UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea Magistrale in Odontoiatria e Protesi Dentaria
Coordinatore: Prof. Maurizio Procaccini

STABILITÀ DEL COLORE IN DIFFERENTI MATERIALI DA CEMENTAZIONE ADESIVA

Relatore: Chiar.mo
Prof. Angelo Putignano

Tesi di Laurea di:
Marta Casciana

Correlatore: Chiar.ma
Prof.ssa Giovanna Orsini

Anno Accademico 2018 - 2019

INDICE

Introduzione **1**

1. IL COLORE **4**

1.1 Principali sistemi per definire il colore **6**

1.1.1 Scala Munsell **6**

1.1.2 Spazio colore CIELab **8**

1.1.3 Spazio colore CIELCh **10**

1.2 Strumenti per rilevare il colore con metodo oggettivo **12**

1.2.1 Colorimetro **12**

1.2.2 Spettrofotometro **13**

2. CEMENTI RESINOSI **16**

2.1 Restauri indiretti **21**

3. AGENTI COLORANTI **23**

4. PARTE SPERIMENTALE **25**

4.1 Obiettivo **25**

4.2 Materiali e metodi **25**

4.3 Risultati **32**

4.4 Discussione **41**

5. CONCLUSIONI **43**

BIBLIOGRAFIA **44**

RINGRAZIAMENTI **49**

INTRODUZIONE

I cementi dentari nascono intorno al 1850 come materiali da otturazione.

Nell'arco di un secolo e mezzo questa categoria di materiali si è evoluta e ampliata moltissimo ed oggi sono ancora tra i prodotti maggiormente utilizzati nella pratica odontoiatrica [1].

Negli ultimi anni l'odontoiatria ha rivolto la sua attenzione alla cementazione adesiva che, come suggerisce il nome, si basa sull'adesione ai tessuti dentali.

L'adesione è definita come "il meccanismo che lega due substrati (aderendi) in intimo contatto attraverso un'interfaccia" [2].

A differenza di quanto accade nella cementazione convenzionale, nelle preparazioni che si fanno per cementazione adesiva non vi è la necessità di fornire ritenzione e stabilità di tipo macromeccanico, che comporta l'asportazione di tessuto dentale, spesso anche sano.

La cementazione adesiva, quindi, permette di rispettare e conservare il più possibile il tessuto biologico.

La messa a punto di materiali in grado di aderire ai tessuti dentari consente di introdurre il concetto di "odontoiatria minimamente invasiva", che ha come principale obiettivo quello di conservare il più possibile il tessuto dentale.

Nella cementazione adesiva vengono utilizzati cementi compositi a base resinosa, che rappresentano il gold standard nell'ambito dei materiali da cementazione e sono in continuo sviluppo ed evoluzione.

Questi cementi hanno una composizione simile ai materiali compositi utilizzati abitualmente per i restauri: anch'essi sono costituiti da matrice polimerica, in cui sono disperse particelle

di riempitivo inorganico legate ad essa mediante silano e iniziatori che si occupano di innescare la reazione di polimerizzazione. I cementi resinosi si differenziano dai compositi tradizionali per la maggior fluidità, il ridotto contenuto di riempitivo inorganico e le diverse tipologie di iniziatori.

I cementi resinosi vengono utilizzati prevalentemente per la cementazione di corone, faccette ed intarsi e svolgono un ruolo importante sia per quanto riguarda la resa funzionale e la durata di questi manufatti, sia per l'estetica finale del restauro [1].

È da ricordare che oggi l'estetica è divenuta una funzione a tutti gli effetti e va tenuta in estrema considerazione quando si stila un piano di trattamento.

Determinante per la riuscita estetica di un trattamento è sicuramente il colore.

Oltre al colore del manufatto stesso, nella resa estetica complessiva gioca un ruolo fondamentale anche il colore del cemento utilizzato.

Al contrario di quanto si possa pensare, stabilire adeguatamente il colore di un restauro che deve mimetizzarsi in mezzo ai denti naturali, è un'impresa ardua per l'occhio umano, il cui responso è soggetto a troppe variabili: ecco perché si fa ricorso alla tecnologia, che dà responsi oggettivi ed inconfutabili.

Nel nostro studio come strumento di rilevazione è stato utilizzato uno spettrofotometro, i cui dati sono stati elaborati nel sistema spazio colore CIELCh.

Il presente lavoro valuta stabilità del colore in differenti cementi resinosi, sottoposti a due differenti protocolli di polimerizzazione.

Si è partiti dall'evidenza che, nel corso del tempo, questi materiali all'interno del cavo orale vengono a contatto con una notevole quantità di sostanze, molte delle quali sono in grado di alterarne il colore e di compromettere così il risultato estetico nel tempo.

Tra gli agenti coloranti utilizzati quotidianamente da gran parte della popolazione si possono elencare: caffè, tè, Coca-Cola, vino rosso e collutori a base di clorexidina digluconato.

Obiettivo di questo studio è stato valutare la stabilità del colore in differenti materiali utilizzati per la cementazione adesiva in seguito ad immersione in diversi agenti coloranti.

La tesi prevede una parte iniziale in cui verranno descritti il colore ed i metodi per rilevarlo in maniera oggettiva, i cementi resinosi ed i loro impieghi e gli agenti coloranti.

Seguirà la descrizione dettagliata della parte sperimentale e la relativa discussione.

Si passerà, poi, alle conclusioni e ai consigli per la pratica clinica.

CAPITOLO 1

IL COLORE

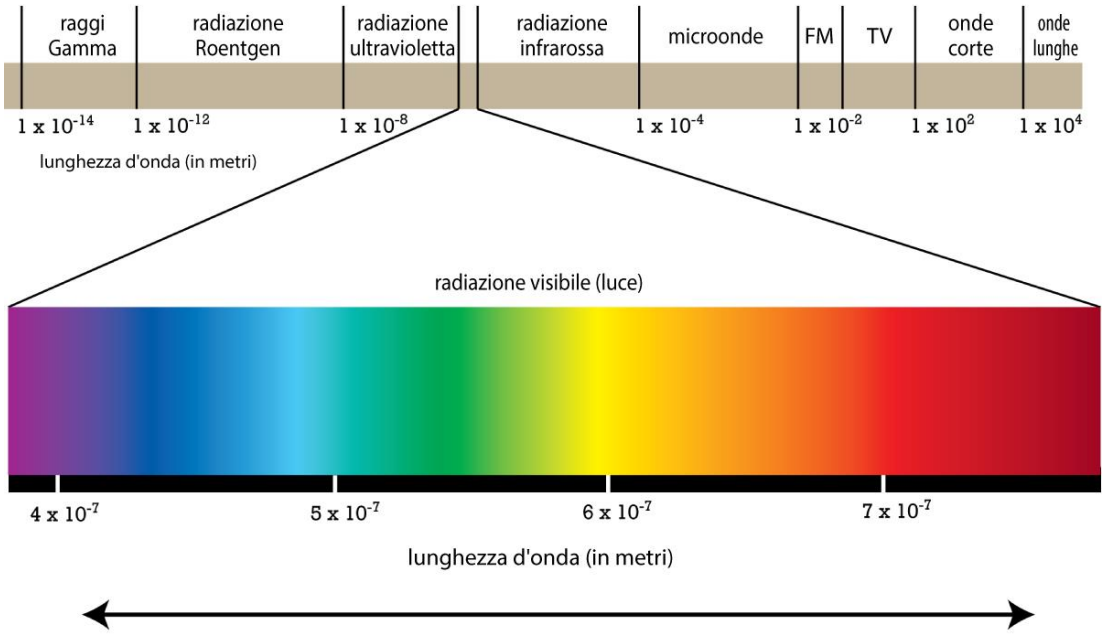
“Il colore è un fenomeno psicofisico legato alla luce” [3].

La percezione del colore di un oggetto è dovuta all’interazione tra la luce, l’osservatore e l’oggetto stesso.

In particolare, la percezione del colore avviene attraverso il cervello dopo che l’occhio ha rilevato la luce riflessa dell’oggetto di interesse. La percezione del colore, quindi, dipende dalla composizione spettrale della luce riflessa e dalle caratteristiche dell’oggetto illuminato[3].

La luce visibile è una radiazione elettromagnetica compresa fra le lunghezze d’onda di 380 nm (violetto) e 760 nm (rosso) , ossia tra le frequenze di 790 THz e 435 THz.

Figura 1



Luce e materia interagiscono mediante assorbimento o riflessione: il colore di un oggetto dipende dalle quantità relative di luce assorbita e di luce riflessa [3].

In particolare, è la luce riflessa a raggiungere il nostro occhio (osservatore), che a livello retinico è dotato di appositi recettori in grado di rilevarla: coni e bastoncelli[3][4].

Questi fotorecettori sono in grado di estrarre dalla luce tre lunghezze d'onda principali, dando origine alla rilevazione dei tre colori fondamentali: rosso, verde e blu.

Grazie al meccanismo della fototrasduzione, l'energia elettromagnetica della luce viene convertita in attività bioelettrica e così le varie "informazioni" rilevate a livello retinico, attraverso le apposite vie nervose, raggiungono la corteccia cerebrale, dove inizia l'esperienza percettiva [3].

La percezione del colore è quindi soggettiva, legata alla percezione individuale e influenzata anche dalle condizioni fisiche ed emotive dell'osservatore nei diversi momenti della giornata[5].

Nell'odontoiatria moderna l'estetica è divenuta una funzione a tutti gli effetti.

Proprio per questo motivo è importante avere ben chiari questi concetti e tenere a mente quelli che potremmo definire i "limiti" dell'occhio umano.

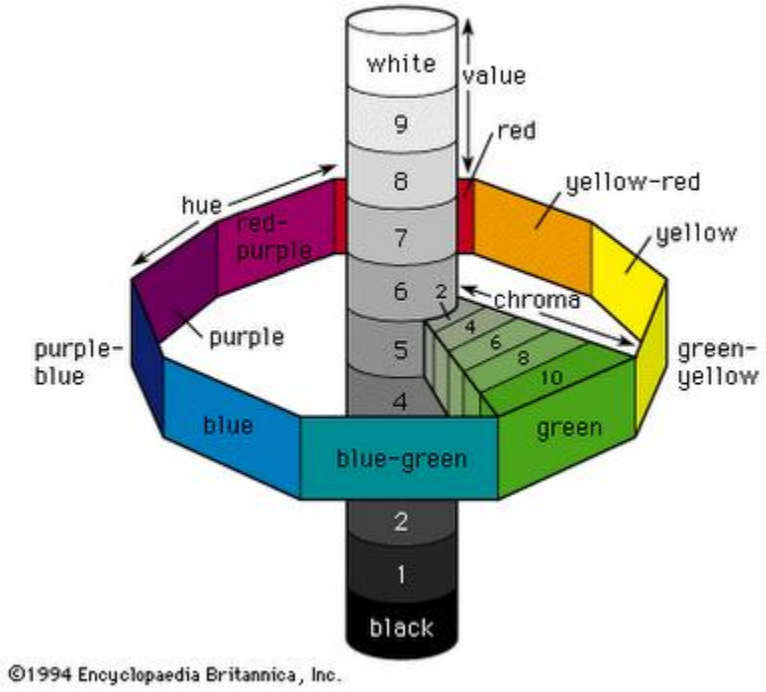
Da qui nasce la necessità di trovare sistemi e strumenti che ci permettano di stabilire il colore di un dato oggetto in maniera obiettiva e riproducibile.

Principali sistemi per definire il colore

SISTEMA MUNSELL

Nel 1905 Munsell propose l'omonimo sistema, basato su un modello tridimensionale che definisce il colore in base a tre coordinate: tinta o tonalità (*Hue*), croma o saturazione (*Chroma*) e valore o luminosità (*Value*).

Figura 2



Tinta o tonalità (*Hue*)

È "la qualità attraverso la quale noi distinguiamo un colore dall'altro, come il rosso dal giallo dal blu e dal viola" [6].

Viene misurata nell'apposito cerchio orizzontale, in cui sono presenti le cinque tinte principali: rosso, giallo, verde, blu e viola.

Croma o saturazione (*Chroma*)

Indica l'intensità di un colore, la quantità di tinta all'interno di un colore.

Viene misurata radialmente, a partire dal centrale "asse dei grigi" verso l'esterno [6].

Valore o luminosità (*Value*)

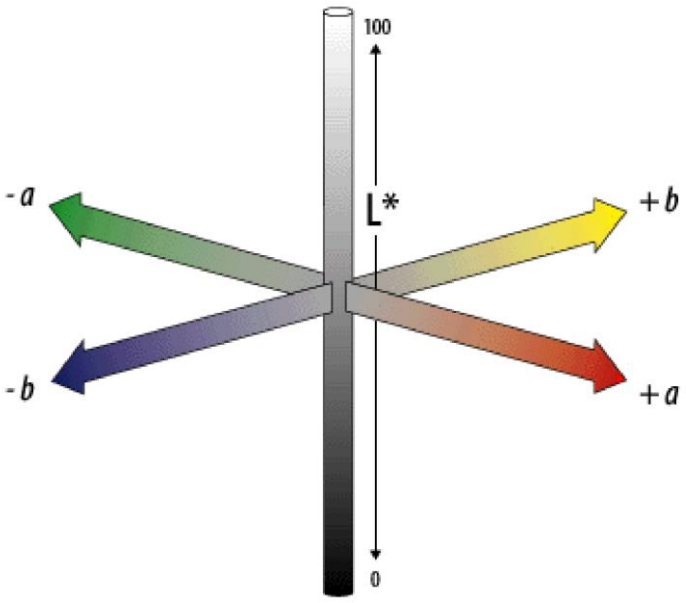
Indica la quantità di bianco o nero all'interno di un colore.

Viene misurata sull'apposito "asse dei grigi" verticale da 0 (nero) a 10 (bianco) [6].

SPAZIO COLORE CIELab

È un sistema ideato dalla Commission Internationale de l'Éclairage, che attualmente detta le norme nel campo dell'illuminazione e del colore a livello internazionale.

Figura 3



In questo spazio colorimetrico, un colore è rappresentato da tre valori:

- asse x : a* (gamma di colori che va dal verde al rosso)

  Il suo valore può essere positivo (rosso) o negativo (verde).

- asse y : b* (gamma di colori che va dal giallo al blu)

  Il suo valore può essere positivo (giallo) o negativo (blu).

- asse z : L* (luminosità)

  Viene espressa in valori che vanno da 0 (nero) a 100 (bianco) [7].

La descrizione del colore in maniera oggettiva attraverso coordinate spaziali ci dà la possibilità di valutare matematicamente la differenza tra due colori, ossia la distanza dei due colori nello spazio-colore.

Nel sistema spazio colore CIELab lo si fa attraverso la seguente equazione:

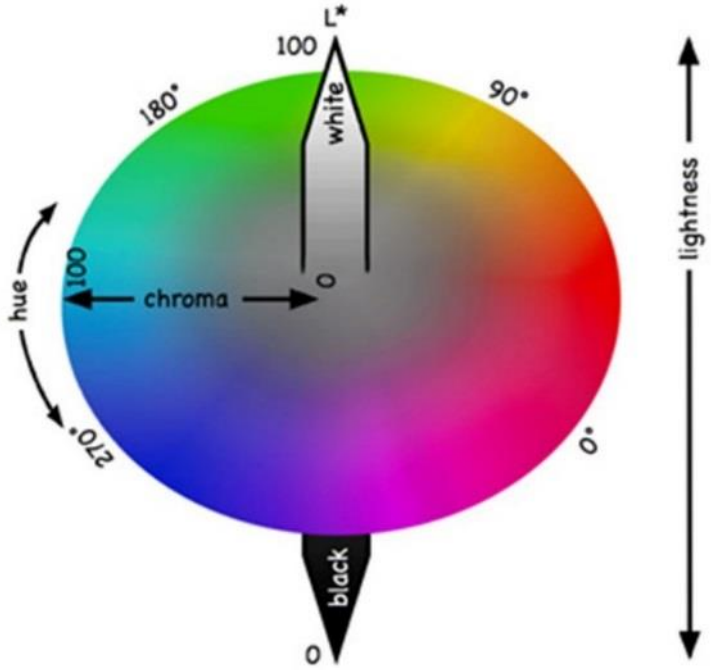
$$dE= [(L_2^*-L_1^*)^2+ (a_2^*-a_1^*)^2+(b_2^*-b_1^*)^2]^{1\backslash 2}$$ [8] .

In questo modo la differenza di colore diventa un valore numerico oggettivo ed inequivocabile [9].

SPAZIO COLORE CIELCh

Come si evince dal nome, anche questo sistema appartiene alla Commission Internationale de l'Éclairage e deriva matematicamente dallo Spazio colore CIELab.

Figura 4



In questo sistema le coordinate sono date da:

- h* : tinta

  È un valore espresso in gradi.

- C* : croma

  È un valore lineare.

- L*: luminosità

  È un valore lineare.

  A differenza di quanto accade nel CIELab, il cui spazio è rettangolare, in questo sistema abbiamo uno spazio cilindrico, grazie alla presenza di coordinate lineari e angolari.

  Attraverso le seguenti equazioni:

  - $L^*_{CIELab} = L^*_{CIELCh}$

  - $C^*=[(a^*)^2+(b^*)^2]^{1\backslash 2}$

  - $h= \tan^{-1} (a^*/b^*)$

  - $dE_{CIE\ Lab}= dE_{CIELCh}$

  è possibile equiparare i due sistemi [10].

STRUMENTI PER RILEVARE IL COLORE CON METODO OGGETTIVO

L'occhio umano è sicuramente lo strumento più immediato e più economico per rilevare il colore: in ambito odontoiatrico sono state messe a punto delle "scale colore", i cui campioni vengono confrontati con il dente interessato e fanno da guida per determinare il colore dell'elemento.

Come accennato ad inizio capitolo, però, il metodo visivo con tutte le sue variabili, intrinseche ed estrinseche, non costituisce un metodo oggettivo di rilevazione del colore.

Per questo motivo oggi vi è sempre di più la tendenza ad utilizzare strumenti tecnologici che diano un responso inequivocabile.

COLORIMETRO

È uno strumento che rileva il colore di un oggetto in modo simile all'occhio umano: è dotato di appositi filtri che lasciano passare solamente onde elettromagnetiche che hanno le lunghezze d'onda del rosso, del verde e del blu [11].

Alla base del funzionamento del colorimetro, così come dello spettrofotometro, troviamo la Legge di Lambert-Beer, che correla la quantità di luce assorbita da una sostanza, con la sua natura chimica, con la sua concentrazione e con lo spessore del mezzo attraverso il quale passa la luce [12].

SPETTROFOTOMETRO

È uno strumento che rileva lo spettro di emissione di una sorgente oppure lo spettro di assorbimento di una sostanza [13].

Gli spettrofotometri maggiormente utilizzati in odontoiatria sono quelli che rilevano la luce riflessa da un oggetto, che viene colpito con un fascio di onde elettromagnetiche che hanno lunghezze d'onda appartenenti allo spettro visibile.

Gli elementi fondamentali che costituiscono uno spettrofotometro sono: una sorgente di energia radiante, un mezzo che disperde la luce, un rilevatore, un sistema che misura le onde riflesse dall'oggetto e un sistema che converte la luce riflessa in segnale elettrico.

Lo spettrofotometro utilizzato in questo studio è lo Shadepilot DeguDent (Dentsply) (Figura 5), dotato delle seguenti caratteristiche tecniche:

- Luce emessa: da 410nm a 680nm
- Illuminazione: 2 x 45°, polarizzata e tele centrica
- Area di lettura: 18 x 14 mm
- Risoluzione: 640x480
- Sensore: CCD B/N
- Ripetibilità delle misure: dE <0,5 su denti e corone
- Accordo tra strumenti: dE <1,0 su denti e corone [14]

Figura 5

All'atto pratico, la sorgente LED genera l'intero spettro della luce visibile, che viene immediatamente diffratta da un prisma e divisa in due fasci che raggiungono, con un'inclinazione di 45°, l'oggetto di cui si desidera misurare il colore, attraverso due cammini ottici realizzati in vetro.

La luce riflessa attraversa l'obiettivo che, grazie al sistema ColorOptic, ci permette di ridurre al minimo le distorsioni geometriche e le aberrazioni cromatiche.

Tramite algoritmi specifici, le onde elettromagnetiche che giungono allo strumento vengono trasformate in impulsi elettrici, a loro volta associati a pixel, che ci permetteranno di visualizzare l'immagine digitale. [14]

CAPITOLO 2

CEMENTI RESINOSI

I primi cementi dentari nascono intorno al 1850 e al giorno d'oggi, dopo oltre un secolo, quella dei cementi è divenuta una categoria vasta e complessa [1]. Proprio per questo motivo esistono diversi metodi di classificazione.

Uno di questi prevede la suddivisione dei cementi in base alla capacità di legarsi o meno ai tessuti dentali: vengono così distinti cementi adesivi e cementi non adesivi.

Nella categoria dei cementi non adesivi rientrano i cementi al fosfato di Zinco ed i cementi policarbossilati, mentre tra i principali cementi adesivi ritroviamo i cementi vetroionomerici, i cementi vetroionomerici modificati con resina e i cementi resinosi.

Questi ultimi sono costituiti da una matrice polimerica, un riempitivo, un agente legante e sostanze che favoriscono e modulano la reazione di polimerizzazione. Presentano quindi gli stessi componenti dei materiali da restauro, dai quali differiscono per la minor percentuale di riempitivo e la minor viscosità [15].

La matrice polimerica di questi cementi è generalmente costituita da dimetacrilati, il più noto dei quali è probabilmente Bis-GMA, bisfenolo A-glicidil metacrilato.

Tra i riempitivi maggiormente utilizzati troviamo i vetri di bario, stronzio e zinco, particelle a base di SiO_2, quali il quarzo cristallino e la silice pirogenica. In base alle dimensioni delle particelle che costituiscono il riempitivo, i materiali vengono distinti in macroriempiti (1-50 micrometri), microriempiti (40 nanometri), nanoriempiti (solo particelle di scala nanometrica) ed ibridi (chiamati microibridi o nanoibridi in base all'ordine delle dimensioni delle particelle) [1] [16].

L’agente legante è il silano, una molecola bifunzionale che permette di legare matrice polimerica e riempitivo inorganico.

È bene ricordare che la reazione di polimerizzazione inizia grazie ad apposite sostanze in grado di promuoverla.

In base alla modalità di attivazione, i cementi vengono distinti in:

- cementi ad attivazione fisica (detti anche fotopolimerizzanti)
- cementi ad attivazione chimica (detti anche autopolimerizzanti)
- cementi ad attivazione fisica e chimica (detti anche duali).

I cementi ad attivazione fisica sono dotati di fotoiniziatori, il più utilizzato dei quali è canforochinone.

Come suggerisce il termine stesso, i fotoiniziatori sono attivati dalla luce, che il clinico somministra con l’apposita lampada.

Con questi cementi il clinico ha quindi un maggior controllo del materiale e della sua polimerizzazione. D’altro canto, però, è da tenere in considerazione che se la luce non riesce a raggiungere appropriatamente il cemento al di sotto del manufatto, il nostro polimero potrebbe non raggiungere un grado di conversione adeguato e portare al fallimento del trattamento.

I cementi ad attivazione chimica si presentano in due paste separate, che, oltre ai componenti fondamentali del cemento composito, contengono rispettivamente l’iniziatore (di solito

perossido di benzoile) e l'attivatore (generalmente un'ammina terziaria): la miscelazione delle due paste fa partire la reazione di polimerizzazione [17].

A questi materiali vengono aggiunti degli inibitori chimici con lo scopo di ritardare la reazione di polimerizzazione, così da permettere all'operatore di avere il tempo necessario per maneggiare e posizionare adeguatamente il cemento [18].

I cementi duali sono quelli dotati di duplice attivazione: fisica e chimica. Ciò permette al nostro materiale di raggiungere un adeguato grado di conversione anche in quelle zone in cui la luce rischierebbe di non arrivare [19].

Mediante la reazione di polimerizzazione "più molecole di uno stesso composto, generalmente organico e a basso peso molecolare (monomero), si uniscono per formare una molecola più grande (polimero) a peso molecolare più alto" [20].

Nei cementi a base resinosa avviene una polimerizzazione per addizione, nella quale, a differenza di quanto accade in quella per condensazione, si ha solo la produzione del polimero, senza prodotti di scarto ("condensati") e quindi non vi è un'eccessiva contrazione volumetrica [21].

Il processo di polimerizzazione è suddiviso in tre stadi: attivazione, accrescimento e fase terminale [22] [23].

La fase di attivazione prevede la presenza di radicali liberi che forniscono l'energia necessaria per aprire i legami chimici nei gruppi terminali dei monomeri.

I radicali liberi sono ottenuti dalla decomposizione di particolari molecole definite iniziatori. Gli iniziatori necessitano a loro volta di essere attivati e generalmente ciò avviene ad opera di acceleratori, che possono essere di tipo chimico come le ammine terziarie oppure di tipo fisico come il calore o onde elettromagnetiche a determinate lunghezze d'onda [24] [25] [26].

Il radicale libero neoformato reagisce con una molecola di monomero, provocando l'apertura dei legami chimici e lasciando così un legame insaturo e, quindi, instabile. Questo legame a sua volta fungerà da radicale libero e in questo modo permetterà alla reazione di proseguire [27] [25].

Nella fase di accrescimento si verifica la continua addizione dei singoli monomeri: l'estremità di ciascun monomero aggiunto è chimicamente instabile ed è proprio questa che funge da radicale libero e reagisce con un nuovo monomero, aggiungendolo alla catena polimerica [26].

La reazione di polimerizzazione si ferma (fase terminale) quando il radicale libero reagisce con una molecola che non sia un monomero, trasferendo ad essa la sua reattività: a questo punto la reazione di polimerizzazione non è più in grado di proseguire [28].

Le molecole che permettono di arrestare l'accrescimento del polimero sono chiamate inibitori.

Non tutti i monomeri di dimetacrilato del nostro materiale si uniscono a costituire il polimero. Per questo è necessario introdurre il concetto di "grado di conversione". È universalmente chiamato "Degree of Conversion" ed indica la percentuale di doppi legami carbonio-carbonio presenti all'interno di un polimero che sono stati coinvolti nella reazione di polimerizzazione e mediante i quali i monomeri sono uniti tra loro [29].

Al grado di conversione di un polimero sono strettamente correlate le sue caratteristiche fisiche e meccaniche: più è alto, migliori sono tali proprietà [30].

Di contro, è d'uopo precisare che maggiore è il grado di conversione, maggiore sarà la contrazione e il calo dimensionale del materiale, quindi maggiore sarà lo stress che ne deriva e il conseguente rischio di fallimento dell'intero trattamento.

Ad oggi non è stato ancora individuato il grado di conversione ideale di un polimero, ma sono presenti studi che danno indicazioni riguardo al minimo grado di conversione che permetta al materiale di resistere ai carichi occlusali: questo valore deve essere maggiore o uguale al 55% [31].

Tra i vari metodi per valutare il grado di conversione di un polimero, è oggi di grande rilievo la spettroscopia vibrazionale, in particolare quella infrarossa, che studia l'interazione tra la materia e la radiazione elettromagnetica nel range dello spettro infrarosso [32].

Restauri indiretti

Come accennato nelle righe precedenti, in questo studio sono stati utilizzati materiali per la cementazione adesiva.

In quanto tale, la cementazione adesiva sfrutta la capacità che hanno questi cementi di aderire sia al manufatto protesico (corona, intarsio o faccetta) sia ai tessuti dentali.

Oggetto del nostro studio sono stati dunque i cementi resinosi, che originano dalle resine composite, dalle quali hanno ereditato la composizione e dalle quali differiscono per viscosità ridotta e minor contenuto di filler inorganico [15].

I materiali che si prestano alla cementazione adesiva con cementi resinosi sono diversi.

Iniziamo con i restauri indiretti realizzati in composito: il legame tra questi manufatti e i cementi resinosi è molto favorevole, soprattutto previa sabbiatura del materiale seguita da silanizzazione [33] [34].

Le ceramiche rappresentano un altro materiale molto utilizzato per la cementazione adesiva. In particolare, si prestano alla cementazione adesiva le ceramiche ad elevata componente vetrosa: ampiamente utilizzate al giorno d'oggi sono le ceramiche feldspatiche e quelle al disilicato di litio.

Dopo opportuno trattamento con acido idrofluoridrico per la creazione di microanfrattuosità, seguito da silanizzazione, anche la ceramica è in grado di formare un valido legame con i cementi resinosi.

Inoltre, ancorandosi saldamente al cemento composito e quindi al sottostante elemento, la ceramica in questo modo migliora le sue caratteristiche fisiche e meccaniche, che per natura non sono ideali.

La presenza di matrice vetrosa, oltre ad essere un requisito necessario per una opportuna cementazione adesiva, è ciò che rende la ceramica il materiale estetico per eccellenza, perché mima i rapporti normalmente presenti tra la luce e il dente naturale.

Un altro materiale candidato è il metallo, che di per sé non si presta molto alla cementazione adesiva. Però è comunque possibile migliorare il suo legame con i cementi resinosi con un opportuno condizionamento, mediante il quale si dispongono delle particelle di silice sulla sua superficie per promuovere l'adesione [1] [35].

CAPITOLO 3

AGENTI COLORANTI

Ogni giorno nella nostra bocca introduciamo una notevole quantità di sostanze, molte delle quali hanno la capacità di alterare il colore dei denti e di eventuali restauri.

In letteratura esistono ormai molti studi sulla stabilità del colore dei vari materiali per restauri indiretti, ma ancora pochi sulle alterazioni di colore che subiscono i cementi resinosi.

È bene ricordare, infatti, che anche i cementi resinosi ricoprono un ruolo fondamentale nella resa estetica di un trattamento, soprattutto quando si tratta dei settori anteriori.

È importante, quindi, valutare la stabilità del colore di questi materiali, che non svolgono la mera funzione di "cementare", ma assumono funzione estetica di rilievo, dalla quale dipende il successo di un trattamento a breve e a lungo termine.

Le variazioni di colore in un materiale resinoso sono distinguibili in intrinseche ed estrinseche.

Le variazioni intrinseche sono quelle dovute a reazioni fisico-chimiche all'interno della matrice polimerica.

Le variazioni estrinseche, invece, sono dovute a biofilm e assorbimento- adsorbimento di agenti coloranti [36] [37].

Tra i principali agenti coloranti, universalmente chiamati "staining", di uso quotidiano, ritroviamo:

- caffè
- tè
- Coca-Cola

- vino rosso
- collutori a base di clorexidina gluconato [36][37][38][39][40]

Inoltre, è ormai noto che il cemento composito subisce un cambiamento di colore, rilevabile con spettrofotometro, già qualche ora dopo essere stato inserito nel cavo orale, quindi semplicemente dopo essere stato idratato con saliva [41].

Per questo motivo, prima di passare ai veri e propri staining, abbiamo immerso i nostri campioni in acqua distillata ed effettuato le misurazioni con lo spettrofotometro.

CAPITOLO 4

PARTE SPERIMENTALE

Obiettivo

Lo scopo di questo studio è stato valutare la stabilità del colore in differenti materiali da cementazione adesiva dopo immersione degli stessi in differenti agenti coloranti a distanza di 24 ore e di una settimana.

Materiali e metodi

Nel nostro studio sono stati utilizzati cinque diversi materiali da cementazione adesiva:

- due cementi resinosi fotopolimerizzabili:
  - **NX3F** : Nexus Third Generation, nella tonalità Yellow (Kerr, Orange, CA, USA)
  - **RXV**: RelyX Veneer, nella tonalità A3 (3M ESPE, St. Paul, MN)

- due cementi resinosi a polimerizzazione duale:
  - **RXU** : RelyX Ultimate, nella tonalità A3 (3M ESPE, St. Paul, MN)
  - **NX3D** : Nexus Third Generation, nella tonalità Yellow (Kerr, Orange, CA, USA)

- due compositi fotopolimerizzabili:
  - **MF**: Enamel Plus HRi Flow, nella tonalità UD3 (Micerium, Avegno, Genova, Italy)

- **MH**: Enamel Plus HRi, nella tonalità UD3 (Micerium, Avegno, Genova, Italy).

  Il composito preriscaldato è stato ottenuto riscaldando una compule per 10 minuti a 55 ° C nell'apposito fornetto (Ena Heat, Micerium, Avegno, Genova, Italia), seguendo le istruzioni del produttore.

Per maggiori dettagli sulla composizione dei materiali utilizzati consultare la Tabella 1.

Tab.1

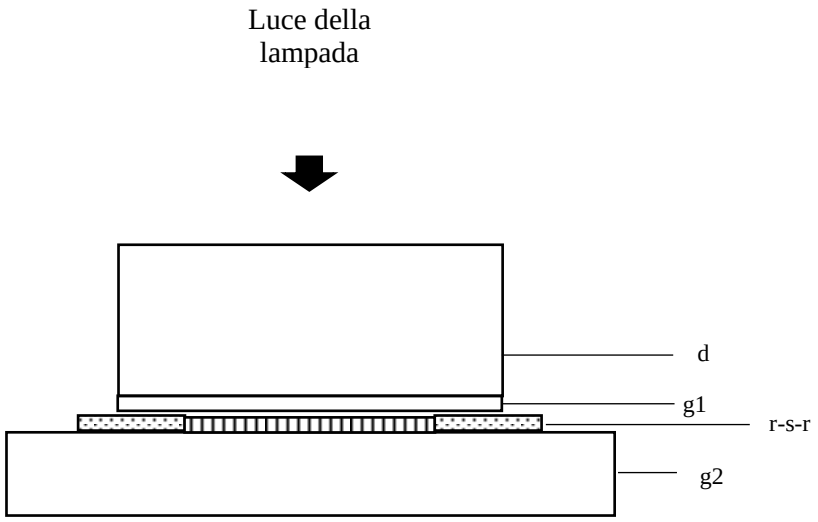
Sigla	Brand (tonalità)	Produttore	Tipo	Composizione	Composizione del riempitivo
NX3F	Nexus Third Generation (Yellow)	Kerr, Orange, CA, USA	Cemento resinoso fotopolimerizzabile	Uncured Methacrylate Ester Monomers, minors filler, pigments, radiopaque agent 20-40%	63 wt % 38 vol%
RXV	RelyX Veneer (A3)	3M ESPE, St.Paul, MN	Cemento resinoso fotopolimerizzabile	TEGDMA/BisGMA; Particles of zirconia/silica and colloidal silica	66. 0 wt % 47.0 vol%
RXU	RelyX Ultimate (A3)	3M ESPE, St.Paul, MN	Cemento resinoso a polimerizzazione duale	Methacrylate monomer, alkaline filler, initiator components, stabilizers, pigments, rheological additives, fluorescence dye	67.0wt % 43.0 vol %
NX3D	Nexus Third Generation (Yellow)	Kerr, Orange, CA, USA	Cemento resinoso a polimerizzazione duale	Uncured Methacrylate Ester Monomers 20-40%	Unknown%wt 47 vol%
MF	Enamel Plus HRi Flow (UD3)	Micerium, Avegno, Genova, Italy	Resina composita a bassa viscosità fotopolimerizzabile	BisGMA, BDDMA, UDMA, glass filler highly dispersed SiO_2	77% wt Unknown%vol
MH	Enamel Plus HRi (UD3)	Micerium, Avegno, Genova, Italy	Resina composita preriscaldata fotopolimerizzabile	DiUDMA, BisGMA, BDDMA Filler: Particles of zirconium oxide and glass	80 wt% 63 vol%

Bis-GMA, bisphenol-A glycidyl methacrylate; BDDMA, 1,4-butandioldimethacrylate;

TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate; UDMA, urethandimethacrylate

Di ciascuno di essi sono stati fatti 10 campioni di materiale non polimerizzato, posizionati su un vetro Kaltek (spessore 1,1 mm) all'interno di un sottile anello di teflon (altezza 0,2 mm e diametro interno 15,0 mm) e coperti da un altro vetro sottile (0,2 mm di spessore), al fine di ottenere un campione con forma a disco del diametro di 15,0 mm e di 0,2 mm di spessore (Fig. 6).

Figura 6: Vista schematica del dispositivo assemblato per la polimerizzazione del campione (non in scala).



d: disco in composito, altezza (h)=2.0 mm; g1: vetro sottile, h=0.2 mm; r: anello in Teflon, h=0.2 mm; s: campione h=0.2 mm; g2: vetro Kaltek, h=1.1 mm.

I campioni di ciascun cemento sono stati divisi in due gruppi e sottoposti a due diversi protocolli di polimerizzazione, P1 e P2.

Nel protocollo P1 il campione è stato polimerizzato per 40 secondi, mentre nel protocollo P2 è stato polimerizzato per 5 secondi, poi, dopo aver atteso 20 secondi, è stato polimerizzato per altri 40 secondi.

È stata utilizzata la lampada Elipar DeepCure S (3M Espe, Seefeld, Germania), con un'irradiazione di 1470 mW / cm2 ± 20% e una gamma di spettro compresa tra 430 e 480 nm. Durante le fasi di indurimento un disco in composito pre-polimerizzato (Filtek Supreme A3B Plus, 3M) di 2,0 mm di spessore e 25,0 mm di diametro è stato interposto tra la punta della lampada e il campione di cemento resinoso (Fig. 6).

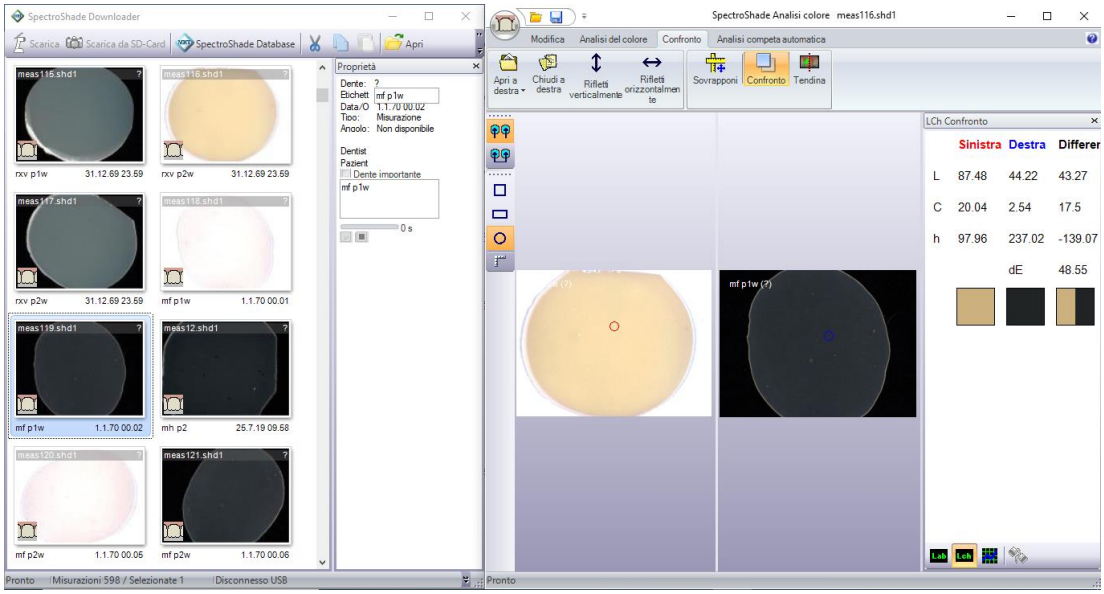
Dopo ogni polimerizzazione il disco in composito è stato rimosso. La translucenza del disco in composito era di 10.07 ed è stata calcolata mediante l'apposita equazione nello spazio colore CIELab, facendo la differenza tra il colore che il disco aveva su sfondo bianco e il colore che aveva su sfondo nero.

Per rilevare il colore di ciascun campione abbiamo utilizzato lo spettrofotometro Spectroshade DeguDent (Dentsply).

Ciascuna misurazione è stata effettuata ponendo il campione sia su sfondo bianco sia su sfondo nero.

Grazie all'apposito software Spectroshade Database MHT (Fig. 7), scaricabile su PC, è stato possibile ricavare i valori del colore nello spazio CIELCh.

Figura 7



Le componenti di ciascun colore rilevato sono state calcolate secondo il sistema CIELCh.

Nel sistema CIELCh i parametri rilevati sono i seguenti:

- L*: luminosità, valore lineare.
- C* : croma, valore lineare.
- h* : tinta, espressa in gradi.

La prima misurazione è stata fatta sui campioni disidratati.

Poi tutti i campioni sono stati immersi per 10 minuti in acqua distillata e, in seguito, nei vari agenti coloranti.

Per il gruppo controllo sono stati utilizzati campioni disidratati e campioni immersi in acqua distillata.

Gli agenti coloranti utilizzati sono i seguenti:

- Caffè

  Composizione: acqua minerale naturale, polvere di caffè in miscela 100% arabica.

  Prodotto da Luigi Lavazza S.p.A..

  La preparazione del caffè è stata effettuata con moka, che permette di ottenere un caffè corposo e ricco di aromi.

- Coca-Cola

  Composizione: acqua, zucchero, anidride carbonica, colorante E150d, acidificante acido fosforico, aromi naturali (inclusa caffeina).

  Prodotta da Coca-Cola HBC Italia S.r.l. su autorizzazione della The Coca-Cola Company.

- Vino rosso, “Rosso piceno”

  Composizione: vino rosso, solfiti.

  Prodotto da Tenuta Cocci Grifoni.

- Collutorio Meridol con 0.2% clorexidina digluconato

  Composizione: aqua, glycerin, sorbitol, PEG-40 hydrogenated castor oil, clorhexidine digluconate, aroma, citric acid, cl 42051.

  Prodotto da Colgate- Palmolive Company.

Per ciascun colorante sono state effettuate misurazioni dopo 24 ore e dopo una settimana.

Prima di rilevare il colore, ciascun campione è stato sciacquato in acqua distillata.

Risultati

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti per ciascun materiale considerando anche i due diversi protocolli di polimerizzazione applicati, P1 e P2.

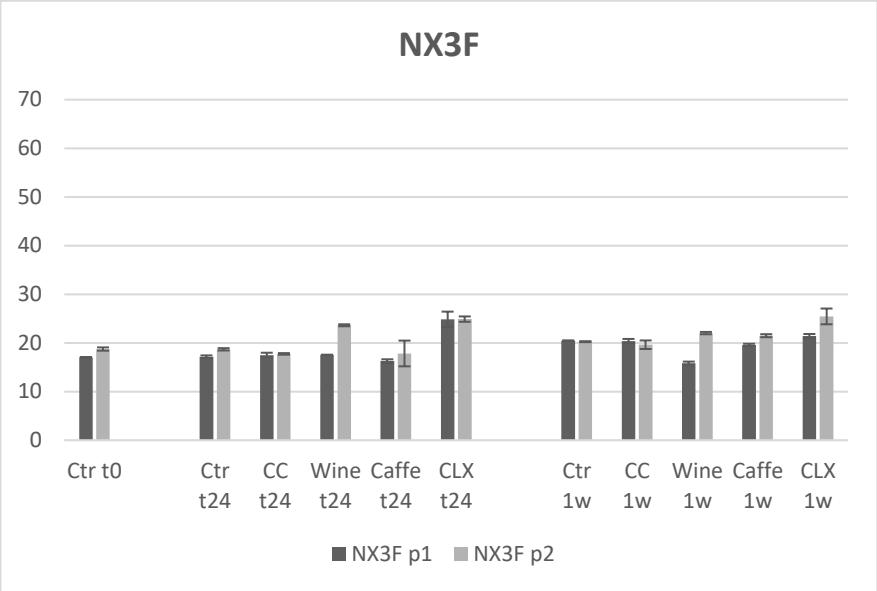
Il significato di ciascuna abbreviazione è il seguente:

- Ctr = gruppo controllo in acqua distillata
- CC = Coca Cola
- Wine = vino
- Caffè = caffè
- CLX = collutorio contenente clorexidina digluconato 0.2%
- t0 = campione disidratato
- t24 = dopo 24 ore di immersione
- 1w = dopo 1 settimana di immersione

Ciascuna misurazione è stata effettuata ponendo il campione sia su sfondo bianco sia su sfondo nero. È stata poi calcolata la differenza, espressa come dE, tra i valori ottenuti.

I vari dE, ottenuti dopo immersione nei rispettivi coloranti, sono stati riportati nel grafico di ciascun materiale.

NX3F



NX3F : in NX3F i valori di dE oscillano tra 15.80 e 25.45.

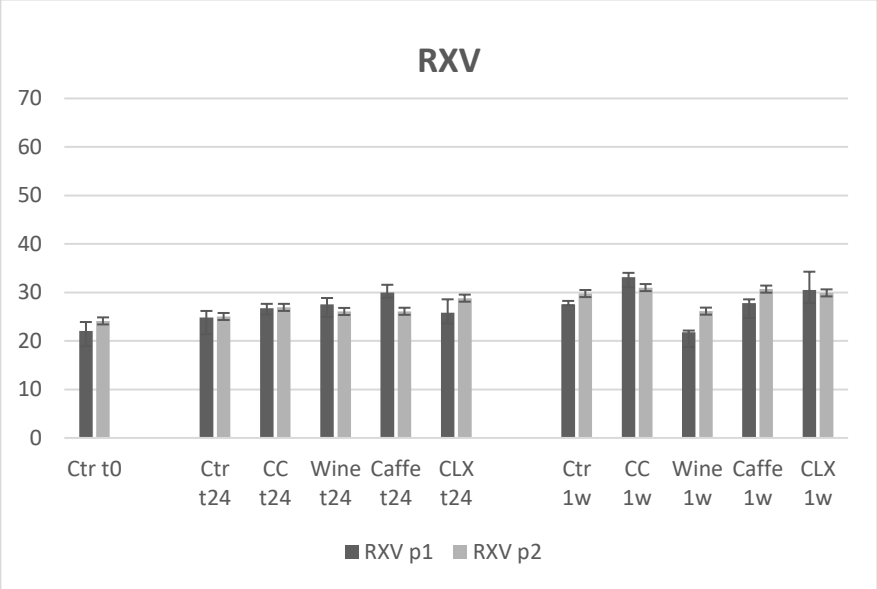
Nel gruppo Ctr t0, Wine t24, Wine 1w e CLX 1w i campioni polimerizzati con protocollo P2 sembrano avere un dE maggiore rispetto agli stessi polimerizzati con protocollo P1.

Dopo 24 ore ritroviamo i valori più alti di dE in Wine t24 con P2, CLX t24 con P1 e P2.

Dopo 1 settimana di immersione tutti i valori di dE sono aumentati, fatta eccezione per Wine con P1 e CLX con P1 che sono diminuti rispetto al t24.

Dopo 1 settimana ritroviamo i valori più alti di dE in Wine 1w con P2, Caffè 1w con P2, CLX 1w con P2.

RXV



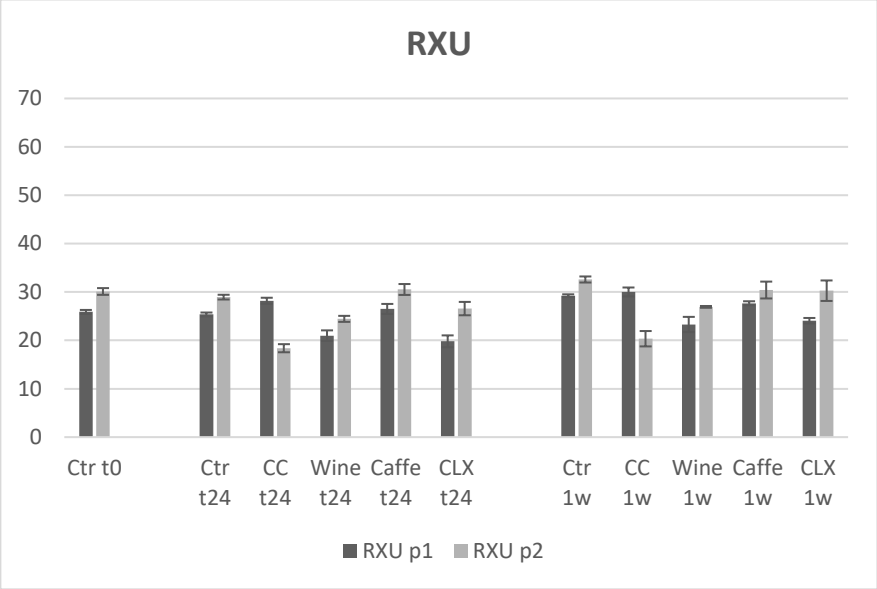
RXV : in RXV i valori di dE oscillano tra 21.78 e 33.16.

Dopo 24 ore i valori di dE maggiori si hanno in Wine t24 con P1, Caffè t24 con P1, CLX t24.

Dopo 1 settimana tutti i valori di dE sono aumentati ad eccezione di Wine 1w con P1 e P2 (rispettivamente diminuito ed invariato), Caffè con P1 (diminuito).

Dopo 1 settimana i maggiori valori di dE si hanno in Ctr 1w con P2, CC 1w con P1 e P2, Caffè 1w con P1, CLX con P1 e P2.

RXU



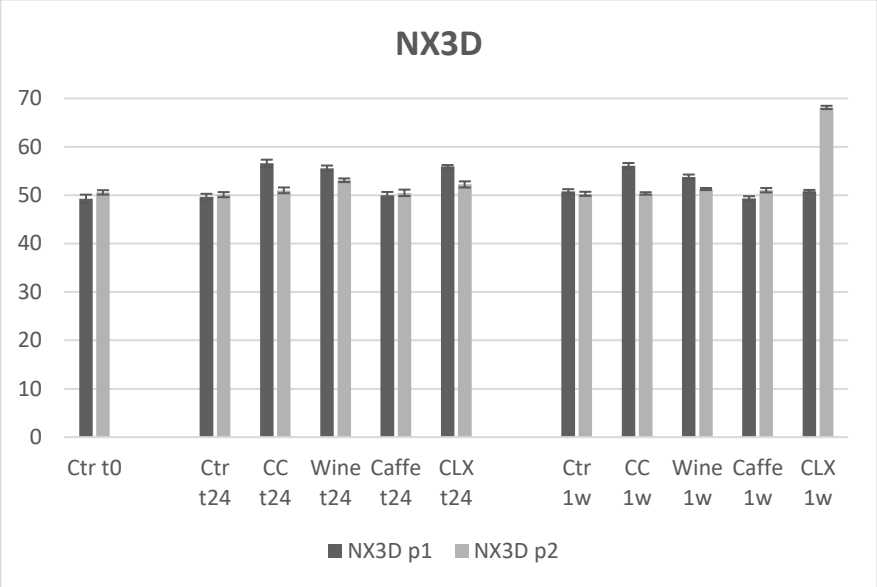
RXU : in RXU i valori di dE oscillano tra 18,38 e 32.59.

Dopo 24 ore i maggiori valori di dE si hanno in Ctr t24 con P2, CC t24 con P1, Caffè t24 con P2, CLX t24 con P2.

Dopo 1 settimana di immersione nei vari liquidi tutti i valori di dE sono aumentati, tranne Caffè 1w con P2 che sembra essere rimasto invariato.

Dopo 1 settimana di immersione i più alti valori di dE si riscontrano in Ctr1w con P1 e P2, CC con P1, Caffè 1w con P2, CLX con P2.

NX3D

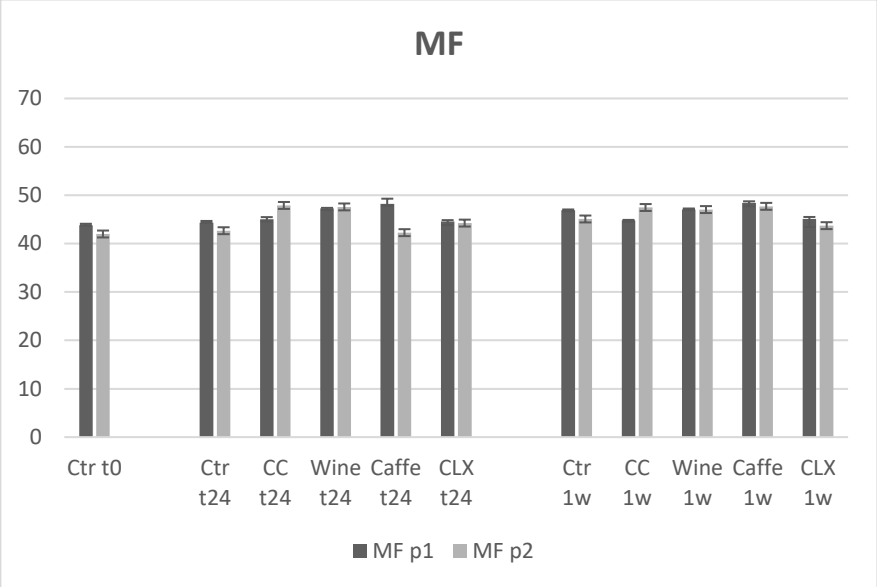


NX3D : in NX3D i valori di dE oscillano tra 49.25 e 68.15.

Dopo 24 ore i valori di dE sembrano mantenersi costanti, ad eccezione di CC t24 con P1, Wine t24 con P1 e P2, CLX con P1, che presentano i maggiori valori di dE.

Dopo 1 settimana non sembra esserci una variazione di dE rispetto alla misurazione fatta a 24 ore, fatta eccezione per CLX 1w con P1 e P2 in cui si verifica rispettivamente una riduzione e un aumento di dE.

MF

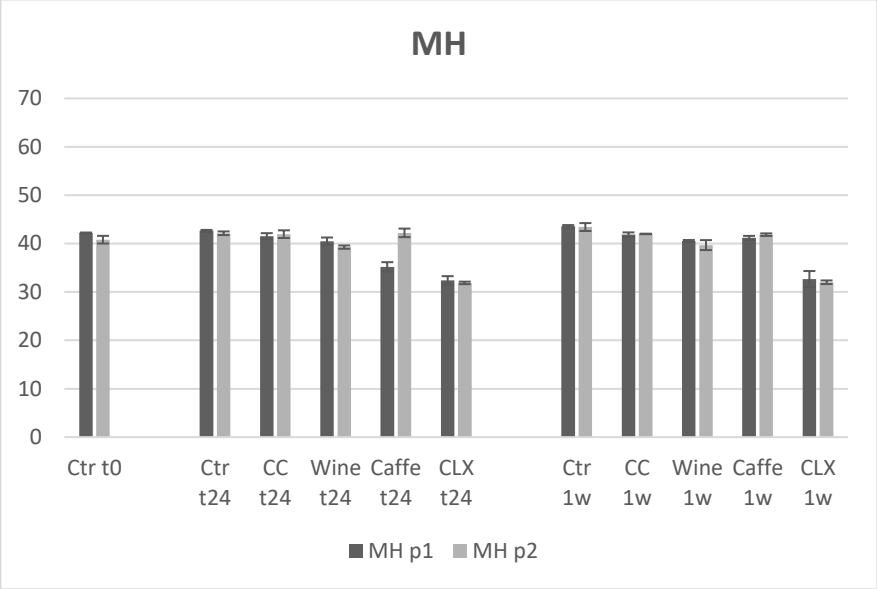


MF : in MF i valori di dE oscillano tra 41.99 e 48.38.

Dopo 24 di immersione i maggiori valori di dE si hanno in CC t24 con P2, Wine t24 con P1 e P2, Caffè t24 con P1.

Dopo 1 settimana di immersione non sembrano esserci delle variazioni ad eccezione di Caffè 1w con P2 che, in proporzione, aumenta di più rispetto agli altri, raggiungendo la media.

MH

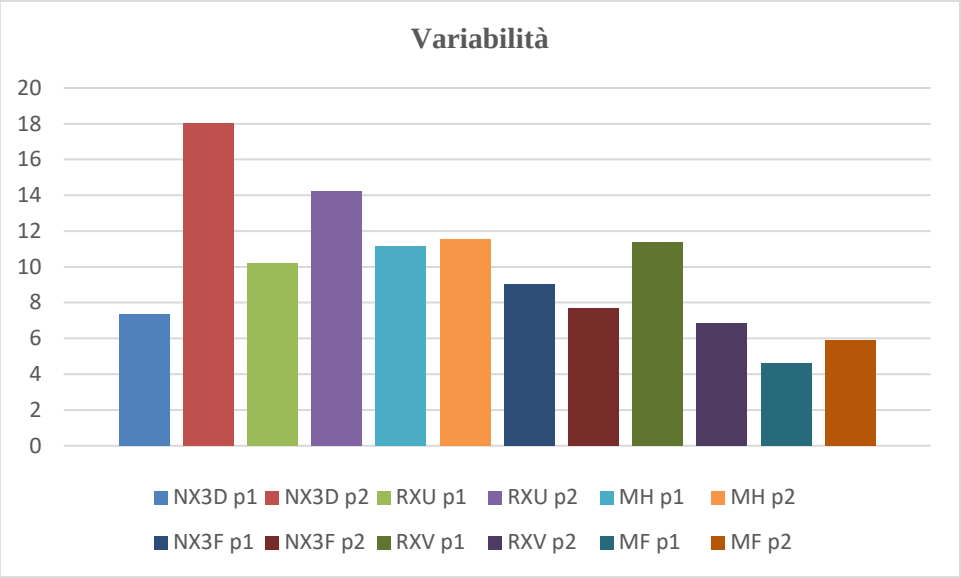


MH : in MH i valori di dE oscillano tra 32.02 e 43.59.

Dopo 24 ore di immersione nei vari coloranti, rispetto al t0, i valori di dE sembrano mantenersi costanti in tutti i campioni, tranne in Caffè t24 con P2 in cui aumenta e in Caffè t24 con P1 e CLX con P1 e P2 in cui diminuisce.

Dopo 1 settimana i valori sembrano essere costanti ad eccezione di Caffè 1w con P1 che raggiunge un dE > 40, al pari del rispettivo P2.

Variabilità



Variabilità

Abbiamo valutato la stabilità generale del colore di ogni singolo materiale, calcolando la differenza tra il maggiore e il minore valore di dE riscontrati.

Minore è la differenza tra il massimo e il minimo valore di dE, minore è la variabilità di colore di quel materiale sottoposto ai coloranti testati.

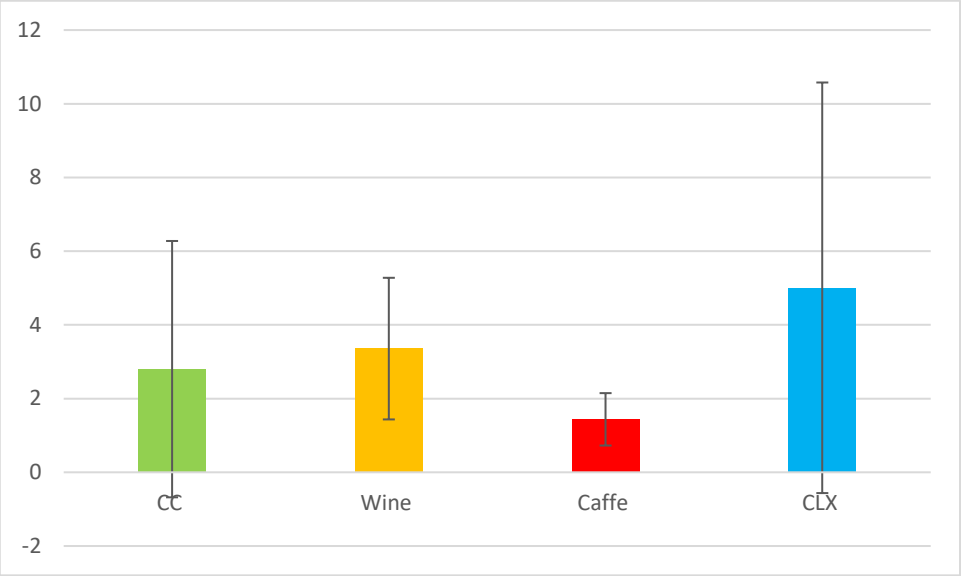
Il grafico evidenzia che MF, sia con P1 che con P2, è il materiale che ha variabilità minore, mentre NX3D con P2 è quello che ha variabilità maggiore.

In ordine crescente la variabilità del colore nei diversi materiali è la seguente:

MF p1, , MF p2, RXV p2, NX3D p1, NX3F p2, NX3F p1, RXU p1

MH p1, RXV p1, MH p2, RXU p2, NX3D p2.

Valutazione del colorante



Valutazione del colorante

Per ogni materiale abbiamo calcolato la differenza tra i valori di dE ottenuti dopo immersione per una settimana nei diversi coloranti (CC1w, Wine1w, Caffè1w, CLX1w) e il valore di dE rilevato nel gruppo controllo dopo immersione per una settimana in acqua distillata (Ctr1w).

I valori così ottenuti sono stati raggruppati per tipologia di colorante e di ogni gruppo sono state calcolate la media e la deviazione standard.

Il grafico mostra la media e la deviazione standard di ciascun colorante.

Considerando la media, in ordine decrescente abbiamo: CLX, Wine, CC, Caffè.

Considerando la deviazione standard, in ordine decrescente abbiamo: CLX, CC, Wine, Caffè.

Discussione

È importante sottolineare che i campioni di ciascun materiale sono stati divisi in due gruppi e sottoposti a due diversi protocolli di polimerizzazione: P1 polimerizzato per 40 secondi e P2 polimerizzato per 5 secondi, poi, dopo 20 secondi di attesa, polimerizzato per ulteriori 40 secondi.

Dai risultati ottenuti si ipotizza che nei materiali in cui è stato applicato il protocollo P2, a causa della polimerizzazione in due step, si formino zone in cui la polimerizzazione è completa e zone in cui si verifica, invece, l'incameramento di monomeri reattivi, che andrebbero così a legarsi ai coloranti [42] [43].

Questa teoria spiegherebbe i maggiori valori di dE rilevati nei campioni polimerizzati con protocollo P2 rispetto agli stessi polimerizzati seguendo il P1. Essa, però, non è applicabile a quei casi in cui i valori più alti appartengono ai materiali polimerizzati con P1 rispetto a quelli polimerizzati con P2.

Quindi si ha ragione di supporre che la colorazione dei materiali non dipenda solo dal protocollo utilizzato, ma anche dalla composizione.

È da considerare, infatti, che i materiali utilizzati sono costituiti da monomeri differenti:

- NX3F: Uncured Methacrylate Ester Monomers
- RXV: TEGDMA/BisGMA (triethylene glycol dimethacrylate/bisphenol-A glycidyl methacrylate)
- RXU: Methacrylate monomer
- NX3D: Uncured Methacrylate Ester Monomers
- MF: BisGMA, BDDMA, UDMA (bisphenol-A glycidyl methacrylate, 1,4-butandioldimethacrylate, urethandimethacrylate)
- MH: DiUDMA, BisGMA, BDDMA (diurethandimethacrylate, bisphenol-A glycidyl methacrylate, 1,4-butandioldimethacrylate)

Senza considerare i protocolli applicati, è possibile fare un elenco dei materiali in base alla stabilità. In ordine decrescente: MF, MH, RXV, RXU, NX3F, NX3D.

La combinazione dei monomeri BisGMA, BDDMA e UDMA, che costituiscono il materiale MF, sembra essere la più stabile a prescindere dal protocollo utilizzato.

Potrebbe essere correlato alla variabilità del colore anche il volume del riempitivo, espresso in percentuale: al primo posto troviamo MF il con 63% in volume, seguito da RXV e NX3D con 47%.

Si possono fare considerazioni aggiuntive sui materiali che hanno mostrato la maggiore variabilità: NX3D e RXU, entrambi con protocollo P2 ed entrambi a polimerizzazione duale. Si può ipotizzare, quindi, che questi due materiali siano più soggetti a colorazione quando si utilizza il protocollo di polimerizzazione P2.

D'altro canto il composito fotopolimerizzabile MF, sia seguendo il protocollo P1 che il P2, ha mostrato la minor variabilità.

La varietà di composizione, il volume di riempitivo espresso in percentuale e i protocolli di polimerizzazione utilizzati non sembrano avere corrispondenza diretta con il grado di colorazione.

Inoltre, dai risultati ottenuti, sembra che il collutorio Meridol con 0.2% clorexidina digluconato sia l'agente colorante che più fa virare il colore del materiale, seguito da Coca-Cola, Vino e Caffè.

Comunque, è bene evidenziare che l'alta deviazione standard sembra indicare che la colorazione causata dai diversi coloranti potrebbe essere materiale-dipendente.

Il nostro studio contribuisce ad aumentare la conoscenza sui comportamenti di questi materiali per la cementazione adesiva.

Saranno necessari ulteriori studi per suffragare e convalidare i risultati.

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Il presente studio può essere considerato uno studio pilota per valutare il comportamento di differenti materiali da cementazione adesiva applicando due differenti protocolli di polimerizzazione.

Il protocollo di polimerizzazione tradizionale P1, rispetto al protocollo P2, sembra dare risultati migliori per quanto riguarda la stabilità del colore, ma sembra essere materiale-dipendente.

Un'applicazione clinica di quanto evidenziato in questo studio potrebbe essere la creazione di scale colori personalizzate. Oltre alla tipica scala costituita da campioni disidratati, si consiglia di comporre delle scale colore contenenti campioni che sono stati immersi, per un tempo noto, in acqua distillata e negli agenti coloranti di maggior impiego quotidiano, in modo tale da avere tutte le possibili variazioni di quel materiale.

In questo modo il clinico avrà tutti gli elementi per poter scegliere adeguatamente il colore del materiale da cementazione, così da non compromettere il risultato estetico del trattamento nel breve ma, soprattutto, nel lungo periodo.

BIBLIOGRAFIA

[1] Docenti di Materiali dentari e Tecnologie Protesiche di Laboratorio delle Università Italiane, *Materiali e tecnologie odontostomatologiche (II ed.)*, Ariesdue, 2013: 89- 130

[2] Cerutti A., Mangani F., Putignano A., *Odontoiatria estetica adesiva*, Ed. Quintessenza, 2007: 138- 145

[3] Conti F., *Fisiologia medica*, vol. 1, Edi.Ermes, 2010: 467- 510

[4] Rossing T., Chiaverina C.J., *Light science: physics and the visual arts*, Springer Verlag, 1999: 56- 64

[5] Jarad F.D., Russel M.D., Moss B.W., *The use of digital imaging for color matching and communication in restorative dentistry*, British Dental Journal. 2005; 199: 43- 49

[6] Munsell A.H., *A color notation. 11th ed.*, Baltimore, Munsell Color Company, 1961: 76- 87

[7] CIE, *Colorimetry-Technical Report (2nd ed.)*, CIE Pub. No. 15, 1986 : 105- 118

[8] Berns R.S., *Billmeyer and Saltzman's principles of color technology (3rd ed.)*, John Wiley and sons, 2000: 32- 38

[9] O' Brien W.J., Hemmendinger H., Boenke K.M., Linger J.B., Groh C.L., *Color distribution of three regions of extracted human teeth*, Dental Materials. 1997; 13: 179- 85

[10] CIE, *Colorimetry-Technical Report (3rd ed.)*, CIE Pub. No. 15, 2004: 98- 104

[11] Chandrasekhar V., Reddy L.P., Prakash T.J., Anitha Rao G., Pradeep M., *Spectrophotometric and colorimetric evaluation of staining of the light cured composite after exposure with different intensities of light curing units*,Journal of Conservative Dentistry. 2011; 14: 391- 394

[12] http://www.treccani.it/enciclopedia/legge-di-lambert-e-beer_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

[13] http://www.treccani.it/enciclopedia/spettrofotometro/

[14] https://www.mht.it

[15] Ferracane J.L., *Resin composite – State of the art*, Dental Materials. 2011; 27: 29- 38

[16] Aguiar T.R., Di Francescantonio M., Bedran- Russo A.K., Giannini M., *Inorganic composition and filler particles morphology of conventional and self-adhesive resin cements by SEM/EDX*, Microscopy Research and Technique. 2012; 75: 1348- 1352

[17] Achilias D.S., Sideridou I.D., *Kinetics of the Benzoyl Peroxide/Amine Initiated Free-Radical Polymerization of Dental Dimethacrylate Monomers: Experimental Studies and Mathematical Modeling for TEGDMA and Bis-EMA*, Macromolecules. 2004; 37: 4254- 4265

[18] Hatrick C., Eakle W.S., *Clinical Applications for Dental Assistants and Dental Hygienists (3rd ed.)*, Elsevier, 2015: 225- 228

[19] Blatz M.K., Sadan A., Kern M., *Resin ceramic bonding: a review of the literature*, The Journal of Prosthetic Dentistry. 2003; 89: 268- 274

[20] http://www.treccani.it/enciclopedia/polimerizzazione/

[21] Carothers W.H., *Studies on polymerization and ring formation. I. An introduction to the general theory of condensation polymers*, Journal of the American Chemical Society. 1929; 51: 454- 459

[22] Atkins P.W., De Paula J., *Chimica fisica*, Ed. Zanichelli, 2004: 123- 129

[23] Laird B.B., *Chimica generale*, Ed. MacGraw-Hill, 2010: 89- 93

[24] Sperling L.H., *Introduction to physical polymer science*, John Wiley and Sons, 2006: 145- 156

[25]Cowie G., Arrighi V., *Polymers: chemistry and physics of modern materials*, CRC Press, 2007: 228- 235

[26] Archer R.D., *Inorganic and Organometallic Polymers*, John Wiley and Sons, 2001: 98- 103

[27] Silberberg M.S., Licoccia S., *Chimica. La natura molecolare della materia e delle sue trasformazioni*, Ed. MacGraw-Hill, 2008: 111- 118

[28] Ram A., *Fundamentals of polymer engineering*, Ed. Springer, 1997: 118- 125

[29] Christensen G.J., *Why use resin cements?*, Journal Indiana Dental Association. 2010; 89: 6- 8

[30] Sideridou I., Tserki V., Papanastasiou G., *Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins*, Biomaterials. 2002; 23: 1819- 1829

[31] Santini A., Miletic V., Swift M.D., Bradley M., *Degree of conversion and microhardness of TPO-containing resin-based composites cured by polywave and monowave LED units*, Journal of Dentistry. 2012; 40: 577- 584

[32] Monterubbianesi R., Orsini G., Tosi G., Conti C., Librando V., Procaccini M., Putignano A., *Spectroscopic and Mechanical Properties of a New Generation of Bulk Fill Composites*, Frontiers in Physiology. 2016; 7: 652

[33] Valandro L.F., Pelogia F., Galhano G., Bottino M.A., Mallmann A., *Surface conditioning of a composite used for inlay/onlay restorations: effect on muTBS to resin cement*, The Journal of Adhesive Dentistry. 2007; 9: 495- 498

[34] Peutzfeldt A., Sahafi A., Flury S., *Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents*, Operative Dentistry. 2011; 36: 266- 73

[35] Aboush Y.E., Jenkins C.B., *Tensile strength of enamel-resin-metal joints*, Journal of Prosthetic Dentistry. 1989; 61: 688- 694

[36] Domingos P.A., Garcia P.P., Oliveira A.L., Palma-Dibb R.G., *Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media*, Journal of Applied Oral Science. 2011; 19: 204- 11

[37] Miotti L.L., Nicoloso G.F., Durand .LB., Susin A.H., Rocha R.O., *Color stability of a resin composite: effect of the immersion method and surface treatments*, Indian Journal of Dental Research. 2016; 27: 195- 199

[38] Ertaş E., Güler A.U., Yücel A.C., Köprülü H., Güler E., *Color stability of resin composites after immersion in different drinks*, Dental Materials Journal. 2006; 25: 371- 376

[39] Topcu F.T., Sahinkesen G., Yamanel K., Erdemir U., Oktay E.A., Ersahan S., *Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites*, European Journal of Dentistry. 2009; 3: 50- 6

[40] Sarikaya I., Güler A.U., *Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains*, Journal of Dental Sciences. 2011; 6: 65- 71

[41] Pissaia J.F., Correr J.M., Gonzaga C.G., Fernandes da Cunha L., *Influence of shade, curing mode, and aging on the color stability of resin cements*, Brazilian Journal of Oral Science. 2015; 14: 272- 275

[42] Moraes R.R., Faria-e-Silva A.L., Ogliari F.A., Correr-Sobrinho L., Demarco F.F., Piva E., *Impact of immediate and delayed light activation on self-polymerization of dual-cured dental resin luting agents*, Acta Biomaterialia. 2009; 5: 2095- 2100

[43] Yazici A.R., Tuncer D., Antonson S., Onen A., Kilinc E., *Effects of Delayed Finishing/Polishing on Surface Roughness, Hardness and Gloss of Tooth-Coloured Restorative Materials*, European Journal of Dentistry. 2010; 4: 50- 56

RINGRAZIAMENTI

In queste poche righe desidero ringraziare il Professor Putignano e la Professoressa Orsini per avermi dato la possibilità di partecipare attivamente a questo lavoro.

Grazie anche al Dottor Monterubbianesi per avermi guidata ed incoraggiata passo dopo passo.

Grazie alla mia famiglia per aver reso possibile tutto ciò.

Grazie agli Amici, vecchi e nuovi, trovati, ritrovati e perduti.

Grazie a chi ha avuto parole e gesti gentili, stelle cadenti in anni bui.

Grazie a Marco, colonna portante in questo percorso e in questo pezzo di vita.

Grazie a me stessa per aver creduto fino in fondo in un sogno di bambina.