



# Impatto delle condizioni di sterilizzazione sulle proprietà meccaniche della resina Surgical Guide Resin stampata in 3D

**Gülgün Satici**  
Industrial Engineer

## 1. Introduzione

L'uso di restauri supportati da impianti è diventato sempre più diffuso nell'odontoiatria moderna grazie alla loro precisione superiore e al flusso di lavoro semplificato rispetto ai restauri convenzionali. Numerosi studi hanno documentato l'elevato successo clinico e i tassi di sopravvivenza a lungo termine dei restauri supportati da impianti [1-2]. La chirurgia implantare è una procedura invasiva durante la quale la guida chirurgica entra in contatto con tessuti umani, sangue e mucose. Pertanto, se le guide chirurgiche non sono adeguatamente sterilizzate, i microrganismi possono facilmente entrare nella ferita chirurgica e influenzare negativamente il successo dell'intervento e la durata dell'impianto [3]. Inoltre, le guide chirurgiche devono essere sterilizzate o disinfettate per evitare contaminazioni o rischi di infezione.

La sterilizzazione si riferisce alla completa distruzione di tutta la vita microbica mediante processi fisici o chimici, mentre la disinfezione elimina i microrganismi che formano spore batteriche [4]. Secondo le linee guida del CDC per la disinfezione e la sterilizzazione nelle strutture sanitarie, i dispositivi medici che entrano in contatto con tessuti e sangue umani sono apparecchiature ad alto livello di rischio che richiedono metodi di sterilizzazione elevati [5]. Sebbene siano stati utilizzati vari metodi di sterilizzazione, la sterilizzazione in autoclave a vapore è ancora il metodo di sterilizzazione più comunemente utilizzato nella pratica odontoiatrica grazie al suo basso costo, alla praticità e al comprovato effetto di sterilizzazione [6-7].

Questo studio esamina l'influenza della sterilizzazione in autoclave a vapore a diverse temperature sulle proprietà meccaniche (modulo di flessione e resistenza alla flessione) delle guide chirurgiche stampate in 3D. Valuta inoltre la precisione di queste guide prima e dopo la sterilizzazione a vapore a 121°C (>1 bar, 20 min) e 134°C (>2 bar, 10 min). Il suo scopo è verificare la procedura di sterilizzazione ottimale per mantenere le prestazioni cliniche.

## 2. Materiali e Metodi

Ediciotto campioni standard sono stati prodotti utilizzando una stampante 3D basata su LCD con uno spessore dello strato di 50 µm. I campioni sono stati realizzati con materiale guida chirurgico (Surgical Guide Resin Trasformer) per analizzare le proprietà flessionali dei materiali prima e dopo la sterilizzazione a diverse temperature in un'autoclave a vapore. Dopo aver pulito i campioni con alcol isopropilico, tutti i campioni stampati sono stati fotopolimerizzati con 2000 flash (1000 flash sul lato anteriore e 1000 flash sul lato posteriore dei campioni) con un dispositivo di polimerizzazione (Otoflash G17, NK Optik, Baierbrunn, Germania) in un ambiente inerte (senza ossigeno). I campioni sono stati suddivisi in tre gruppi (A, B e C), ciascuno contenente sei campioni:  
Gruppo A (Controllo): Nessuna sterilizzazione applicata.

**TRASFORMER IS TRADEMARKS OF PPM S.R.L.**

Gruppo B: Sterilizzato a 121°C, pressione >1 bar per 20 minuti.

Gruppo C: Sterilizzato a 134°C, pressione >2 bar per 10 minuti.

I campioni sono stati valutati utilizzando una prova di flessione a tre punti con una macchina di prova universale Zwick Z250 (ZwickRoell, Yokohama, Giappone). La velocità di carico applicata è stata impostata a 5 mm/min e i risultati rappresentano i valori medi di sei campioni per gruppo.

### 3. Risultati

Per visualizzare meglio l'impatto delle condizioni di sterilizzazione sulle proprietà meccaniche dei campioni, i risultati sono presentati sia in formato tabellare che grafico. Le figure seguenti illustrano le variazioni del modulo di flessione e della resistenza alla flessione in diverse condizioni di sterilizzazione, consentendo una valutazione comparativa del comportamento del materiale prima e dopo la sterilizzazione in autoclave.

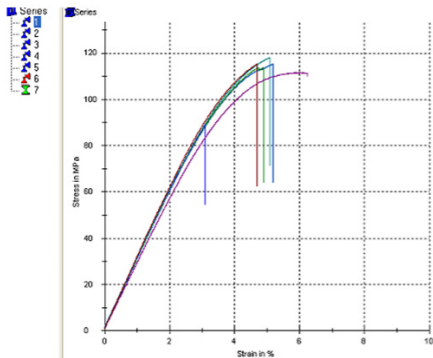


Figura 1: Risultati grafici della prova di flessione a tre punti condotta sul Gruppo A

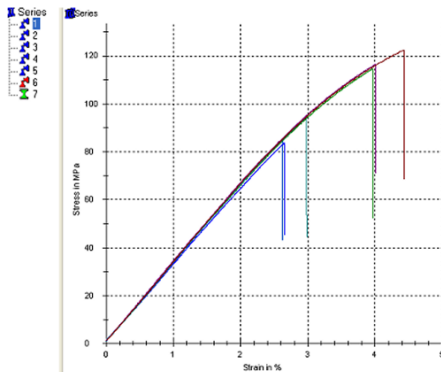


Figura 2: I risultati della prova di flessione a tre punti condotta sul Gruppo B

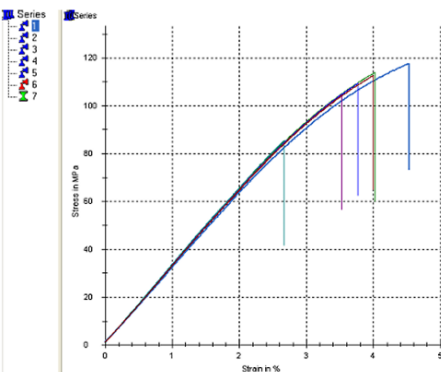


Figura 3: I risultati della prova di flessione a tre punti condotta sul Gruppo C

TRASFORMER IS TRADEMARKS OF PPM S.R.L.

Via Colloredo, 80  
33010 Pagnacco (UD) - Italy

[www.trasformersystem.com](http://www.trasformersystem.com)

0432 650047

[info@trasformersystem.com](mailto:info@trasformersystem.com)

GRUPPO	MODULO DI FLESSIONE (MPA)	RESISTENZA ALLA FLESSIONE (MPA)
A (Control)	3001	110.4
B (121°C)	3272	102.7
C (134°C)	3216	107.2

Tabella 1: Risultati di tutti i campioni

#### 4. Conclusioni

Questo studio dimostra l'impatto della sterilizzazione in autoclave a vapore a due diverse temperature, 121°C e 134°C, sul modulo di flessione e sulla resistenza della resina *Surgical Guide Resin* utilizzata nella chirurgia implantare guidata. Sebbene sia stato osservato un aumento del modulo di flessione, questo non è risultato statisticamente significativo, il che indica che la sterilizzazione non influisce negativamente sulle prestazioni meccaniche del materiale.

Nonostante una leggera riduzione della resistenza alla flessione, la diminuzione è rimasta entro limiti clinicamente accettabili. La diminuzione è stata meno pronunciata a 134°C, il che suggerisce che questa temperatura più elevata potrebbe essere preferibile per la sterilizzazione. Tuttavia, le differenze tra le due condizioni di sterilizzazione erano minime, consentendo un utilizzo sicuro di entrambi i protocolli nella pratica clinica.

Questi risultati confermano che *Surgical Guide Resin* è resistente alla sterilizzazione in autoclave e mantiene la sua integrità meccanica. Il materiale conserva le sue proprietà igieniche e strutturali, rendendolo un'opzione sicura e durevole per gli interventi di implantologia guidata.

Nel complesso, questo studio fornisce solide prove scientifiche del fatto che la resina *Surgical Guide Resin* può resistere alla sterilizzazione senza comprometterne la stabilità meccanica, rafforzandone l'affidabilità come materiale sterile e ad alte prestazioni nelle procedure implantari.

#### Riferimenti

##### Gülgün Satici Industrial Engineer CRS Resin

- Karami, D.; Alborzina, H. R.; Amid, R.; Kadkhodazadeh, M.; Yousefi, N.; Badakhshan, S. In-Office Guided Implant Placement for Prosthetically Driven Implant Surgery. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction* 2017, 10 (3), 246–254. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1584891>.
- Younes, F.; Cosyn, J.; De Bruyckere, T.; Cleymaet, R.; Bouckaert, E.; Eghbali, A. A Randomized Controlled Study on the Accuracy of Free-Handed, Pilot-Drill Guided and Fully Guided Implant Surgery in Partially Edentulous Patients. *Journal of Clinical Periodontology* 2018, 45 (6), 721–732. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12897>.
- Sennhenn-Kirchner, S.; Weustermann, S.; Mergeryan, H.; Jacobs, H. G.; Borg- von Zepelin, M.; Kirchner, B. Preoperative Sterilization and Disinfection of Drill Guide Templates. *Clinical Oral Investigations* 2007, 12 (2), 179–187. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0153-9>.
- The International Organisation for Standardization. Sterilization of Health Care Products—Vocabulary of Terms Used in Sterilization and Related Equipment and Process Standards (ISO 11139:2018). <https://www.iso.org/standard/66262.html>, 2024.
- Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities (2008). <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-and-sterilization/index.html>, 7 December 2023.
- Han, A.; Tsoi, J. K. H.; Matinlinna, J. P.; Zhang, Y.; Chen, Z. Effects of Different Sterilization Methods on Surface Characteristics and Biofilm Formation on Zirconia in Vitro. *Dental Materials* 2018, 34 (2), 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.012>.
- Carvalho, F. G.; Gonçalves, L. S.; Carlo, H. L.; Soares, C. J.; Correr-Sobrinho, L.; Puppim-Rontani, R. M. Influence of Sterilization Method on the Bond Strength of Caries-Affected Dentin. *Braz. Oral Res.* 2009, 23 (1), 11–16. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242009000100003>.

TRASFORMER IS TRADEMARKS OF PPM S.R.L.