

Fattori di influenza sulle caratteristiche meccaniche di alcune dighe dentali

Influence factors upon the mechanical performances of several dental dams

G. Albergo¹, R. Bedini, P. Ioppolo, P. Filippini, E. Accarisi¹

Istituto Superiore di Sanità - Dipartimento di Tecnologia e Salute - Roma.

1 - Insegnamento di Odontoiatria Conservativa (Prof. S. Eramo) - Università degli Studi di Perugia.

RIASSUNTO

Ragioni L'integrità del sistema diga durante le procedure cliniche è di fondamentale importanza: L'obiettivo di questo studio è di valutare se esistono possibili fattori d'influenza sulle performance di resistenza meccanica della diga. **Materiali e metodi:** Abbiamo testato il comportamento meccanico di 11 dighe diverse, sottoposte a tensione, misurandone il carico di rottura allo strappo in MPa. La valutazione dei risultati è stata condotta tenendo presente 7 possibili fattori d'influenza: (a) fattore di produzione, (b) fattore lattice, (c) fattore silicone, (d) fattore invecchiamento (e) fattore foro, (f) fattore spessore, (g) fattore microstruttura. Seguendo le linee guida ASTM D412 due tipologie di forma sono state utilizzate per i test: campioni integri e campioni che presentavano un foro, per analogia con la foratura che si esegue nell'applicazione clinica del foglio di diga. Per ogni singolo studio 10 campioni sono stati ottenuti per taglio a stampo, e misurati con un profilometro (PJ300) e calibro elettronico (Digimatic 500, Mitutoyo Corp.) prima di essere sottoposti al test. Per l'analisi del fattore (e) i campioni presentavano al centro della sezione attiva, un foro di 1,78 mm. Ogni campione è stato sottoposto a test di trazione mediante un dinamometro elettronico (M30K, Lloyd Instr.) con cella di carico di 500N e velocità di allontanamento degli afferraggi di 500 mm/min. Il valore medio in MPA e la deviazione standard di ogni prova sono stati calcolati e riportati nelle varie tabelle. **Risultati e Conclusioni:** diversi fattori influenzano il comportamento meccanico delle dighe esaminate: il lattice ed il silicone sembrano aumentare la resistenza allo strappo, lo spessore e l'invecchiamento non sembrano influire in modo rilevante. L'analisi del fattore (g) con l'ausilio del SEM ci mostra come la struttura a scaglie con o senza granuli sia la più resistente mentre quella fibrillare e quella liscia, sono quelle che presentano minore resistenza.

ABSTRACT

Background Dam integrity during all the clinical procedures should be the gold standard. The purpose of this study was to analyse possible influence factors upon the mechanical performances at break of latex and no-latex dental dams. (a) production factor, (b) latex factor (c) silicon factor, (d) age factor, (e) hole factor, (f) thickness factor, (g) microstructure factor. **Materials and Methods:** 11 commercial dental dams were used for the experiment. Dumbbell specimens, for each dam, were prepared according to the ASTM D412 specifications and measured by a Profile Projector (PJ300, Mitutoyo Corp.); 10 specimens for each dental dam under test were prepared. The thickness of each dumbbell specimen, after being cut, was measured with an Electronic Caliper (Digimatic 500, Mitutoyo Corp.) accurate to 0,01 mm. Each dumbbell specimen was subjected to tensile stress at break by means of an Electronic Dynamometer (LR30K, Lloyd Instruments) equipped with a 500 N load cell, at 500 mm/min testing speed. Tensile stress at break was also conducted on dumbbell specimens with one hole of 1,78 mm diameter, in the middle of gauge length. With this test we evaluated the mechanical resistance of dam with hole behaviour they all usually undergo upon

clinical application. Mean values and standard deviations were calculated and tensile stress at break data for dumbbell and dumbbell with hole specimens were analysed. **Results and conclusion** : several investigated factors really seems to influence mechanical performance of dental dams included in this study. Latex and silicone increased the performance of the tested specimens as different thickness and aging of the product does not influence relevantly. Observing factor(g) we conclude as scattered surface , with or without granules presents the best performance as smooth and fibrillar surfaces gives the lower values of resistance at break.

INTRODUZIONE

Il sistema di isolamento operatorio per mezzo della “diga” è universalmente riconosciuto (1) per la sua efficacia nel diminuire i rischi di contaminazione (2,3) e per ottimizzare l’impiego di materiali per uso dentale.(4,5,6). Risulta importante, quindi, che il materiale che costituisce la “diga” rimanga integro durante tutto il procedimento clinico. L’obiettivo di questo studio è di valutare il comportamento meccanico di diverse tipologie di “diga”, attraverso lo sforzo a rottura in laboratorio. La valutazione di più fattori di influenza sulle performance meccaniche è stata eseguita secondo 7 indagini separate. Più precisamente in questo studio sono stati indagati i seguenti fattori: (a) fattore di produzione, (b) fattore lattice, (c) fattore silicone, (d) fattore invecchiamento (e) fattore foro, (f) fattore spessore, (g) fattore microstruttura.

MATERIALI E METODI

Sono state esaminate 11 tipologie diverse di diga: Swedent®, Ivory®, Hygienic®, Royal Shield®, NicTone®, DEI Italia®, Hygenic Non Latex®, PattersonBrand®, PattersonBrand no latex®, Roeko no silicone no latex®, Roeko no latex®. Abbiamo arbitrariamente scelto alcuni parametri, definiti poi fattori, che identificassero reali differenze tra le varie dighe. Analizzando il comportamento meccanico delle 11 dighe, abbiamo voluto vedere se esistesse una possibile correlazione tra il fattore esaminato e le performance meccaniche dei campioni esaminati.

Per ogni fattore, il numero ed il tipo di dighe coinvolte nei test sono state così distribuite:

- a) Fattore di produzione: 11 dighe con diversa provenienza di produzione.
- b) Fattore lattice: 2 dighe contenenti lattice vengono esaminate insieme ad altre due dighe provenienti dalla stessa produzione ma che non presentano il lattice tra i loro ingredienti.
- c) Fattore silicone: 2 dighe provenienti dalla stessa produzione la cui unica differenza risiede nella presenza o meno di silicone.
- d) Fattore invecchiamento: 2 dighe vengono analizzate considerando la sola differenza del periodo di produzione: diga fresca e immediatamente dopo la data di scadenza
- e) Fattore foro: 11 dighe la cui unica differenza è la presenza o meno di un foro (\varnothing 1,76mm), al centro del campione esaminato.
- f) Fattore spessore: 4 dighe identiche in tutto tranne per lo spessore del campione.
- g) Fattore ultrastruttura: 5 tipologie strutturali di diga vengono esaminate: 1) struttura a scaglie (con presenza o meno di granuli); 2) superficie con aspetto mordenzato (con presenza o meno di granuli); 3) struttura con aspetto cretaceo 4) struttura fibrillare; 5) struttura liscia (con presenza o meno di granuli)

Nella sezione Practice D3183, citata nella direttiva D412/87 dell’A.S.T.M. (7), si fa riferimento ai criteri di preparazione dei campioni di “diga” provenienti da articoli del commercio. La norma prevede che i campioni siano preventivamente liberati da sostanze che possono irruvidire la superficie dei campioni stessi. In questo studio abbiamo volutamente lasciato i campioni non lavati; ciò avrebbe consentito di avere una più fedele comparazione con l’utilizzo clinico del materiale.

Per la realizzazione dei campioni da sottoporre ai test meccanici, sono state prese in esame due tipologie di forma. Abbiamo voluto esaminare campioni integri e campioni che presentavano un foro, per analogia con la foratura che si esegue nell’applicazione clinica del foglio di diga.

La prima serie di campioni (cravatte integre), è stata realizzata seguendo le linee guida ASTM D412. Per ogni singolo prodotto incluso nello studio 10 campioni a forma di cravatta sono stati tagliati da un foglio integro (152x152mm) di materiale. Ogni campione, prima di essere sottoposto

al test, è stato misurato con un profilometro Mitutoyo affinché rientrasse nei seguenti parametri: lunghezza totale della cravatta: 75,0 mm; larghezza alle estremità: 12,36 mm; lunghezza parte attiva: 15mm; larghezza parte attiva: 6mm; spessore medio compreso tra 0,175 e 0,228 mm approssimativamente (tranne nei test eseguiti per la valutazione del thickness factor). Tutti i campioni sono stati tagliati ad una temperatura di $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $50\pm 5\%$ di umidità relativa mediante taglio per stampo a pressione con apposito dispositivo.

Anche la seconda serie di campioni (cravatte con foro), 10 x ogni prodotto incluso nello studio, è stata ricavata seguendo la norma A.S.T.M. 412 ma inserendo un foro del diametro di 1,74mm al centro dell'area attiva del campione, eseguito mediante fora diga Ivory.

La prova tensile, alla quale sono stati sottoposti tutti i campioni, è stata realizzata con dinamometro elettronico (M30K, Loyd Instr.) ad una velocità di 500mm/min e con una cella di carico di 500 N. Carico di rottura e percentuale d'allungamento del campione sono stati registrati automaticamente dalla macchina collegata ad un sistema d'elaborazione dati computerizzato. Per ogni test relativo al fattore di influenza indagato è stata riportata una tabella in cui sono stati inseriti i valori medi, espressi in MPa, di ogni prova (eseguita su 10 campioni) e la relativa deviazione standard.

In accordo con la sperimentazione di Svec (8) non abbiamo riportato nelle tabelle la % di allungamento dei campioni in quanto nella pratica clinica quotidiana la diga non viene mai sollecitata al limite estremo dei suoi valori di allungamento. Per ciò che riguarda l'invecchiamento della diga abbiamo scelto di testare prodotti invecchiati naturalmente senza effettuare un invecchiamento artificiale. Lo standard di qualità a cui si riferiscono le dighe della Royal Shield®, ad esempio, fanno riferimento alla USA Commercial Item description n° A-A 53986: trattamento per 22 ore a 100°C . Le variazioni termiche che una diga subisce durante un invecchiamento naturale, per stoccaggio in una scatola ermeticamente chiusa e mantenuta al buio in un magazzino oltre la data di scadenza, non saranno mai comparabili con tali temperature che, fra l'altro, è probabile che modifichino strutturalmente la diga stessa.

RISULTATI

Le tabelle allegate esprimono il significato dei risultati in base agli obiettivi proposti e valutano, quindi: **(a) fattore di produzione, (b) fattore lattice, (c) fattore silicone, (d) fattore invecchiamento (e) fattore foro, (f) fattore spessore, (g) fattore microstruttura.**

I risultati della prova di tensione sono stati espressi in MPa per il carico a rottura. Tutti i risultati presenti nelle tabelle, esprimono la media del valore ottenuto da 10 campioni per ogni prodotto testato e sono accompagnati dalla rispettiva deviazione standard.

CONCLUSIONI

La lettura dei risultati riportati nelle varie tabelle offre diversi spunti d'osservazione.

La tabella a) fattore di produzione, mostra un diverso comportamento tra tutte le dighe testate, ciò ci induce a pensare come il diverso processo di produzione per ogni diga, ne caratterizza poi le performance meccaniche. Una prima curiosità appare nell'osservare i diversi valori di rottura nei campioni in cui è presente o meno il lattice.

Nella tabella b) "fattore lattice" e nella tabella c) "fattore silicone" abbiamo eliminato il fattore di produzione testando dighe in cui la sola differenza osservata era la presenza o meno di lattice, per il primo studio e di silicone nel secondo. Abbiamo constatato una forte influenza del lattice nel conferire resistenza allo strappo; anche il silicone, seppur in minor valenza sembra influenzare positivamente le performance meccaniche dei campioni testati.

- *Indicazioni cliniche: vista la minore resistenza meccanica delle dighe prive di lattice, utilizziamole solo nei casi in cui si presenti un'intolleranza accertata. Le dighe "no latex" sono molto sensibili alla temperatura e, quindi, conviene, stoccarle a temperature inferiori ai 26°C .*

La tabella d) "fattore invecchiamento" ci mostra come il fattore d'invecchiamento incide in maniera relativa sulla resistenza allo strappo dei materiali testati. Lo scadimento calcolato risulta essere del 15,57% per la prima diga testata e del 19,45% per la seconda. Il valore finale è poi

nettamente superiore al 50% del valore originale (diga fresca) . Tale percentuale risulta il limite imposto per la commercializzazione del prodotto “diga” dalle norme federali statunitensi (9)

- *Indicazioni cliniche: nella pratica quotidiana l'uso della diga dovrebbe essere così frequente da non doverci mai preoccupare di avere in giacenza una confezione di diga che vada oltre la data di scadenza, tuttavia i dati raccolti indicano che il prodotto scaduto perde solo una piccola % di resistenza meccanica.*

La tabella e) “ fattore foro”. Senza dover fare appello ad un'analisi statistica approfondita, possiamo affermare come la foratura influenzi fortemente le prestazioni meccaniche delle dighe.

- *Indicazioni cliniche: sappiamo come a volte sia necessario fare più di una foratura del foglio di diga; considerando quanto abbiamo osservato dovremo essere abbastanza oculati nello scegliere la diga che meglio resiste alle tensioni di strappo dopo la foratura.*

La tabella f) “ fattore spessore”. Offre forse i risultati più inattesi: variando lo spessore del materiale (purché provenga dallo stesso sistema di produzione), le sue performance di resistenza allo strappo non variano . Anche dopo test eseguiti con foratura il comportamento è simile.

- *Indicazioni cliniche: è inutile scegliere una diga più spessa sperando che possa resistere meglio ad una foratura multipla per una conservativa a quadranti, per esempio. Il diverso spessore potrà invece influire nella maggiore o minore versatilità d'inserimento tra i denti, o nello spostare più o meno efficacemente il margine gengivale nei restauri cervicali.*

La tabella g) “fattore ultrastruttura”. Insieme alle immagini al SEM, permette importanti conclusioni: esistono diverse tipologie di struttura del materiale diga (derivanti dai differenti componenti chimici ma anche dalle diverse tecniche di fabbricazione) e, di certo, l'ultrastruttura del materiale è il fattore d'influenza più evidente sulle sue proprietà meccaniche. Dai risultati in tabella sembra che la struttura data da compattazione di scaglie porti ad una maggiore resistenza allo strappo, mentre le strutture lisce e con pochi granuli sembrano influire negativamente.

Un ultimo richiamo è rivolto alla possibile influenza che tali superfici possono avere nell'impiego della diga come barriera nel trattamento di rigenerazione guidata dei tessuti in Parodontologia (10).

BIBLIOGRAFIA

1. Small BW: Rubber dam: the easy way - Gen Dent. 1999 Jan - Feb; 47 (1): 30-3
2. Sampalmieri F., Albergo G, Accarisi E., Bedini R.- Riparazione di restauri protesici mediante resine composite - Dental Cadmos17: 27-37, 1999.
3. Liebenberg-WH: Access and isolation problem solving in endodontics: anterior teeth. J-Can-Dent-Assoc.1993; 59(8): 663-7, 670-1.
4. Barghi-N; Knight-GT; Berry-TG: Comparing two methods of moisture control in bonding to enamel: a clinical study. - Oper-Dent.1991 Jul-Aug; 16(4): 130-5.
5. Arnone R.: Bonding Orthodontic lower 3 to 3retainers with a rubber dam: a second generation step-by step procedure- Am -J-Orthod-Dentofacial Orthop. 1999Oct;116(4): 432-4
6. Liebenberg WH The rubber dam-retaining appliance: an adjunct to isolation during placement of multiple veneers: Quintessence Int. 1995 Jul;26(7): 493-500
7. ASTM designation: D412 - 87: Standard Test Methods for Rubber Properties in Tension:39-50
8. Svec TA, Powers JM, Ladd GD, Meyer TN. Tensile and tear properties of dental dam. J Endod. 1996 May;22(5):253-6.
9. U.S.Federal Government: Federal Specification for rubber dental dam ZZ-R-690B 30 oct. 1985.
10. Paolantonio M; D'Archivio D; Di Placido G; Tumini V; Di Peppe G;Del Giglio Matarazzo A; De Luca M: Expanded polytetrafluoroethylene and dental rubber dam barrier membranes in the treatment of periodontal intrabony defects. A comparative clinical trial, J-Clin-Periodontol. 1998 Nov; 25(11): 920-8

Tab a = “fattore di produzione”

Mechanical tests at break (mean value + standard deviation) according to ASTM 412	
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa)
Swedent	36,6 ± 1,0
Ivory	34,7 ± 3,8
Hygienic	32,9 ± 2,5
Royal Shield	28,2 ± 2,2
Nic Tone	25,4 ± 2,7
DEI	30,8 ± 2,5
Patterson Brand	42,7 ± 3,4
Hygienic no latex	11,8 ± 0,6
Patterson Brand no latex	9,3 ± 1,0
Roeko no latex silicone	9,2 ± 0,7
Roeko no latex no silicone	5,9 ± 0,6

Tab b = “fattore lattice”

Mechanical tests at break (mean value ± standard deviation) according to ASTM 412		
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa) latex	Tensile stress at break (Mpa) no latex
Hygienic	32,9 ± 2,5	11,8 ± 0,6
Patterson Brand	42,7 ± 3,4	9,3 ± 1,0

Tab c = “fattore silicone”

Mechanical tests at break (mean value + standard deviation) according to ASTM 412		
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa) silicone	Tensile stress at break (Mpa) no silicone
Roeko no latex	9,2 ± 0,7	5,9 ± 0,6

Tab d = “fattore invecchiamento”

Mechanical tests at break (mean value + standard deviation) according to ASTM 412		
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa) fresca	Tensile stress at break (Mpa) invecchiata
Ivory	34,7 ± 3,8	29,3 ± 6,6
Hygienic	32,9 ± 2,5	26,5 ± 2,2

Tab e = “fattore foro”

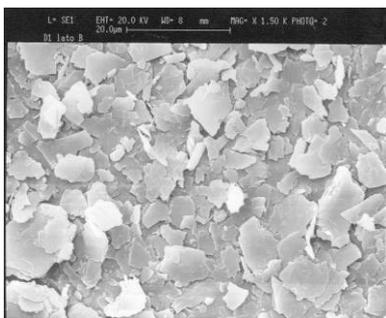
Mechanical tests at break (mean value ± standard deviation) according to ASTM 412		
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa) senza foro	Tensile stress at break (Mpa) con foro
Swedent	36,6 ± 1,0	14,8 ± 1,1
Ivory	34,7 ± 3,8	17,7 ± 1,0
Hygienic	32,9 ± 2,5	11,9 ± 0,2
Royal Shield	28,2 ± 2,2	13,7 ± 0,7
Nic Tone	25,4 ± 2,7	9,7 ± 1,0
DEI	30,8 ± 2,5	9,0 ± 0,5
Patterson Brand	42,7 ± 3,4	12,1 ± 0,6
Hygienic no latex	11,8 ± 0,6	6,8 ± 0,2
Patterson Brand no latex	9,3 ± 1,0	5,9 ± 0,6
Roeko no latex silicone	9,2 ± 0,7	4,1 ± 0,2
Roeko no latex no silicone	5,9 ± 0,6	3,2 ± 0,3

Tab f = “fattore spessore”

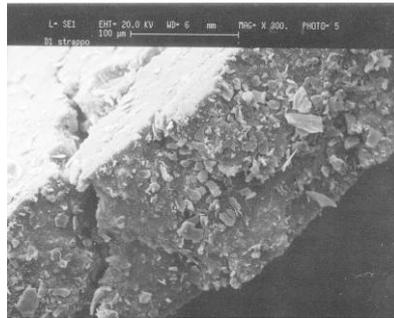
Mechanical tests at break (mean value + standard deviation) according to ASTM 412		
Dental RubberDam Ø in mm	Tensile stress at break (Mpa) senza foro	Tensile stress at break (Mpa) Con foro
Royal Shield Ø 0.125 - 0.175	28,2 ± 2,2	13,7 ± 0,7
Royal Shield Ø 0.175 - 0.228	28,7 ± 3,5	15,5 ± 0,9
Royal Shield Ø 0.128 - 0.305	28,1 ± 1,5	14,9 ± 1,4
Royal Shield Ø 0.305 - 0.350	27,5 ± 1,7	14,1 ± 0,8

Tab g = "fattore ultrastruttura"

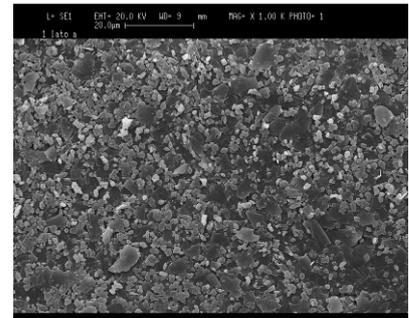
Mechanical tests at break (mean value ± standard deviation) according to ASTM 412	
DentalRubberDam	Tensile stress at break (Mpa)
struttura a scaglie Patterson Brand Hygienic DEI	42,7 ± 3,4 32,9 ± 2,5 30,8 ± 2,5
struttura a scaglie con granuli Ivory Swedent	34,7 ± 3,8 36,6 ± 1,0
struttura mordenzata Royal Shield	28,2 ± 2,2
struttura mordenzata con granuli Nic Tone	25,4 ± 2,7
Struttura cretacea Hygienic no latex	11,8 ± 0,6
struttura fibrillare Patterson no latex	9,3 ± 1,0
struttura liscia Roeko no latex	9,2 ± 0,7
struttura liscia con scarsi granuli Roeko no latex no silicone	5,9 ± 0,6



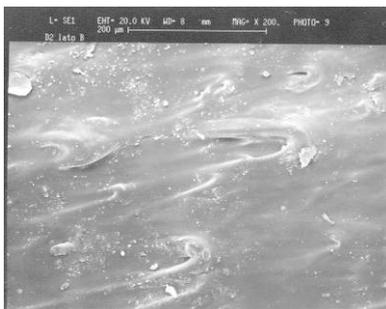
struttura a scaglie



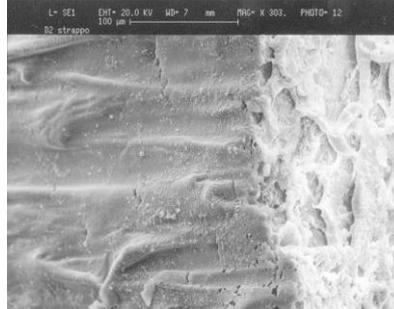
struttura a scaglie sezione



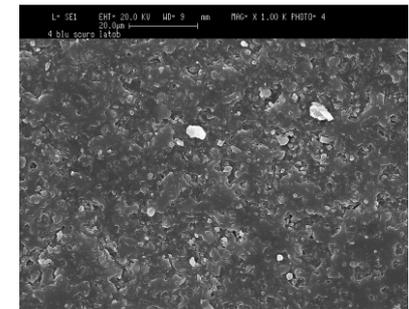
struttura a scaglie con granuli



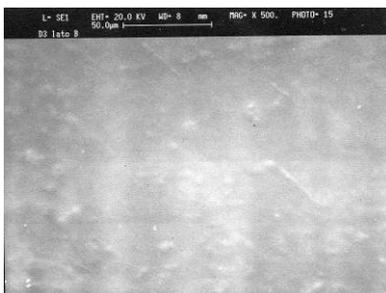
struttura fibrillare



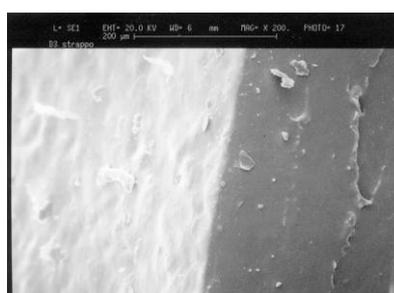
struttura fibrillare sezione



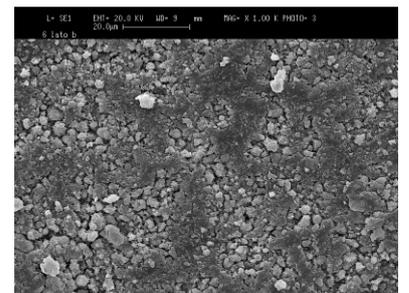
struttura con aspetto mordenzato



struttura liscia



struttura liscia sezione



Struttura cretacea