

DOCUMENTAZIONE SCIENTIFICA

bluephase® style
Licence to cure

NEW
LED for every use
and now comfortable to fit every hand



ivoclar
vivadent
passion vision innovation

INDICE

1. Introduzione

- 1.1 La fotopolimerizzazione dei materiali dentali**
- 1.2 Trasparenza e breve panoramica storica sulla tecnologia LED**
- 1.3 L'effetto degli iniziatori sulla fotopolimerizzazione**
- 1.4 Il principio "Total Energy"**
- 1.5 Conduttori ottici**

2. Dati tecnici

3. Risultati di studi esterni ed interni

- 3.1 Polimerizzazione dei compositi**
- 3.2 Polimerizzazione degli adesivi**
- 3.3 Polimerizzazione omogenea per l'intera superficie del conduttore ottico**
- 3.4 Polimerizzazione dei compositi con diversi iniziatori**
- 3.5 Polimerizzazione attraverso la ceramica**
- 3.6 Reazione esotermica e aumento della temperatura in prossimità pulpare**
- 3.7 Influenza del calore sul tessuto molle**
- 3.8 Esperienza clinica con bluephase style**

4. Letteratura

Bluephase style, appartenente alla innovativa famiglia bluephase, è un apparecchio LED piccolo e compatto caratterizzato da un'elevata radianza ($1,100 \text{ mW/cm}^2$) e da un'ergonomia ancora maggiore rispetto ai suoi predecessori, per essere impugnata con la massima comodità da qualsiasi mano: femminile e maschile. In un'unica modalità operativa, bluephase® style polimerizza con totale affidabilità e sicurezza sia i compositi sia gli adesivi posizionati in prossimità pulpare. Come tutte le lampade fotopolimerizzatrici di provata affidabilità della famiglia bluephase, anche bluephase® style è dotata dell'esclusivo LED polywave.



Cosa significa LED polywave?

Fino ad oggi, con le convenzionali lampade LED (apparecchi LED di prima e seconda generazione) era possibile polimerizzare solo compositi aventi Canforochinone quale fotoiniziatore. Qualsiasi altro sistema di fotoiniziatori, ad es. il Lucerina TPO, era assolutamente inefficace. Rispetto alle lampade alogene questo fatto costituiva un chiaro svantaggio ma, dato il successo delle lampade LED, molte aziende del settore dentale si sono ritrovate a tener conto di questo aspetto e a modificare la composizione dei loro compositi: per alcuni prodotti questo ha significato un compromesso in termini di estetica e di durata.

Con la tecnologia polywave (lampade fotopolimerizzatrici di terza generazione), l'operatore può ora fotopolimerizzare senza limitazioni in un campo di lunghezza d'onda tra 380 e 515 nm. Lo spettro di emissione di bluephase® style è pertanto paragonabile all'ampio range delle lampade alogene. La famiglia di lampade bluephase con LED polywave può quindi essere impiegata per fotopolimerizzare compositi aventi qualsiasi sistema di fotoiniziatore senza alcuna restrizione.



Lampade LED di seconda generazione.

1. Introduzione

1.1 La fotopolimerizzazione dei materiali dentali

La fotopolimerizzazione, ossia la polimerizzazione indotta da luce, è diventata parte integrante dell'odontoiatria moderna. Compositi, cementi compositi, adesivi, sono tutti polimerizzati con l'ausilio della luce. Nello sviluppo dei materiali fotopolimerizzabili vanno tenute presenti le seguenti proprietà:

- Colore e traslucenza del composito
- Proprietà di contrazione
- Sistema degli iniziatori

A loro volta queste caratteristiche impongono standard specifici alle apparecchiature o alle lampade per la fotopolimerizzazione.

1.2 Traslucenza e breve panoramica storica sulla tecnologia LED

Teoricamente, un composito fotopolimerizzabile dovrebbe essere otticamente traslucente e pertanto consentire una elevata profondità di indurimento.

La profondità di indurimento viene misurata secondo lo standard internazionale ISO 4049. A tal fine, un campione di 6 mm di spessore viene fotopolimerizzato per 40 secondi secondo condizioni prefissate. Successivamente, la porzione non polimerizzata del campione di composito viene rimossa e lo strato di campione restante viene misurato con un calibro cursore.

Oltre al grado di traslucenza, la profondità di polimerizzazione dipende dal tempo di esposizione, dal colore del materiale (p.e. dalla quantità di pigmenti contenuti nel composito) e dall'intensità luminosa (radianza) della lampada fotopolimerizzatrice. Le prime lampade a raggi UV raggiungevano una profondità di indurimento limitata per via della scarsa trasparenza dei raggi UV. Inoltre, esse erano dannose per gli occhi e i tessuti molli. La radianza delle lampade alogene, che emettono luce quasi interamente nella lunghezza d'onda della gamma di luce visibile, è cresciuta parimenti allo sviluppo di nuovi modelli:

Astralis 5 ca. 500 mW/ cm²

Astralis 7 ca. 750 mW/ cm²

Astralis 10 ca. 1,200 mW/ cm²

Con l'aumento della profondità di polimerizzazione, i tempi di esposizione si sono contemporaneamente notevolmente ridotti.

Le lampade al plasma e laser, in grado di fornire un'elevata radianza, non sono però riuscite a conquistare il mercato per via dell'eccessivo sviluppo di calore e dei costi molto elevati.

Oggi le lampade LED (diodi emettitori di luce - LED) rappresentano la fonte di luce più innovativa nel campo della polimerizzazione. Gli apparecchi LED offrono i seguenti vantaggi:

- Emissione della luce a temperatura ambiente
- Elevata stabilità meccanica
- Longevità
- Ristretta lunghezza d'onda dello spettro d'emissione

I primi apparecchi LED (**prima generazione**) presentavano una radianza molto ridotta (ca. 400 mW/cm²). Successivamente, utilizzate con voltaggio superiore, le lampade LED riuscirono a raggiungere un'intensità luminosa di 1.000 mW/cm² o superiore (**seconda generazione**).

Con la prima linea di lampade per fotopolimerizzazione bluephase, Ivoclar Vivadent fu in grado di soddisfare le elevate richieste nel campo della tecnologia LED. Lanciato sul mercato nel 2004, l'apparecchio bluephase (1,100 mW/ cm²) pose le basi per il brand bluephase. L'elevata e affidabile radianza di questo apparecchio superava di gran lunga la potenza luminosa delle lampade fotopolimerizzatrici di prima generazione (Studio Mainz 2006, ADA 2006).

Una successiva fase di sviluppo ha visto la nascita degli apparecchi LED di **terza generazione**. Questi ultimi differiscono dai loro predecessori per l'ampio spettro di emissione, compreso tra 380 - 515 nm, che consente loro di essere utilizzati, analogamente alle lampade alogene, nella polimerizzazione di tutti i materiali compositi presenti sul mercato. bluephase (G2), bluephase 20i, bluephase C8 e ora bluephase® style, sono tutti apparecchi di terza generazione.

1.3 L'effetto degli iniziatori sulla fotopolimerizzazione

L'indurimento dei compositi fotopolimerizzabili avviene attraverso una polimerizzazione radicalica. I fotoni entranti vengono assorbiti da una molecola (fotoiniziatore), a sua volta attivata dall'energia assorbita. In questo suo stato di attività il fotoiniziatore, in presenza di uno o più attivatori, consente la formazione di radicali che, a loro volta, sono responsabili della reazione di polimerizzazione. Una molecola dell'iniziatore con tali caratteristiche è in grado di assorbire solo fotoni ad una specifica lunghezza d'onda.

Tra i vari iniziatori, molto diffuso è il Canforochinone.

Lunghezza d'onda [nm]

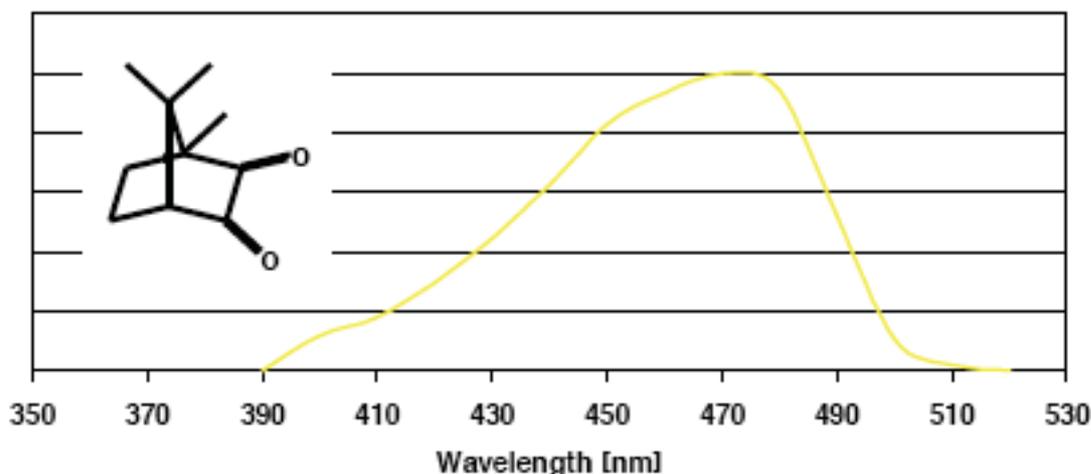


Fig. 1: Spettro di assorbimento del Canforochinone

L'assorbimento massimo del Canforochinone è attorno a 470 nm di lunghezza d'onda nello spettro blu della luce. Avendo il Canforochinone un'intensa colorazione gialla per via delle sue proprietà di assorbimento, in odontoiatria sono stati e vengono ancora oggi utilizzati anche altri iniziatori. Iniziatori alternativi, per esempio, vengono impiegati nella formulazione di compositi in colorazione bleach e nelle lacche protettive incolori.

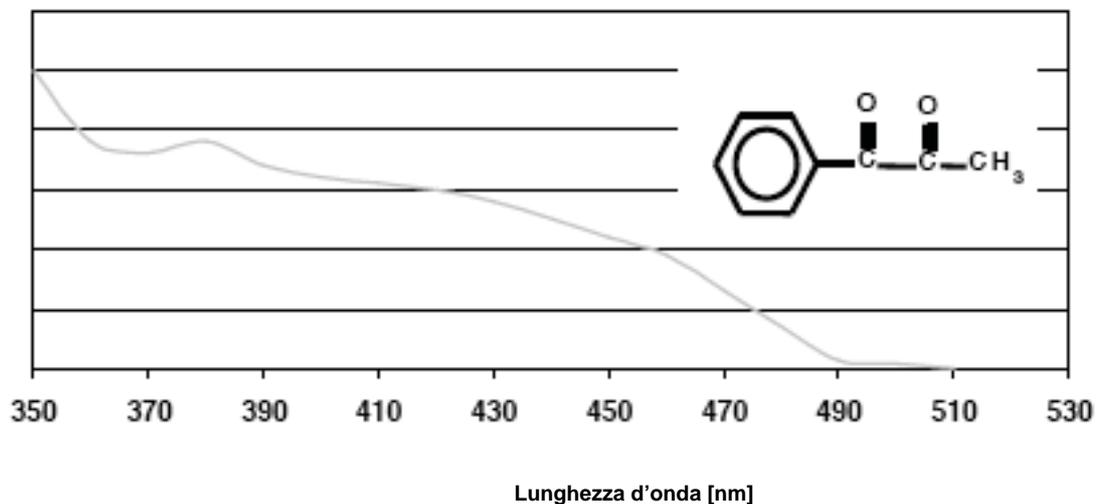


Fig. 2: Spettro di assorbimento del Parafenilpropandione (PPD)

PPD (Parafenilpropandione): il suo spettro di assorbimento si estende dalla lunghezza d'onda dei raggi UV fino a 490 nm. ca.

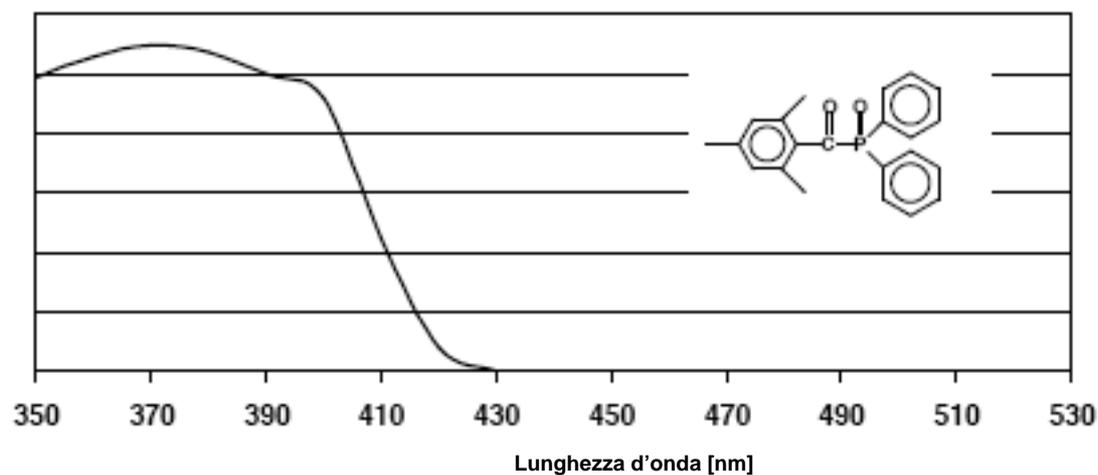
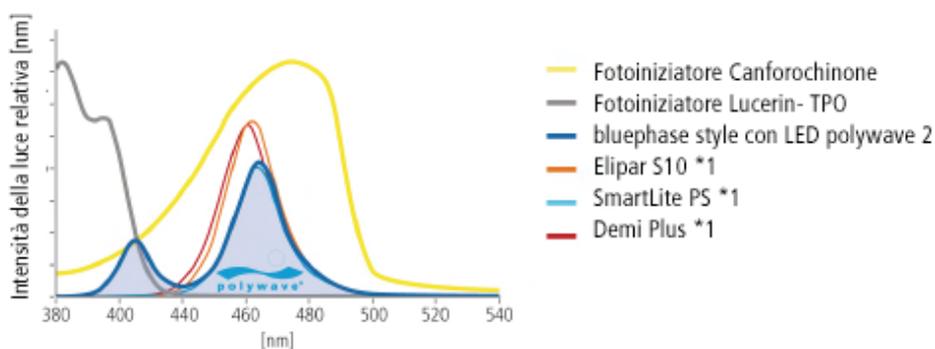


Fig. 3: Spettro di assorbimento di Lucerin- TPO

Il Lucerin- TPO è un ossido di acile fosfina. Questo fotoiniziatore ha conquistato una popolarità crescente per la sua caratteristica di decolorarsi completamente al termine della reazione fotoindotta. Il suo assorbimento massimo rientra in uno spettro di lunghezza d'onda decisamente più basso.

Il Lucerin-TPO e il PPD possono essere polimerizzati con i convenzionali apparecchi LED di prima e seconda generazione in modo limitato: il ridotto spettro di emissione della luce di queste lampade, infatti, copre a mala pena lo spettro di assorbimento dei due iniziatori.

Ecco perché, nello sviluppare apparecchi LED di terza generazione, l'obiettivo è stato di ridurre i range delle lunghezze d'onda della luce emessa, così da poter attivare il Lucerin- TPO e il PPD analogamente alle lampade alogene. Lo spettro di emissione di bluephase style presenta un secondo picco a ca. 410 nm (cfr. Fig. 4), che permette di fotopolimerizzare materiali dentali contenenti qualsiasi tipologia di iniziatori. Lo spettro di emissione di un apparecchio LED Ivoclar Vivadent raggiunge un picco a ca. 410 nm e un picco a 470 nm.



Fonte: R. Price, Dalhause University Halifax, 2011

Fig. 4: Range della lunghezza d'onda e radianza di bluephase style vs altre tre lampade LED, misurate con sfera integrante (Price, Halifax, 2011)

* LED di prima e seconda generazione, *LED di seconda e terza generazione

Grazie al suo ampio spettro, come nelle lampade alogene, non esistono più limitazioni nel range della lunghezza d'onda da 380 a 515 nm. Pertanto, in termini generali, è possibile attivare tutti i fotoiniziatori impiegati in odontoiatria. Ciò significa che, oltre ai compositi, è possibile polimerizzare adesivi fotoindurenti, bonding, cementi compositi, sigillanti per fessure, ecc...

1.4 Il principio “Total Energy”

La luce emessa dal conduttore ottico viene misurata con la sfera integrante. Questo strumento determina con precisione la radianza dell'apparecchio in mW. Filtri speciali assicurano che venga misurata solo la luce di lunghezza d'onda appropriata. L'intensità luminosa in mW/cm² viene calcolata sulla base del diametro del conduttore ottico.



Secondo il principio “Total Energy”, il processo di fotopolimerizzazione dipende dall'energia ed è fondamentalmente determinato dal rapporto tra intensità luminosa e tempo di polimerizzazione. Pertanto, un tempo di esposizione di 20 secondi a una radianza di 800 mW/cm² si traduce in una dose di 16.000 mWs/cm².

Come regola generale, per garantire l'adeguata fotopolimerizzazione di strati incrementali di composito (a seconda del colore e della traslucenza) di 2 mm si raccomanda una dose da 4.000 a 16.000 mWs/cm². Di norma, per compositi più scuri e meno traslucenti sono necessarie dosi più elevate. Pertanto, a seconda dell'intensità luminosa della lampada fotopolimerizzatrice, per polimerizzare uno strato incrementale di 2 mm, possono essere indicati tempi di polimerizzazione massimi specifici, anche per la polimerizzazione di colori più problematici.

Questo è come vengono calcolate le diverse raccomandazioni di polimerizzazione per apparecchi fotopolimerizzatori con diversa intensità luminosa. Quando si utilizzano apparecchi potenti, utilizzati con elevata intensità luminosa, il tempo di esposizione per ottenere il medesimo grado di polimerizzazione può quindi essere ridotto. Ciò si traduce in un risparmio nei tempi del trattamento.

Dose richiesta (mWs/cm ²)	16000	16000	16000
Intensità luminosa (mW/ cm ²)	400	800	1600
Tempo di polimerizzazione raccomandato (s)	40	20	10

Tabella 1: Tempo di esposizione massimo raccomandato secondo il concetto di "Total Energy"

Diversi studi e misurazioni evidenziano che, a parità di intensità luminosa e di tempi di esposizione, le lampade LED e le lampade alogene presentano profondità di polimerizzazione e profili di durezza analoghi (cfr. Tabella 2).

Intensità (mW/cm ²)	Profondità di polimerizzazione (LED) (mm)	Profondità di polimerizzazione (alogena) (mm)
400	2.40	2.43
600	2.54	2.55
700	2.65	2.67
800	2.73	2.69

Tabella 2: Profondità di polimerizzazione di Tetric EvoCeram (secondo P. Burtscher, V. Rheinberger, R&S, Ivoclar Vivadent AG)

Per polimerizzare Tetric, Tetric EvoCeram e IPS Empress Direct è sufficiente una dose di 10.000 mWs/cm². Heliomolar richiede una dose di 15.000 mWs/cm².

Uno speciale sistema di iniziatori, altamente ottimizzato, consente la polimerizzazione in profondità di una massa incrementale di 4 mm di Tetric EvoCeram Bulk Fill con una dose di 10.000 mWs/cm² (cfr. Capitolo 3.4).

1.5 Conduttori ottici

Anche il conduttore ottico influisce sull'efficienza della lampada fotopolimerizzatrice. Per ottenere un'elevata densità luminosa, ossia intensità luminosa per area di superficie, molti apparecchi fotopolimerizzatori sono dotati di conduttore ottico con una finestra di uscita di piccolo diametro. Per esempio, il diametro del conduttore ottico "Turbo" nella bluephase 16i si riduce da 13 mm a 8 mm.

Questa caratteristica produce tuttavia un effetto negativo sulle proprietà di diffusione della luce: l'angolo di diffusione si amplifica e l'intensità luminosa diminuisce più rapidamente con il crescere della distanza. Non sempre è possibile evitare che il conduttore ottico sia posizionato a una maggiore distanza nella pratica odontoiatrica quotidiana: per esempio nella polimerizzazione in cavità profonde o quando si polimerizzano superfici prossimali di difficile accesso.

Secondo la letteratura (Price, 2000), con un conduttore ottico a pareti parallele l'intensità luminosa diminuisce del 50% a una distanza di 6 mm; con un conduttore Turbo, il valore scende addirittura al 23% valore iniziale.

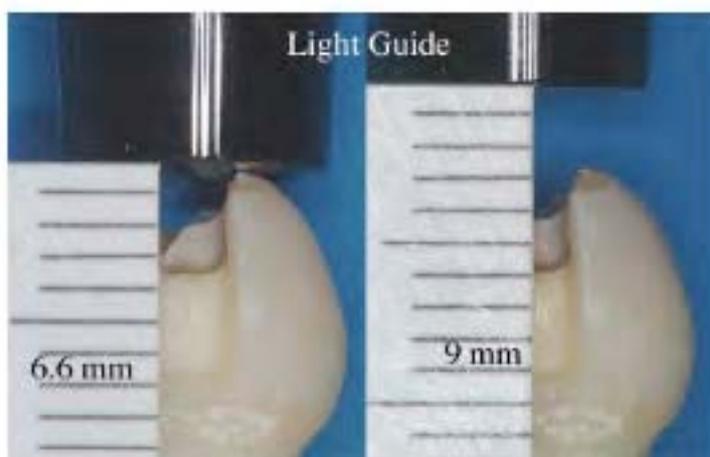


Fig. 5: Distanza tra il conduttore ottico e il composito nella realtà

Come per la lampada bluephase attualmente sul mercato (G2), anche bluephase style è dotata di conduttore ottico a pareti parallele. Pertanto, se il conduttore ottico viene tenuto a grande distanza dal materiale da fotopolimerizzare, ne risulta una riduzione nella perdita d'intensità. Il conduttore ottico in bluephase style è stato accorciato per consentire un facile accesso in tutte le zone del cavo orale anche nella versione ergonomica impugnando la lampada come una penna..

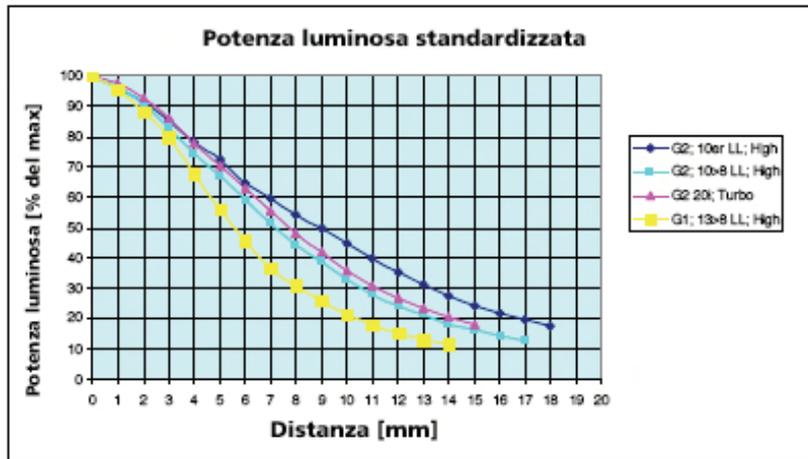


Fig. 6: Diminuzione percentuale dell'intensità luminosa con l'aumento della distanza del conduttore ottico dal materiale da polimerizzare, utilizzando conduttori ottici differenti.

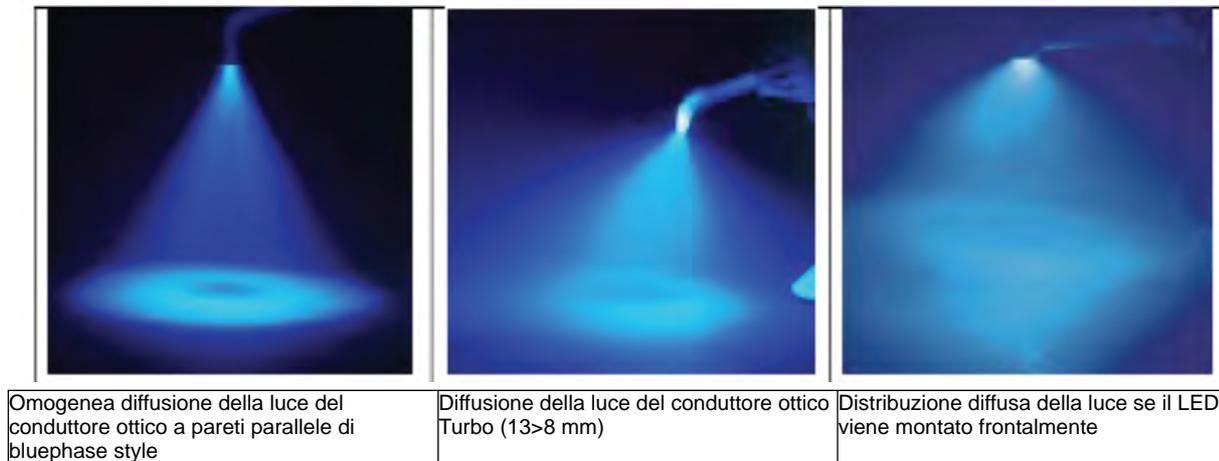


Fig. 7: Caratteristiche di diffusione della luce con conduttori ottici di diversa tipologia.

2. Dati tecnici



dati tecnici	bluephase® C8	bluephase® style novità	bluephase® 20i	bluephase® meter
	800 mW/cm ² ± 10%	1.100 mW/cm ² ± 10%	2.000 mW/cm ² - 2,200 mW/ cm ² LED Classe 2	300 – 2.500 mW/cm ² ± 20%
Qualsiasi mano (design ergonomico)	–	✓	–	✓
Qualsiasi materiale (Range della lunghezza d'onda)	✓ 385-515 nm	✓ 385-515 nm	✓ 385-515 nm	✓ 385-515 nm
Qualsiasi indicazione (Operatività continua per minimo 10 min.)	✓	✓	✓	Misurazione dell'intensità luminosa delle lampade LED
Sempre pronta all'uso Click & Cure (alimentazione a rete opzionale)	✓ (alimentazione a rete)	✓	✓	
Tempo di polimerizzazione per compositi selezionati: 2 mm Tetric Evo Ceram/IPS Empress Direct 4 mm Tetric Evo Ceram Bulk Fill	15 sec	10 sec	5 sec	
Programmi di polimerizzazione				
	800 mW/cm ² 650 mW/cm ² 650/800 mW/cm ²	1.100 mW/cm ² – –	2.000 mW/cm ² 1.200 mW/cm ² 650 mW/cm ² 650/1.200 mW/cm ²	
Conduttore ottico	10 mm, nero	Accorciato, 10 mm, nero	10>8 mm, nero	
Alimentazione	Alimentazione a rete (può essere aggiunto l'accumulatore)	Accumulatore al polimero di litio; 20 min. ca di capacità/2 h ca. tempo di ricarica	Accumulatore al polimero di litio; 45 min. ca.di capacità/ 2 h ca. tempo di ricarica	3 x LR6 AA 1,5 VDC
Garanzia	3 anni	3 anni (accumulatore 1 anno)	3 anni (accumulatore 1 anno)	3 anni

3. Risultati di studi esterni e interni

3.1 Polimerizzazione dei compositi

L'indicazione più importante delle lampade fotopolimerizzatrici è la polimerizzazione dei compositi. In questo ambito, un parametro fondamentale è costituito dall'intensità luminosa (cfr. capitolo 1.4).

La polimerizzazione dei compositi può essere valutata misurando ad esempio il loro grado di durezza. A tal fine, campioni dello spessore di 2 mm vengono fotopolimerizzati secondo le istruzioni d'uso. Dopo 24 ore, si determina la durezza di superficie sullo strato di base del campione. Nella fase di polimerizzazione è fondamentale che il conduttore ottico non sia posizionato direttamente sul campione di composito. Nella pratica quotidiana, infatti, tra il conduttore ottico e il composito potrebbe esserci una distanza di 5 mm. A seconda delle proprietà di diffusione della lampada fotopolimerizzatrice e della tipologia del conduttore ottico, l'intensità luminosa può ridursi drasticamente.

Per tale motivo, nei test condotti presso la Halifax University è stata scelta una distanza massima di 8 mm. Sono stati testati i compositi Tetric EvoCeram A3 e Tetric EvoCeram Bleach M. Il composito Tetric EvoCeram A3 è di colore classico, Tetric EvoCeram Bleach contiene un opacizzante addizionale.

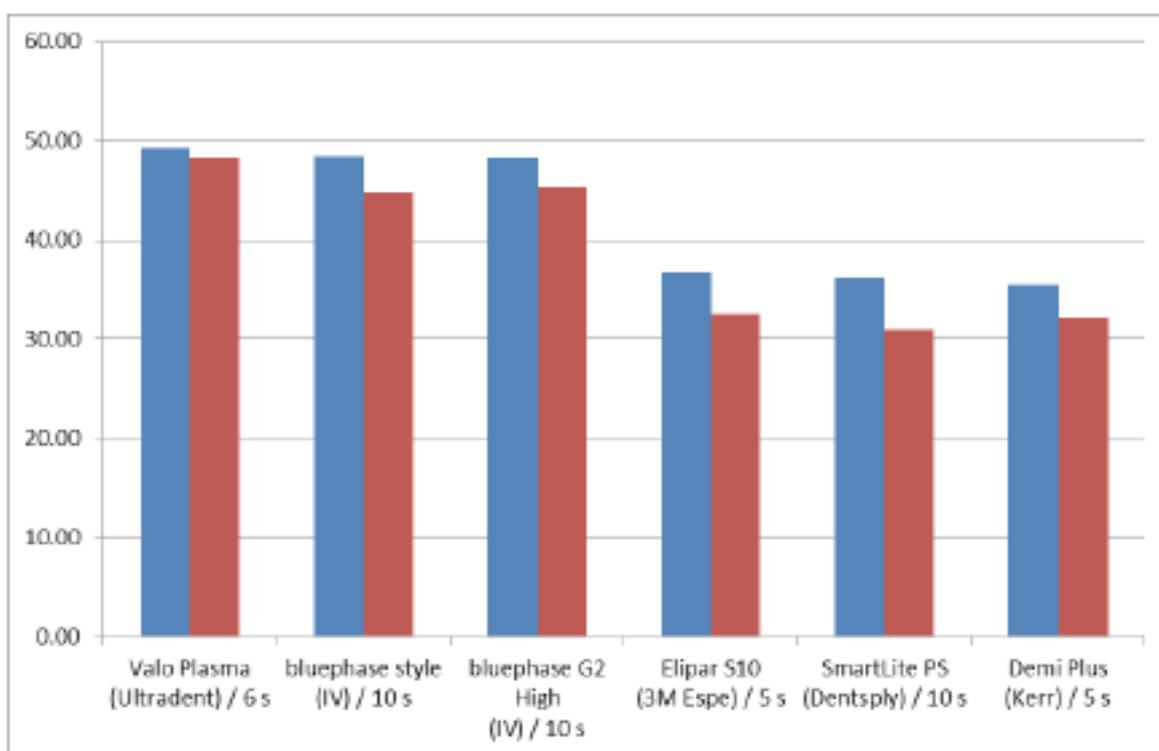


Fig. 8: Durezze di Knoop dopo polimerizzazione dei campioni di composito a una distanza di 4 mm, con differenti lampade LED presenti sul mercato. Blu: A3, rosso: Bleach (Price, Dalhousie University Halifax, 2011)

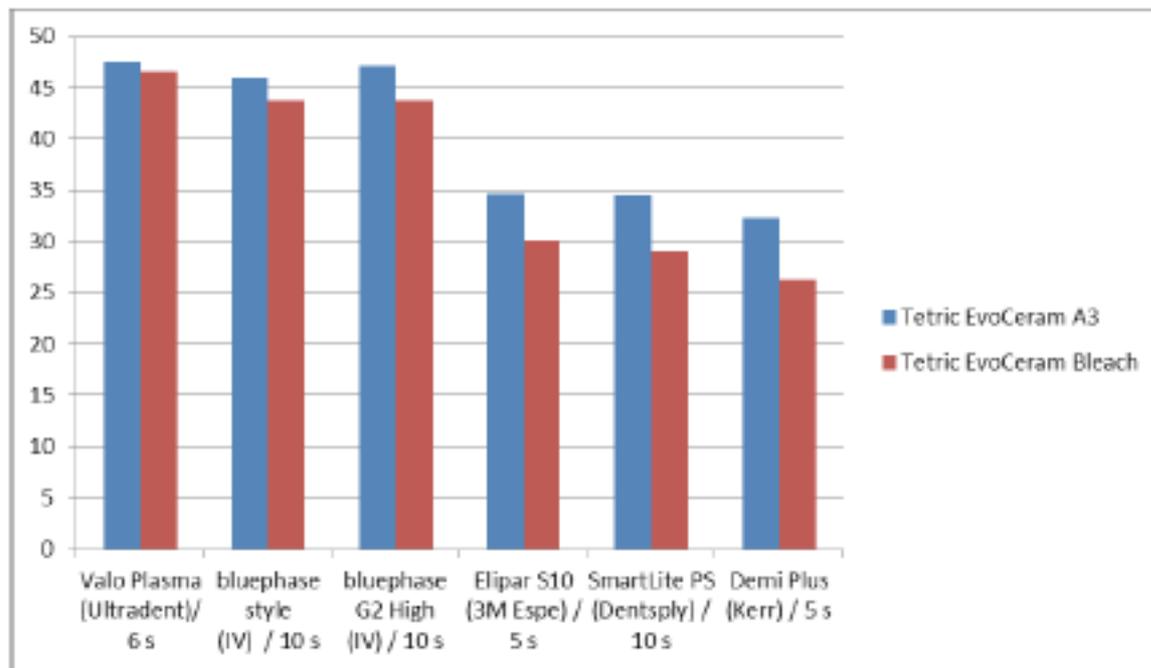


Fig. 9: Durezze di Knoop dopo polimerizzazione dei campioni di composito a una distanza di 8 mm, con differenti lampade LED presenti sul mercato. Blu: A3, rosso: Bleach (Price, Dalhousie University Halifax, 2011)

I tempi di esposizione sono stati scelti secondo le indicazioni dei produttori. I test hanno evidenziato che in queste circostanze la polimerizzazione con bluephase style è pari se non superiore a quella realizzata con le lampade fotopolimerizzatrici oggi presenti sul mercato. Si può pertanto concludere che bluephase style garantisce un'efficace polimerizzazione dei compositi. È altrettanto importante che l'intensità luminosa e i tempi di polimerizzazione vengano scelti al fine di prevenire qualsiasi rischio alla polpa e al tessuto molle correlabile alla temperatura (cfr capitolo 3.6).

Valo Plasma (Ultradent)	bluephase style (Ivoclar Vivadent)	bluephase G2 High	Elipar S10 (3M ESPE)	SmartLite PS (Dentsply)	Demi Plus (Kerr)
3.200 mW/cm ²	1.100 mW/cm ²	1.200 mW/cm ²	1.200 mW/cm ²	950 mW/cm ²	1.100 – 1.300 mW/cm ²
con cavo	cordless	cordless	cordless	cordless	cordless

Tabella 3: Radianza delle lampade fotopolimerizzatrici utilizzate nel test; Valo Plasma è l'unico apparecchio con alimentazione a cavo.

Il composito Tetric EvoCeram A3 è stato utilizzato per misurare la profondità di polimerizzazione dei compositi secondo lo standard internazionale ISO 4049. Campioni cilindrici di lunghezza pari a 6 mm sono stati fotopolimerizzati con lampade differenti secondo le istruzioni dei produttori. Il materiale non polimerizzato, soffice, è stato grattato via dai campioni. I valori indicati nel grafico rappresentano la lunghezza effettiva dei cilindri di composito.

Profondità di polimerizzazione di Tetric EvoCeram

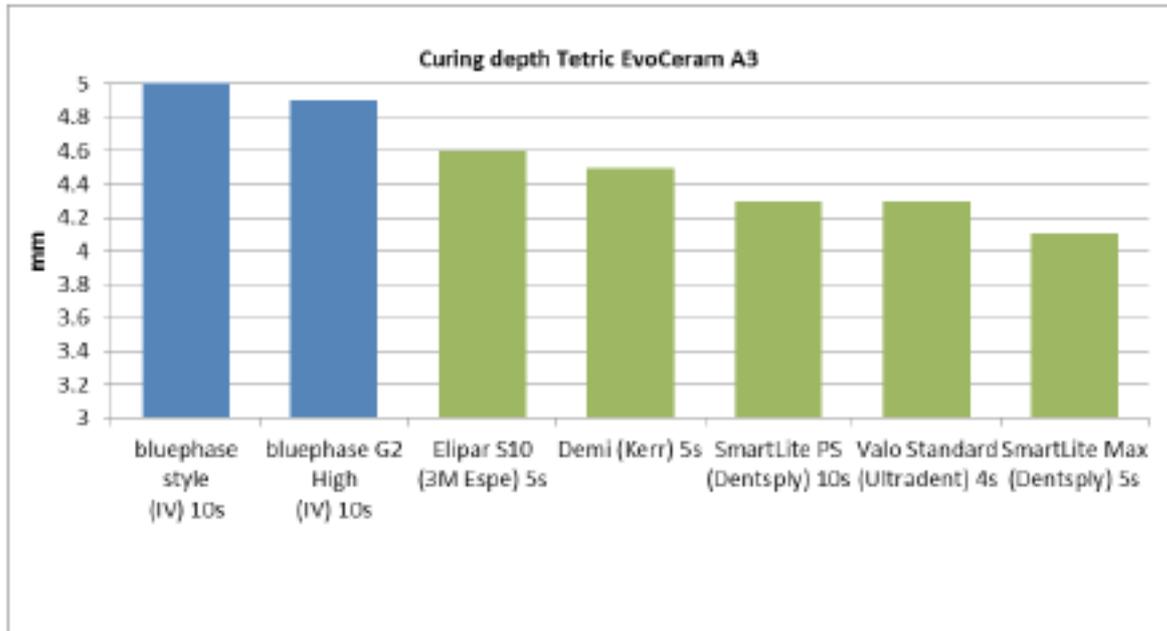


Fig. 10: Profondità di polimerizzazione di Tetric EvoCeram dopo polimerizzazione con differenti lampade fotopolimerizzatrici.

bluephase style e bluephase G2 mostrano di gran lunga le profondità di indurimento più elevate con i tempi di polimerizzazione consigliati.

3.2 Polimerizzazione degli adesivi

In seguito a una polimerizzazione inadeguata dei cementi adesivi i valori di resistenza al taglio su smalto e dentina decrescono. Per questo, i valori di adesione di ExcITE F, Syntac e AdheSE One F dopo polimerizzazione con bluephase style sono stati confrontati con i valori di adesione rilevati dopo polimerizzazione con bluephase (G2).

ExcITE F e Syntac sono tradizionali adesivi *etch-and-rinse*. AdheSE One F è un adesivo automordenzante. Come composito è stato utilizzato Tetric EvoCeram in due strati incrementali, ciascuno fotopolimerizzato poi per 40 secondi.

La fotopolimerizzazione dell'adesivo è avvenuta con lampada bluephase (G2) in modalità Low Power. Prima di procedere con la misurazione dei valori di adesione, i campioni sono stati conservati in bagno d'acqua a 37 °C per 24 ore.

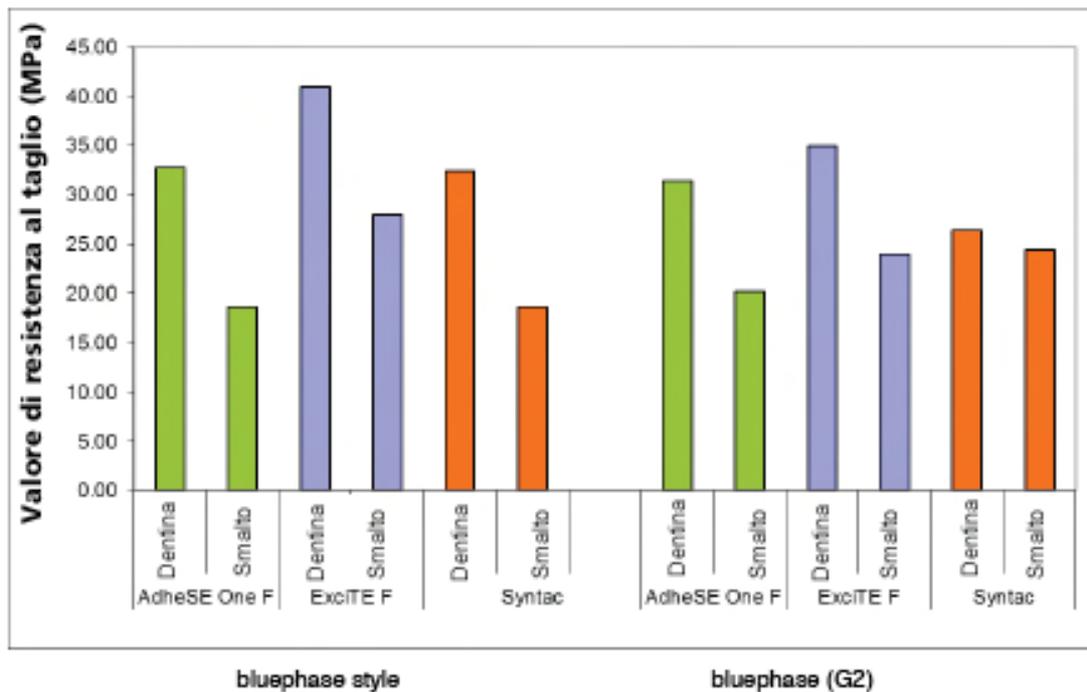


Fig. 11: Confronto dei valori di resistenza al taglio di AdheSE One F, ExcITE F e Syntac su dentina e smalto dopo fotopolimerizzazione con lampada bluephase style e bluephase (G2) (Ivoclar Vivadent AG, R&S, Schaan, 2010)

Risultato: I valori di adesione su dentina e smalto di tutti gli adesivi polimerizzati con bluephase style risultano in un range analogo a quello registrato con bluephase (G2) (programma Adhesive) con i medesimi tempi di esposizione (10 secondi). Si può pertanto concludere che bluephase style sia in grado di garantire la polimerizzazione efficace degli adesivi.

3.3 Polimerizzazione omogenea per l'intera superficie del conduttore ottico

bluephase style è dotata di tre diodi emettitori di luce (cfr. Fig. 12). Due di essi generano luce in una lunghezza d'onda di 470 nm, il terzo in una lunghezza d'onda di 410 nm. L'intensità luminosa dei LED a onda lunga è considerevolmente maggiore. Con questa disposizione dei diodi, l'intensità luminosa alla finestra di emissione del conduttore ottico risulta disomogenea (cfr. Fig. 12).

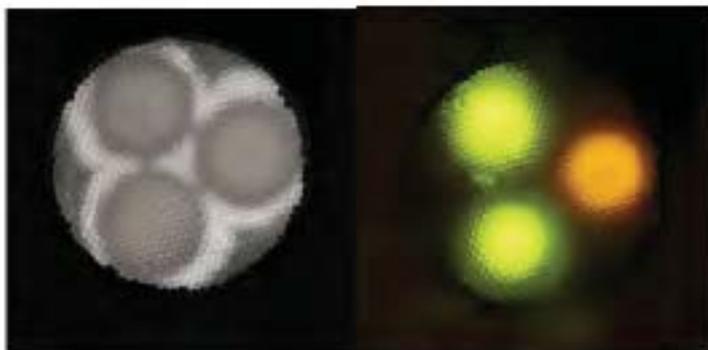


Fig. 12: Configurazione dei diodi in bluephase style. a) visione frontale b) visione frontale attraverso filtro giallo

Per assicurarsi che il composito irradiato con questo fascio di luce venga polimerizzato in modo realmente omogeneo, si misurano i valori di microdurezza in specifici punti (linee diagonali precedentemente definite) dello strato di base del campione (cfr. Fig. 4)

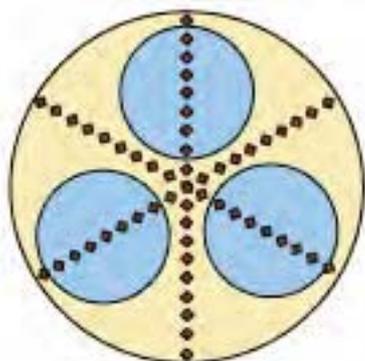


Fig. 13: Definizione dei punti di misurazione per determinare la microdurezza dello strato di base del campione in composito (blu: posizione dei LED)

Tetric EvoCeram A3 b. N07412			
Punto di misurazione	bluephase style		
	Misurazione serie A	Misurazione serie B	Misurazione serie C
1	476	463	413
2	521	511	523
3	526	516	518
4	538	519	527
5	536	530	520
6	541	528	523
7	558	548	544
8	561	549	576
9	560	546	576
10	578	565	562
11	564	569	576
12	544	559	558
13	533	544	544
14	531	546	549
15	531	543	553
16	539	530	538
17	536	506	524
18	514	468	491
19	462	405	448

Tutti i valori sono indicati in MPa.

Tabella 4: Valori di microdurezza nei punti di misurazione come da Fig. 4 (Ivoclar Vivadent AG, R&S, Schaan, 2010)

I valori misurati confermano un livello di polimerizzazione ottimale e omogeneo sull'intera superficie del campione. Non è stata rilevata alcuna differenza tra i LED di diversa lunghezza d'onda. Una potenziale disomogeneità di irradiazione non influisce sulla polimerizzazione finale dei compositi.

3.4 Polimerizzazione dei compositi con diversi iniziatori

bluephase style è una lampada fotopolimerizzatrice di terza generazione. La luce emessa da questo apparecchio copre un ampio spettro della lunghezza d'onda e può pertanto attivare tutti i fotoiniziatori noti in odontoiatria. La polimerizzazione dei compositi non contenenti Canforochinone è già stata testata con la lampada bluephase G2. Questo apparecchio, come anche bluephase style, è caratterizzato da LED emettitori di luce a 470 nm e 410 nm. Entrambi gli apparecchi hanno radianza analoga.

	CC Contenuto in %	Lucerina Contenuto in %	PPD Contenuto in %
Composito 1	0,3%		
Composito 2	0,15%	0,4%	
Composito 3		0,8%	
Composito 4	0,15%		0,15%
Composito 5			0,3%

Tabella 5: Formulazioni sperimentali di compositi contenenti differenti iniziatori in diversa percentuale nella miscela monomerica

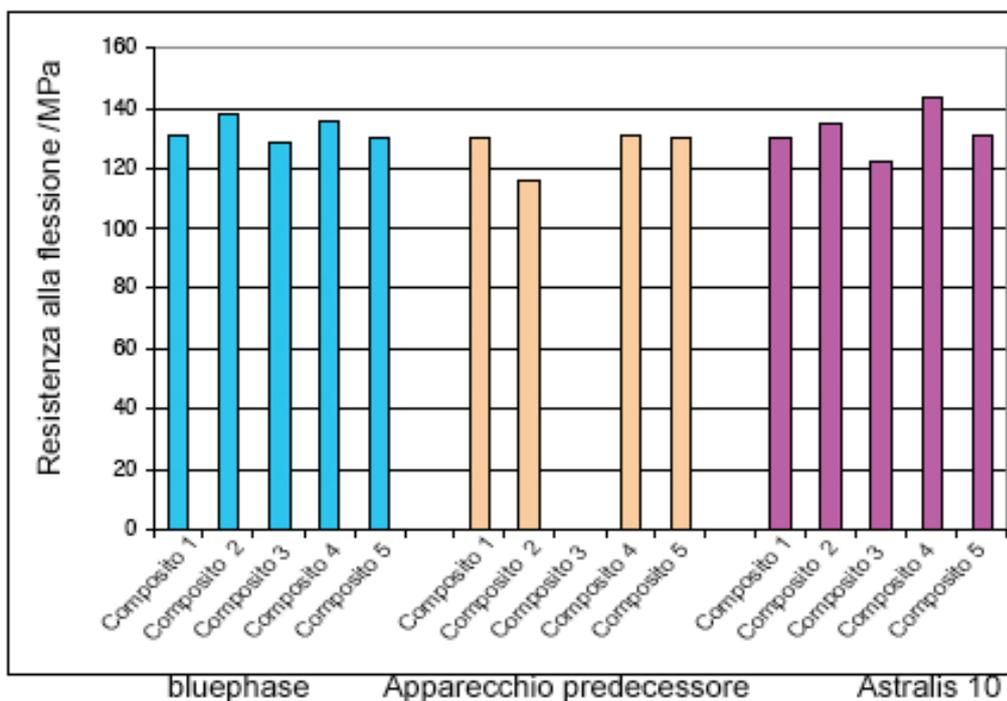


Fig. 14: Resistenza alla flessione di formulazioni sperimentali di compositi contenenti differenti percentuali di iniziatore (cfr. Tabella 2) dopo fotopolimerizzazione con l'apparecchio predecessore e bluephase in modalità High Power per 20 secondi, in raffronto con lampada alogena Astralis 10 (Ivoclar Vivadent AG, R&S, Schaan, 2007).

Tetric EvoCeram Bulk Fill è un composito trasparente con un sistema di iniziatori unico nel suo genere, per garantire una polimerizzazione uniforme fino a 4 mm di profondità. I dati delle ricerche (Tabella 6) evidenziano che bluephase style è in grado di polimerizzare Tetric EvoCeram Bulk Fill in profondità in 10 secondi di esposizione. Anche quando utilizzata con il conduttore ottico a 8 mm di distanza dalla superficie, la durezza Vickers a 4 mm di profondità risulta pari all'80% del valore di durezza dello strato di superficie.

Tetric EvoCeram Bulk Fill				
Colore: IVA				
Lampada fotopolimerizzatrice: bluephase style				
Tempo di esposizione: 10 secondi				
	Distanza dalla superficie 0 mm	% Durezza di superficie	Distanza dalla superficie 8 mm	% Durezza di superficie
0,0 mm	621	100,0	621	100,0
0,5 mm	629	101,3	616	99,2
1,0 mm	624	100,5	618	99,5
1,5 mm	612	98,6	599	96,5
2,0 mm	601	96,8	580	93,4
2,5 mm	594	95,7	562	90,5
3,0 mm	585	94,2	563	90,7
3,5 mm	568	91,5	528	85,0
4,0 mm	528	85,0	499	80,4
4,5 mm	527	84,9	465	74,9
5,0 mm	529	85,2	431	69,4
5,5 mm	506	81,5	372	59,9

Tabella 6: Durezza Vickers a diverse profondità dopo fotopolimerizzazione di Tetric EvoCeram Bulk Fill con bluephase style

3.5 Polimerizzazione attraverso la ceramica

I compositi fotoindurenti e a indurimento duale vengono utilizzati nella cementazione adesiva dei materiali da restauro indiretti. In particolar modo nei restauri in ceramica integrale su base vetroceramica si consiglia di seguire una cementazione adesiva. Per via dell'opacità di questi materiali, tuttavia, la quantità di luce che penetra attraverso il composito è notevolmente ridotta. Per questo motivo, la maggior parte dei cementi compositi contengono anche iniziatori che promuovono l'autoindurimento.

Per ragioni estetiche, si preferisce evitare l'uso del catalizzatore autoindurente con ceramiche traslucide e posizionate in zone esposte e visibili. Il catalizzatore, infatti, contiene spesso amine, le quali nel corso degli anni sono instabili alla luce. Nelle zone anteriori, p.e. faccette in ceramica, si utilizzano quindi sistemi di cementazione esclusivamente fotoindurenti (p.es. Variolink Veneer).

Con queste premesse, i professionisti del settore dentale potranno chiedersi se attraverso la corona o l'inlay penetra luce a sufficienza per garantire un indurimento adeguato del composito.

La dottoressa Ilie, che opera con il Prof. Hickel presso la LMU di Monaco, ha analizzato l'effetto di diversi tipi di ceramica, diversi spessori degli strati e differenti traslucenze, sulla profondità di indurimento di un composito esclusivamente fotoindurente (Variolink II Base).

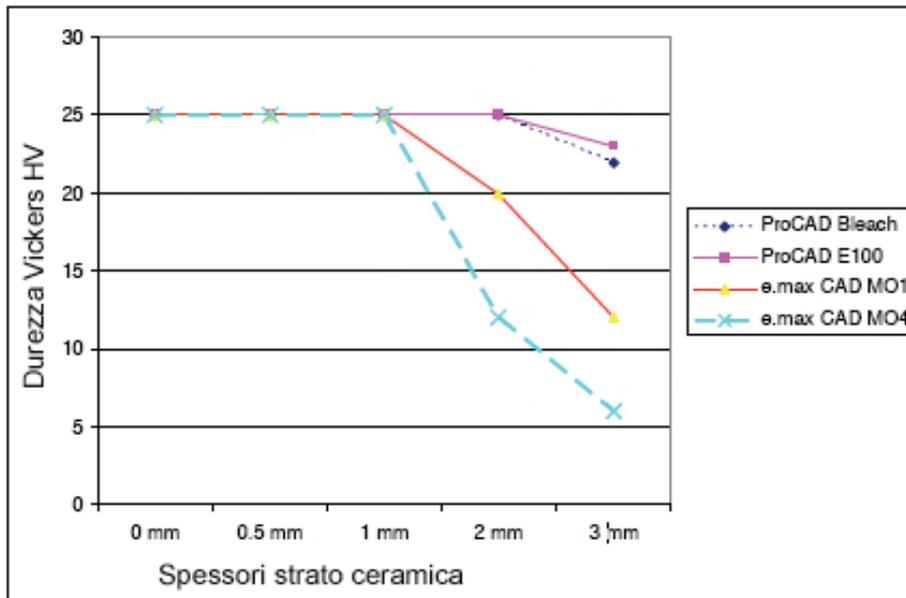


Fig. 15: Durezza Vickers di Variolink II Base dopo fotopolimerizzazione con bluephase attraverso strati di ceramica di vario spessore (ProCAD e IPS e.max CAD) (Ilie, Monaco, 2007)

ProCAD è una ceramica a base di leucite relativamente traslucida (paragonabile a IPS Empress CAD); IPS e.max CAD MO è una ceramica in disilicato di litio piuttosto opaca per la realizzazione di strutture. Con una ceramica traslucida, il composito viene polimerizzato completamente attraverso uno strato di ceramica traslucida di 3 mm; una diminuzione nel valore di durezza si rileva già a 2 mm di spessore dello strato attraverso una ceramica più opaca. In tal caso è consigliabile utilizzare un composito a indurimento duale.

bluephase (G2) è un apparecchio LED per fotopolimerizzazione con una radianza di 1.200 mW/cm². Analoghi risultati sono da prevedersi con bluephase style.

3.6 Reazione esotermica e aumento della temperatura in prossimità pulpare

L'elevata intensità luminosa di $1.100 \text{ mW/cm}^2 \pm 10\%$ genera anche del calore, percepibile se si avvicina volutamente il conduttore ottico alla cute.

In particolare quando si polimerizza in prossimità pulpare, l'impiego di lampade a elevata potenza può comportare lo sviluppo di temperatura elevata nella camera pulpare, sufficiente per arrecare danni irreversibili al tessuto.

Il Prof. Rueggeberg, Medical College of Georgia, ha messo a punto un metodo d'indagine sul riscaldamento della polpa, subito adottato da alcuni ricercatori.

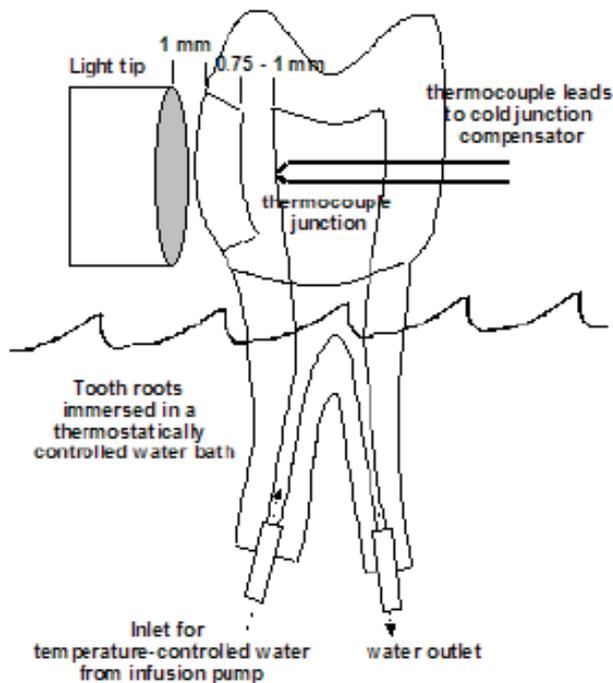


Fig. 16: Schema della misurazione della temperatura nella camera pulpare a seguito di irradiazione di una cavità cilindrica vestibolare.

In un premolare viene preparata una cavità cilindrica vestibolare, osservando uno spessore per la parete della camera pulpare di 0,75 - 1 mm. Le estremità delle radici vengono tagliate apicalmente per consentire un flusso costante di acqua, simulando così lo scambio di calore attraverso il flusso sanguigno. Opposta alla cavità si prepara un accesso alla camera pulpare e si inserisce un sensore della temperatura. Le radici del dente sono immerse in un bagno di acqua a temperatura controllata di 34 °C.

Il conduttore ottico viene posizionato a 1 mm di distanza dalla superficie cavitaria.

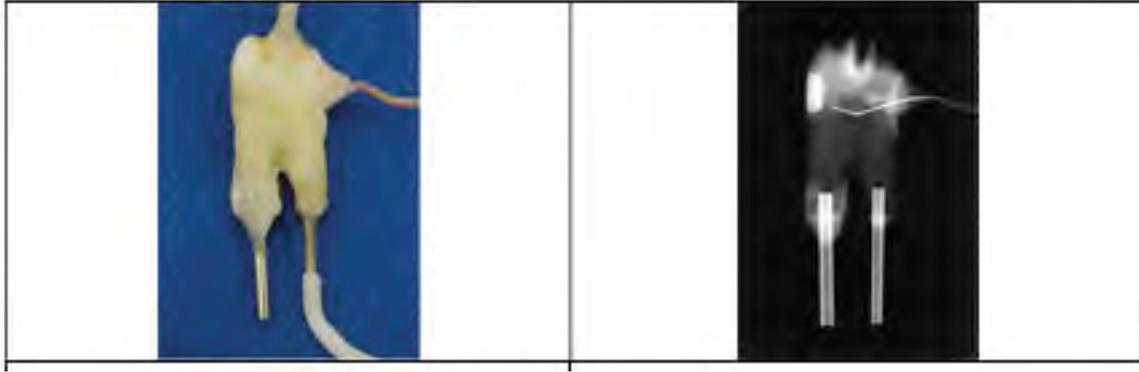


Fig. 17: Immagine di un modello di dente sperimentale

Fig. 18: Immagine radiografica del modello di dente di Fig. 17

Lo strato adesivo viene applicato prima del primo strato incrementale di composito. Questo passaggio rappresenta il punto in cui si opera più prossimi alla polpa, ed è il più critico in relazione all'influenza sul tessuto.

Contrariamente a bluephase G2, bluephase style non presenta un programma specifico per la polimerizzazione degli adesivi.

Si procede pertanto nella situazione più critica. La cavità viene polimerizzata direttamente per 10 secondi. Per il raffronto, come standard si è adottato bluephase G2 in modalità adhesive (LOW). Come standard negativo si è adottato bluephase G2 in modalità HIGH.

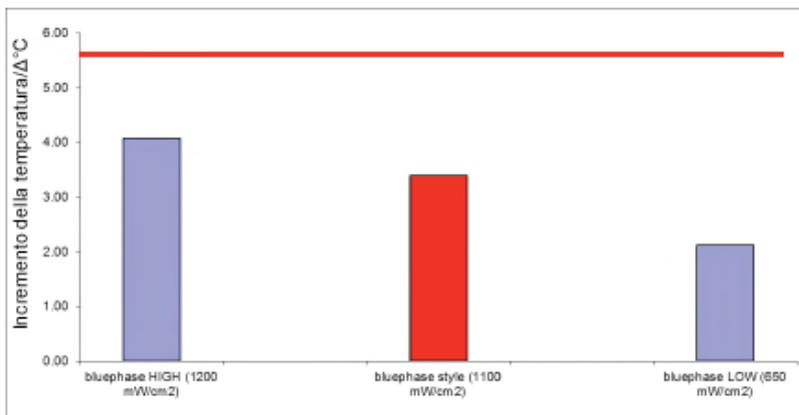


Fig. 19: Aumento della temperatura nella camera pulpare dopo polimerizzazione dell'adesivo per 10 secondi. (Rueggebert, Augusta, 2010)

Dopo 10 secondi la temperatura nella camera pulpare è cresciuta di 3,4°C. Questo valore è inferiore al valore massimo clinicamente accettabile di 5,5°C, e ciò evidenzia che bluephase style può pertanto essere utilizzata per questa applicazione senza alcun rischio. La misurazione evidenzia inoltre che il valore massimo non viene neppure raggiunto quando bluephase è impiegata impropriamente irradiando la cavità per 10 secondi in modalità HIGH.

Un raffronto tra lampade LED oggi presenti sul mercato, utilizzate per irradiare la cavità standard per 10 secondi senza strato incrementale in composito, mostra che i valori della temperatura raggiunta sono molto vicini al range critico. La lampada fotopolimerizzatrice Valo è stata utilizzata secondo le istruzioni del produttore per 2x 3 sec. in modalità plasma. Una radianza elevata può certamente costituire un rischio per la polpa e la mucosa.

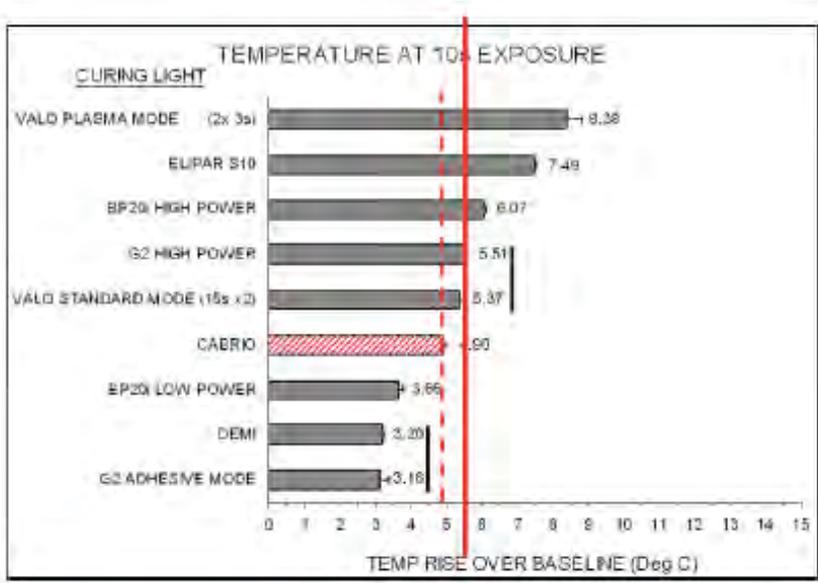


Fig. 20: Raffronto dell'aumento di temperatura dopo fotopolimerizzazione con diverse lampade e programmi. Un aumento di 5,5°C è il valore massimo clinicamente accettato per non arrecare danno irreversibile al tessuto pulpare. (Rueggeberg, Augusta, 2010)

Cabrio = bluephase style

3.7 Influenza del calore sul tessuto molle

L'effetto dell'esposizione diretta del tessuto molle alla lampada polimerizzatrice è stata indagata su topi di laboratorio in-vivo al SUNY di Buffalo.

Le analisi istologiche del tessuto delle guance dei topi testati (Prof. Munoz, SUNY, Buffalo) hanno evidenziato una rigenerazione del tessuto dopo un massimo di due settimane dalla irradiazione con diverse lampade fotopolimerizzatrici, secondo i tempi di esposizione raccomandati. Per l'indagine sono state utilizzate le seguenti lampade per fotopolimerizzazione:

Lampada	Tipo	Intensità luminosa (mW/cm ²)	Tempo di polimerizzazione	Energia (mWs/cm ²)
bluephase	LED	1200	10	12000
bluephase 20i	polywave LED	2000	5	10000
Astralis 10	Alogena	1000	10	10000
Swiss Master Light	Alogena	3000	3	9000
Sapphire	Plasma	2700	3	8100

Tabella 7: Energia effettiva di differenti lampade fotopolimerizzatrici adottate nel test in-vivo (Munoz, SUNY, 2006, 2009)

10 secondi di esposizione con bluephase style corrispondono a una dose di energia di 11.000 mWs/ cm².

Si può pertanto affermare che l'irradiazione della mucosa con bluephase style per 10 secondi con il conduttore ottico posizionato direttamente sul tessuto non arreca alcun danno irreversibile.

3.8 Esperienza clinica con bluephase style

Un prototipo di bluephase style è stato utilizzato nello studio odontoiatrico della clinica interna dal Dr Peschke, con risultati eccellenti sia nella polimerizzazione di restauri diretti sia nella cementazione di restauri indiretti. Le straordinarie proprietà ergonomiche dell'apparecchio sono state valutate come estremamente vantaggiose.

4. Letteratura

ADA; Professional Product Review 1, Issue 2, Fall 2006

Burtscher P: Stability of radicals in cured composite materials. *Dent Mater* 9, 218–221 (1993)

Christensen GJ: New LED lights challenge plasma arc. *CR Clinicians' Report* March 2009, Vol. 2, Issue 3 (2009)

Clinicians' Report: CRA 2010;3 (Oct.)

Ernst CP, Schattenberg A: Relative Oberflächenhärte verschiedener Composites nach LED-Polymerisation aus 7 mm Abstand. *Dtsch Zahnärztl Zeitschr* 60, 154-160 (2005)

Ernst CP, Busemann I: Feldtest zur Lichtemissionsleistung von Polymerisationsgeräten in zahnärztlichen Praxen. *Dtsch Zahnärztl Zeitschr* 61, 466-471 (2006)

Fan PL, Schumacher RM, Azzolin K, Geary R, Eichmiller FC: Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. *J Am Dent Assoc* 133, 429-433 (2002)

Fowler CS, Swartz ML, Moore BK: Efficacy testing of visible-light-curing units. *Oper Dent* 19, 47–52 (1994)

Ilie N, Felten K: Shrinkage behaviour of a resin-based composite irradiated with modern curing units. *Dent Mater* 21, 483-489 (2005)

Koch A, Hiller KA: Effektivität von high Power LED-und Halogenpolymerisationsgeräten durch Keramik. *Dtsch Zahnärztl Zeitschr* 62, 26-38 (2007)

Lussi A, Zimmerli B: Composite-Aushärtung mit neuen LED-Geräten. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 115, 1182-1187 (2005)

Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH: Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J* 186, 388-391 (1999)

Pelissier B, Chazel JC, Castany E, Duret F: Lampes à photopolymériser. *Stomatologie* 1-11 (2003)

Price RB, Murphy DG, Dérand T: Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int* 31, 659 – 667 (2000)

Price RB: Evaluation of dual peak third generation LED curing light. *Contin. Educ. Dent.* 26, 331-332, 336-338 (2005)

Price RB: Third generation vs a second generation LED curing light. *Contin. Educ. Dent.* 27, 490-496 (2006)

Price RB, Fahey J, Felix C: Knoop hardness of five different composites cured with single-peak and polywave LED curing lights. *Quintessence Int.* 41, e181-e191 (2010)

Tjan AHL, Dunn JR: Temperature rise produced by various visible light generators through dentinal barriers. *J Prosthet Dent* 59, 433–438 (1988)

Visvanathan A, Ilie N: The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. *Dent Mater* 23, 777-784 (2007)

Watts DC, Amer O, Combe EC: Characteristics of visible-light-activated composite systems. *Br Dent J* 156, 209-215 (1984)

La presente documentazione contiene un'indagine su dati scientifici interni ed esterni ("Informazione"). La documentazione e l'Informazione sono state esclusivamente realizzate per un uso interno a Ivoclar Vivadent e per i partner di Ivoclar Vivadent.

Non sono destinati ad altro utilizzo. Mentre pensiamo che il documento (Informazione) sia attuale, non abbiamo revisionato tutti i suoi contenuti e non siamo in grado, né è nostra intenzione, di garantire accuratezza, veridicità o affidabilità dell'intero documento. Non saremo pertanto ritenuti responsabili dell'uso o dell'attendibilità delle informazioni contenute, anche se siamo stati avvisati del contrario. In particolare, l'uso di questo documento è a vostro unico rischio, viene fornito "allo stato dell'arte" "come si trova" e senza alcuna garanzia espressa o implicita, inclusa (senza limitazione) quella di commerciabilità o idoneità ad un particolare scopo. Il presente documento viene fornito senza corrispettivo in denaro e in alcun caso potremo essere considerati responsabili nei vostri confronti, o nei confronti di qualsiasi altro utilizzatore, in caso di danno accidentale, diretto, indiretto, consequenziale, speciale o punitivo (compreso, ma non limitato, ai danni derivanti dalla perdita dei dati, perdita di utilizzo, o qualsiasi costo per procurarsi informazioni sostitutive) che possa derivare da un vostro utilizzo o da utilizzo altrui del presente documento. Né potremo essere considerati responsabili in caso d'incapacità di utilizzo delle presenti informazioni sebbene noi per primi o i nostri agenti sono consapevoli della possibilità che tale danno possa sorgere.

Ivoclar Vivadent AG
Ricerca e Sviluppo
Servizio Scientifico
Bendererstrasse 2
FL -9494 Schaan
Liechtenstein

Contenuti: Dr Thomas Völkel
Pubblicato: agosto 2011