamento biomeccanico di questi compositi è molto simile a quello della dentina.

Ci sono altre differenze tra everX Posterior ed everX Flow? Hanno le medesime indicazioni?

Le indicazioni sono molto simili, ma la differenza principale è la maneggevolezza dettata dalla diversa viscosità. In sostanza, sono entrambi materiali usati per rinforzare i restauri. Ora everX Flow è indicato anche come materiale per la stratificazione del moncone per corone in metallo e in ceramica.



Il materiale mantiene la forma durante il posizionamento (in alto) ma scorre quando viene sottoposto a sollecitazioni di taglio o "disturbi" (in basso).

everX Flow è disponibile in due masse. Quali sono le differenze e quando si usano?

La massa 'Bulk' ha una maggior traslucenza e può essere polimerizzata in strati dello spessore massimo di 5,5 mm, cosa che amplia un po' la gamma di applicazioni. La massa 'Dentin' è più estetica e può essere polimerizzata in strati dello spessore massimo di 2,0 mm.

Qual è la differenza tra i compositi tradizionali bulk-fill ed everX Flow?

In termini di indicazioni, sono molto simili. Tuttavia, everX Flow è un materiale base pensato per rinforzare le strutture sottostanti e sovrastanti. Deve essere coperto con un normale composito che sia facile da lucidare. Sebbene anche molti compositi bulk-fill debbano essere ricoperti, stando alla definizione letterale si dovrebbe poter utilizzare lo stesso materiale dal fondo fino alla superficie, in un unico incremento.

Quanto è più resistente everX Flow? Qual è l'impatto sulla resa?

La sua durezza, che è la proprietà del materiale che maggiormente influisce sul successo clinico¹, è doppia rispetto a qualunque altro tipo di composito disponibile sul mercato e questo vale anche per everX Posterior. Il suo impatto sulla resa del restauro dipende dalle dimensioni e dalla forma del dente compromesso e dal rapporto tra everX Flow e il composito che lo ricopre. Il rapporto tra la base rinforzata con fibre corte e il composito convenzionale usato per il restauro dovrebbe essere analogo a quello tra dentina e struttura di smalto. Questo significa che circa 1-1,5 mm di superficie occlusale dovrebbe essere in composito convenzionale per poter conferire la miglior resistenza meccanica al dente restaurato nel suo complesso²⁻³.

Si ottiene un beneficio inferiore se lo strato in composito rinforzato con fibre non è sufficientemente spesso⁴.

Secondo la regola empirica, si usa everX Flow per sostituire la dentina e il normale composito per sostituire lo smalto e in questo modo si riproduce la struttura del dente naturale.

È necessario rivestire everX Flow con un ultimo strato di composito? In caso affermativo, perché?

Per sua struttura, everX Flow contiene delle particelle di micro e macro-riempimento. Le fibre sono particelle grosse che lo rendono leggermente meno lucidabile anche se la resistenza all'usura in vitro è molto buona. A seconda del comportamento d'usura, il materiale potrebbe risultare esposto sui punti di contatto prossimali. Tuttavia, l'istruzione ufficiale rimane quella di ricoprire everX Flow sulle superfici

prossimali con un composito standard. È necessario condurre ulteriori ricerche per analizzare l'effetto sul lungo periodo, ma i dati attualmente disponibili sono positivi.

Cosa dice la ricerca in merito alla performance del prodotto?

Esistono già numerose pubblicazioni su everX Flow e per everX Posterior abbiamo a disposizione ancora più evidenze. Quasi tutti gli studi dimostrano che il materiale ha proprietà superiori, quali la durezza o altre proprietà meccaniche. In vitro si è dimostrato che si previene la propagazione delle fratture nei restauri realizzati con composito rinforzato con fibre. Questo vale anche sull'interfaccia degli strati di composito.⁵

In quegli studi in cui non si è rilevato un effetto rinforzante considerevole, lo spessore dello strato rinforzato con fibre solitamente era insufficiente. Gli studi condotti da altri gruppi di ricerca hanno confermato queste proprietà meccaniche superiori e su questo argomento vi sono numerosi studi ancora in corso.

everX Flow potrebbe essere utilizzato per sostituire i perni? In caso affermativo, in quali indicazioni?

Al TCBC abbiamo esaminato questo argomento nel dettaglio, sia in vitro sia in ambito clinico, e molti altri gruppi di ricercatori stanno facendo la stessa cosa. In generale, sono necessarie ulteriori ricerche sull'argomento. Nei molari è possibile realizzare una endocrown diretta senza perno creando una base con everX Posterior e ciò vale anche per everX Flow. Questo tipo di endocrown è analogo alle endocrown in ceramica costruite in laboratorio. Il restauro si estende nei canali radicolari solo per circa 2-3 mm dato che le pareti sono parallele

e il diametro è insufficiente. La parte intra-radicolare del restauro dovrebbe avere la stessa altezza oppure essere più alta della parte coronale. Lo spessore della faccetta occlusale del restauro dovrebbe essere superiore a 1-2 mm.

Sugli anteriori e sui premolari sono stati condotti studi con risultati promettenti, ma non vi sono ancora evidenze sufficienti per dare una raccomandazione clinica. Tuttavia, è possibile combinare il perno in fibra prefabbricato con l'uso di

everX Flow nella parte coronale del canale per sostituire il cemento e per il moncone. Questo è un miglioramento rispetto al normale cemento per fissaggio. Ovviamente i risultati dipendono in larga parte dalla struttura dentale residua. Se sussiste un danno importante che arriva fino al livello gengivale, è comunque necessario un perno in fibra spesso e con un buon bonding per ottenere una ritenzione adeguata. Potrebbero essere disponibili evidenze entro 2-3 anni.

Su quali argomenti si focalizzerà la sua futura ricerca?

Domani terrò una lezione magistrale sulla funzione masticatoria dei panda giganti e sull'adattamento evolutivo dei condili alla luce di quella funzione. Nel campo dei compositi rinforzati con fibra, miriamo a ottenere una somiglianza ancora maggiore con la dentina naturale. Tra le altre cose, stiamo indagando sulle nanofibre e stiamo studiando composizioni e strutture più simili ai minerali di apatite. Stiamo inoltre collaborando con un altro gruppo di ricercatori per estendere le indicazioni nelle applicazioni chirurgiche tenendo in considerazione l'aspetto biologico delle linee cellulari che formano osso. Ciò è anche legato ai materiali per la rigenerazione ossea usati in parodontologia e in chirurgia orale.



Bibliografia

1. Heintze SD, Hickel R, Reis A, Loguercio AS, Rousson V, Dent Mater 2017;33:e101-e114.
2. Omran TA, Garoushi S, Lassila L, Shinya A, Vallittu PK. Bonding interface affects the load-bearing capacity of bilayered composite. Dent Mater J. 2019; 38(6):1002-1011.
3. Garoushi S, Lassila LV, Tezvergil A, Vallittu PK. Load bearing capacity of fibre-reinforced and particulate filler composite resin combination. J Dent 2006; 34:763-769.
4. Rocca GT, Saratti CM, Poncet A, Feilzer AJ, Krejci I. The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. Odontology 2016; 104:220-232.
5. Tiu J, Belli R, Lohbauer U. Rising R-curves in particulate/ fiber-reinforced resin composite layered systems. J Mech Behav Biomed Mater. 2019;103:103537.