

DOCUMENTO RIEPILOGATIVO

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Neuroscienze

Direttore Prof. Alessandro Martini

CORSO DI LAUREA A CICLO UNICO IN ODONTOIATRIA E
PROTESI DENTARIA

Presidente Prof. E. Stellini

Titolo tesi: “Valutazione delle proprietà meccaniche di 3 tipi PMMA per
protesi mobili totali prodotti tramite tecnica convenzionale,
CAD/CAM e stampa 3D”

Laureando: Alberto Gattazzo

Relatore: Chiar.mo Prof. Edoardo Stellini

Correlatori: Dott. Adolfo Di Fiore, Prof. Roberto Meneghello

Tesi discussa il 09/07/2019

ABSTRACT

Introduzione

L'utilizzo di tecnologie digitali, additive o sottrattive nella produzione di protesi removibili ad appoggio mucoso o implantare può semplificare i protocolli di produzione e ridurre i costi, tuttavia poche sono le informazioni presenti in letteratura riguardo le caratteristiche meccaniche e superficiali.

Scopo della tesi

Comparare le proprietà meccaniche e la rugosità superficiale del polimetilmetacrilato (PMMA) per protesi rimovibili prodotto attraverso tre tecniche differenti : convenzionale, sottrattiva e additiva.

Materiali e metodi

Sono stati realizzati per ogni gruppo sei parallelepipedi (64x 10 x 3,3 mm) con tecnica convenzionale con PMMA Aesthetic Blue Candulor (CV), 6 con fresatore SilaMill 5 SILADENT con tecnica sottrattiva (SOT) da una cialda e 6 con tecnica additiva con stampante MoonRay Model S (DLP) (3D). I campioni sono stati misurati usando un calibro digitale (Absolute Digimatic Calliper Series 551). Sono stati eseguiti il test di rugosità superficiale pre e post lucidatura (ISO 16610-21:2011), usando il profilometro a stilo (TAYLOR HOBSON Form Talysurf i-Series 1) per la valutazione delle proprietà superficiali ed il test di flessione a 3 punti (ISO 20795-1:2013), usando una macchina universale (Acumen 3)

Risultati

Il gruppo SOT ha dimostrato una minor rugosità di superficie ($p < 0,001$) ma in seguito a lucidatura non sono emerse differenze statisticamente significative tra i 3 gruppi ($p = 0,22$) ed ha dimostrato caratteristiche meccaniche superiori in termini di carico di rottura, massima resistenza alla flessione, modulo elastico e yield point. "3D" ha dimostrato una deformazione plastica più ampia.

Discussione

La minor rugosità di superficie derivante dalla fresatura determina un minor accumulo di placca, ma solo sulle parti della protesi non lucidate. Utilizzare un materiale pre-polimerizzato conferisce caratteristiche meccaniche superiori. La stampa 3D produce protesi con un comportamento meccanico simile rispetto a quelle convenzionali.

Conclusioni

Il gruppo SOT risulta il metodo di produzione più indicato di produzione delle protesi mobili.

TESTO

INTRODUZIONE

L'edentulia è una condizione in cui l'individuo presenta una mancanza parziale o completa degli elementi dentari ed è maggiormente presente tra gli individui con più di 65 anni d'età con una prevalenza in Italia in questa fascia d'età circa del 19%. È correlata a diverse patologie tra cui patologie cardiovascolari, diabete, disordini cognitivi, disfagia, disfonia ed implica una significativa riduzione della qualità di vita (*Eke et Al. 2016*).

Le soluzioni ad oggi efficaci per riabilitare la funzione masticatoria dell'edentulo sono la protesi ad appoggio mucoso e la protesi impianto-supportata.



L'implantologia si basa sul fenomeno dell'osteointegrazione che è definita come un contatto diretto strutturale e funzionale tra osso vivente e la superficie dell'impianto sottoposto a carico.

I principali vantaggi offerti da questa soluzione sono maggior stabilità e ritenzione della protesi e minor ingombro protesico.

La protesi ad appoggio mucoso, o protesi mobile, è costituita da elementi dentari in resina acrilica o ceramica appoggiati su una base di resina rosa sostenuta da tessuti duri e molli del cavo orale. Questo tipo di protesi viene utilizzata per il suo minor costo di realizzazione ed in presenza di condizioni sistemiche o assunzione di farmaci che controindicano l'inserimento degli impianti, come l'immunosoppressione, il trattamento attivo di tumori con radio o chemioterapia e l'uso di farmaci bisfosfonati per via endovenosa (*MacEntee et Al. 1998, Hwang et Al. 2006*).



La tecnica ad oggi maggiormente utilizzata per la realizzazione delle protesi rimovibili è la cosiddetta tecnica convenzionale che si basa su una serie di almeno 5 sedute. Tuttavia, negli ultimi anni le tecnologie digitali stanno rivoluzionando il mondo odontoiatrico. L'approccio digitale prevede invece la realizzazione della protesi tramite un workflow, un flusso di lavoro, che può essere interamente o parzialmente digitale a seconda dei passaggi che vengono digitalizzati. Il primo tra questi è l'impronta può essere realizzata direttamente nel cavo orale del paziente tramite uno scanner intraorale oppure tramite una scansione extraorale di un'impronta ottenuta tramite tecnica convenzionale. A questo si aggiunge la possibilità di scannerizzare i valli in cera ed utilizzare uno scanner facciale per eseguire le prove funzionali, estetiche e fonetiche con il fine di semplificare e ridurre i tempi operativi (*Schweiger et Al 2017*).

La protesi "digitale" viene progettata tramite un software CAD (computer aided design) e successivamente realizzata tramite una tecnologia CAM (computer aided manufacturing). Queste si dividono in 2 grandi filoni: le tecniche sottrattive e le tecniche additive.

La tecnica sottrattiva prevede la realizzazione del manufatto per fresatura a partire da un blocco di materiale pre-polimerizzato. Diverse sono le tipologie di fresatori utilizzati così come i materiali e i manufatti prodotti: le maggiori applicazioni si trovano nella produzione di intarsi, ponti, faccette e corone in zirconio o disilicato di litio ma anche per la produzione di protesi rimovibili, overdenture e Toronto Bridge in polimetilmetacrilato (PMMA).

La tecnica additiva permette invece la realizzazione del manufatto tramite addizione di materiale. Le principali tecnologie di stampa impiegate in odontoiatria sono: la sinterizzazione, utilizzata per la realizzazione di cappette metalliche e protesi scheletrate, l'impiego di materiali termoplastici per la realizzazione di scaffold di biomateriali e la fotopolimerizzazione per la produzione di allineatori dentali ma anche di protesi mobili.

Ciò che si chiede il clinico è se le protesi prodotte con queste nuove tecniche abbiano caratteristiche meccaniche migliori rispetto a quelle prodotte tramite tecnica convenzionale.

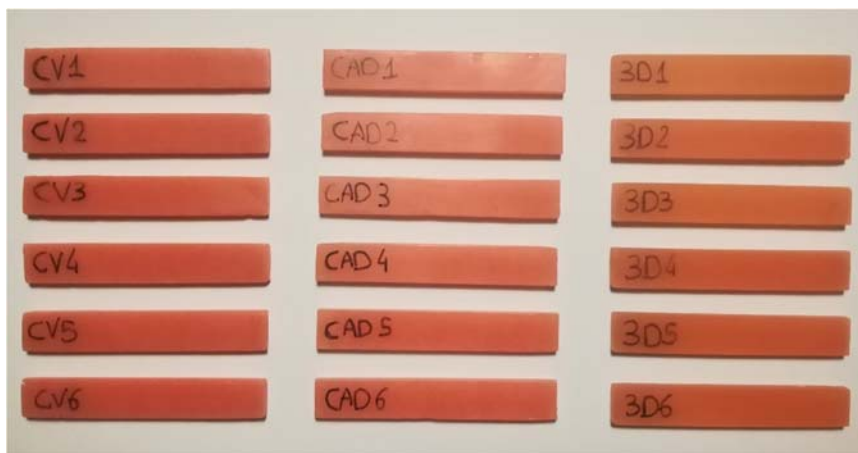
La resistenza meccanica e le caratteristiche di superficie (asperità) delle protesi prodotte tramite tecnologie additive e sottrattive sono comparabili?

Perciò lo scopo della tesi è quello di valutare le proprietà meccaniche e la rugosità superficiale di 3 metodi di produzione del PMMA

Infatti, migliori proprietà meccaniche consentono di realizzare protesi durevoli, meno ingombranti e più confortevoli ed una minor rugosità di superficie permette un minor accumulo di placca batterica ed incidenza di stomatiti da protesi (Gendreau et Al 2011, Maeda et Al. 1994).

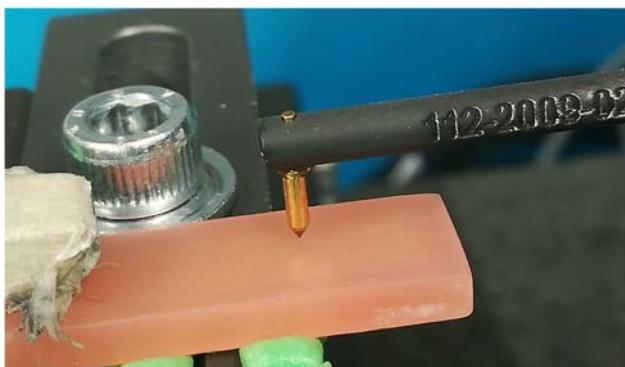
MATERIALI E METODI

Lo studio è stato realizzato "in vitro", su campioni che riproducono la superficie di una protesi mobile. Sono stati prodotti 18 parallelepipedi di PMMA di dimensione 64x10x3,3mm:



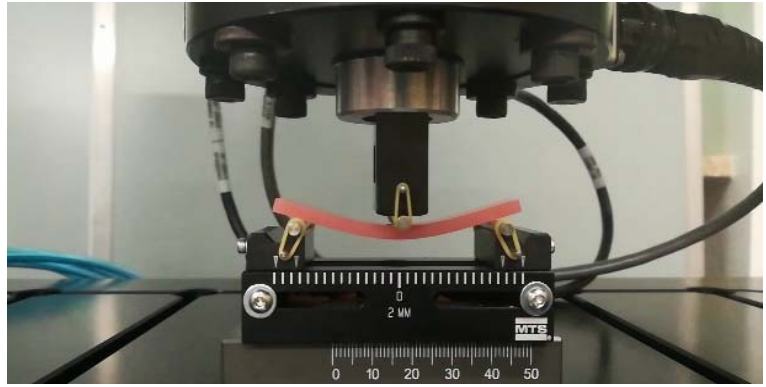
- 6 campioni con tecnica convenzionale con PMMA Aesthetic Blue Candulor (CV),
- 6 campioni da una cialda di PMMA Ruthinuum con fresatore SilaMill 5 SILADENT con tecnica sottrattiva (SOT)
- 6 campioni con tecnica additiva in PMMA con stampante MoonRay Model S (DLP) (3D).

I test condotti sono stati un test di rugosità ed un test di rottura a 3 punti secondo le normative vigenti.



Il test di rugosità ha valutato la rugosità di superficie del materiale. È stato realizzato tramite un profilometro a stilo TAYLOR HOBSON Form Talysurf i-Series 1, secondo normativa (ISO 16610-21:201). Le misure sono state eseguite sia prima che dopo la lucidatura con 6 profili per ogni campione e sono stati analizzati i parametri Ra e Rt, rispettivamente la rugosità media e la massima distanza tra picchi e valli del profilo.

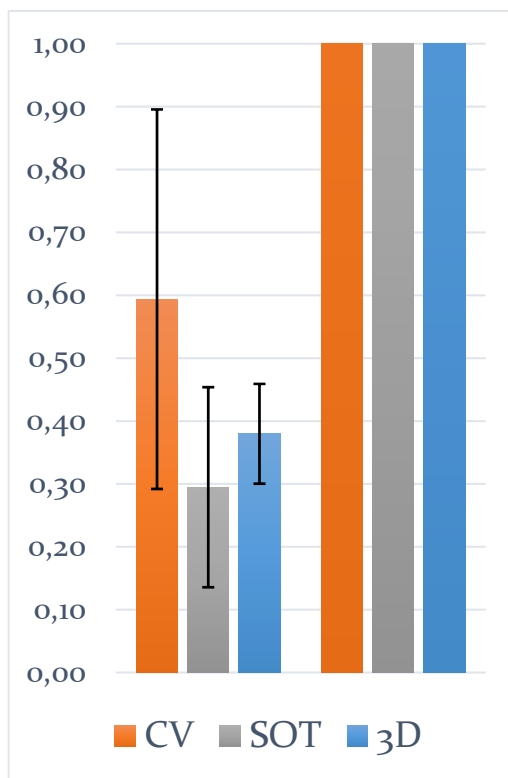
Il test di rottura a 3 punti ha valutato la resistenza meccanica del materiale alla rottura. È stato eseguito tramite il MTS Acumen 3 secondo normativa (ISO 20795-1:2013) ad una velocità di 5 mm/min e sono stati analizzati i parametri del carico di rottura [N], il rapporto Tensione/Deformazione [Mpa] / %, il modulo elastico [Mpa] e lo Yield Point [Mpa]. Anova Test con analisi di Bonferroni è stato utilizzato per un'analisi statistica comparativa.



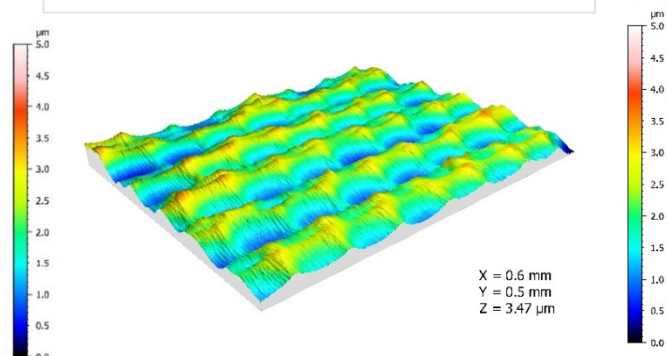
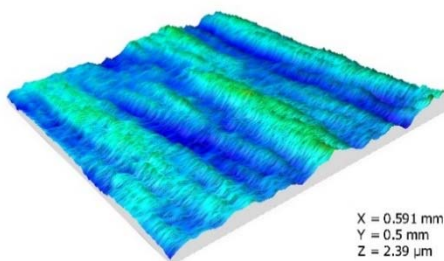
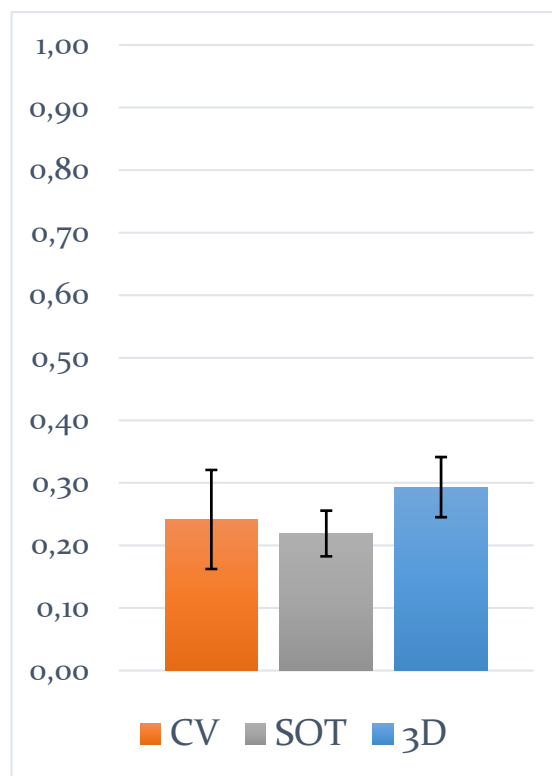
RISULTATI

Il test di rugosità pre-lucidatura il gruppo «Tecnica sottrattiva» ha mostrato valori di rugosità inferiori, seguito da «Stampa 3D» e «Convenzionale» e sono emerse differenze statisticamente significative tra i gruppi. In seguito a lucidatura i valori di rugosità si sono uniformati e non sono emerse differenze statisticamente significative.

Ra pre-lucidatura



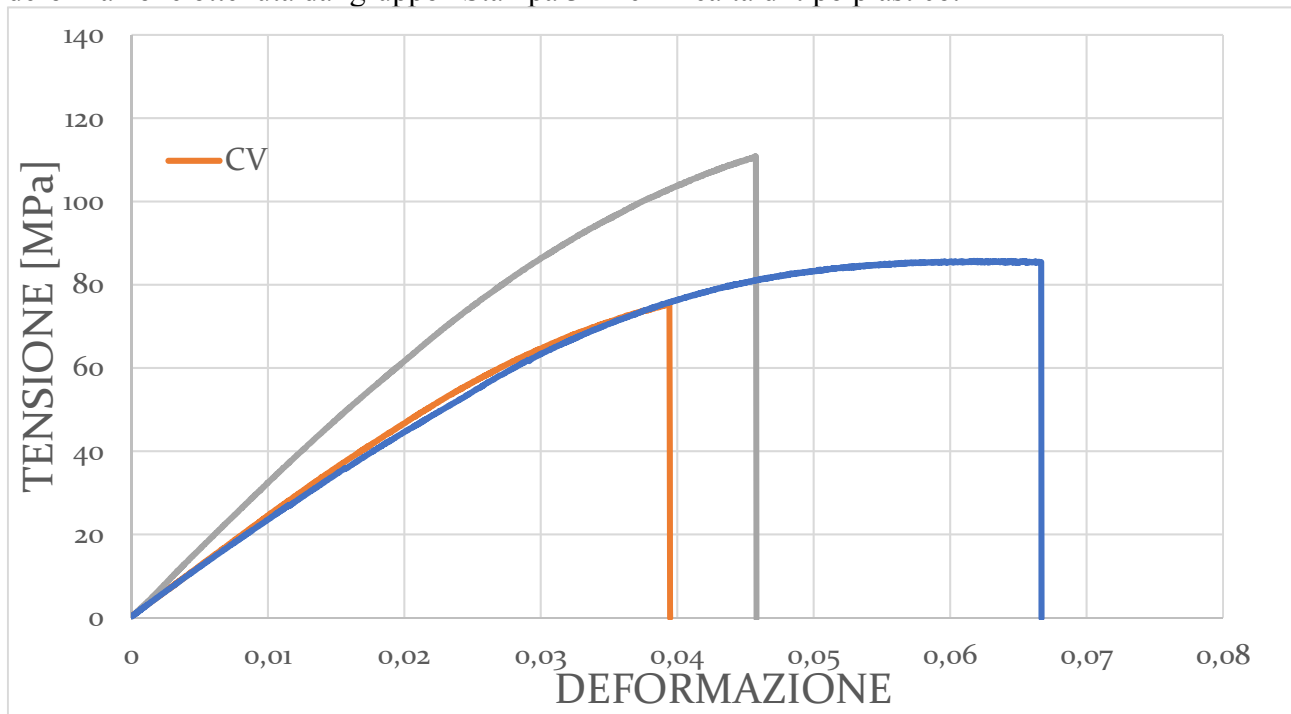
Ra post-lucidatura



Al test di rottura a 3 punti Il gruppo «SOT» ha mostrato un carico massimo alla rottura più elevato, seguito da «Stampa 3D» e «Convenzionale».

Sempre il gruppo «SOT» ha mostrato un modulo elastico più elevato, seguito da «Convenzionale» e «Stampa 3D».

In un grafico che mostra il rapporto tra tensione e deformazione dei materiali il gruppo «SOT» ha dimostrato una tensione più elevata, mentre il gruppo «Stampa 3D» ha mostrato una deformazione più ampia. Il calcolo dello Yield Point, il punto in cui la deformazione del materiale passa da una fase elastica, quindi reversibile, a plastica o irreversibile, ha permesso di capire che l'ampia deformazione ottenuta dal gruppo «Stampa 3D» è in realtà di tipo plastico.



DISCUSSIONE/CONCLUSIONI

Per quanto riguarda la rugosità pre-lucidatura la letteratura corrente afferma che la tecnica sottrattiva comporta una minore rugosità superficiale e la tesi la conferma: il materiale fresato CAD/CAM è il meno rugoso, seguito da quello stampato in 3D e da quello prodotto tramite tecnica convenzionale (*Steinmassl et Al. 2018*).

Per quanto riguarda la rugosità in seguito a lucidatura la letteratura corrente afferma che la fresatura tecnica sottrattiva comporta una maggior rugosità rispetto alla tecnica convenzionale mentre la tesi non individua differenze di rugosità statisticamente significative tra i metodi di produzione (*Srinivasan et Al. 2018*).

Si conclude che il metodo di produzione della protesi influisce sulla sua rugosità superficiale, ma in seguito a lucidatura questa tende ad uniformarsi.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche la letteratura afferma che il PMMA pre-polimerizzato fresato al CAD/CAM ha caratteristiche meccaniche superiori, ma modulo elastico uguale rispetto alla tecnica convenzionale (*Srinivasan et Al. 2018*).

La tesi conferma in parte la letteratura, il gruppo «SOT» ha dimostrato infatti caratteristiche meccaniche superiori, ma anche un'elasticità superiore.

La tesi conclude che il PMMA pre-polimerizzato e fresato CAD/CAM emerge come miglior metodo di produzione per una protesi mobile.

La stampa 3D del materiale consente comunque di avere caratteristiche meccaniche simili alla tecnica convenzionale ma con una deformazione nettamente più ampia. Questa deformazione, nonostante sia di tipo plastico è comunque un comportamento preferibile rispetto alla rottura che avviene a parità di deformazione nella protesi convenzionale.

BIBLIOGRAFIA

- Eke PI, Wei L, Borgnakke WS, Thornton-Evans G, Zhang X, Lu H, McGuire LC, Genco RJ. «Periodontitis prevalence in adults \geq 65 years of age, in the USA.» *Periodontol* 2000. 2016 Oct;72(1):76-95.
- Gendreau L, Loewy ZG. Epidemiology and etiology of denture stomatitis. *J Prosthodont.* 2011 Jun;20(4):251-60.
- Hwang D, Wang HL. Medical contraindications to implant therapy: part I: absolute contraindications. *Implant Dent.* 2006 Dec;15(4):353-60
- ISO 16610-21:2011 «Geometrical product specifications (GPS) -- Filtration -- Part 21: Linear profile filters: Gaussian filters»
- ISO 201795-1:2013 «Dentistry -- Base polymers -- Part 1: Denture base polymers.»
- MacEntee MI, Walton JN. The economics of complete dentures and implantrelated services: a framework for analysis and preliminary outcomes. *J Prosthet Dent.* 1998 Jan;79(1):24-30.
- Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont.* 1994 Jan-Feb;7(1):17-21.
- Schweiger J, Güth JF, Edelhoff D, Stumbaum J. Virtual evaluation for CAD/CAM fabricated complete dentures. *J Prosthet Dent.* 2017 Jan;117(1):28-33.
- Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M, Durual S, Schimmel M, Müller F. «CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness» *Dent Mater J.* 2018 Jul 29;37(4):526-533.
- Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. «Influence of CAD/CAM fabrication on denture surface properties. *J Oral Rehabil.* 2018 May;45(5):406-413.