

CONSIDERAȚII ASUPRA COROZIUNII BRACKET-URILOR ORTODONTICE

Considerations on the corrosion of orthodontic metallic brackets

Drd. Ionuț-Cornel Ionescu, Prof. Dr. Ecaterina Ionescu

Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, București

REZUMAT

Eficiența tratamentelor medicale depinde de cunoașterea cât mai aprofundată a materialelor și tehnicilor folosite. Acest lucru este cu atât mai important în practica stomatologică datorită vascularizației bogate și a importanței zonei în psihicul pacientului. Rezistența la coroziune este o caracteristică importantă a tuturor pieselor metalice folosite în tratamentele stomatologice. Am testat rezistența la coroziune a bracket-urilor metalice folosind un aparat galvanostat și trei soluții de salivă artificială, formulate astfel încât să aibă pH diferit. Rezultatele arată că rezistența maximă se obține la valori ale pH-ului apropiate de neutru.

Cuvinte cheie: bracket, coroziune, rezistență, galvanostat, pH variabil, salivă artificială

ABSTRACT

The effectiveness of medical treatments depends on thorough knowledge of materials and techniques used. This is especially important in dentistry due to rich blood supply and the importance of the area in the patient's psyche. Corrosion resistance is an important feature of all metal appliances used in dental care. We tested the corrosion resistance of metal brackets using a galvanostat and three artificial saliva solutions, formulated to have different pH levels. The results show that the maximum strength is obtained at pH values close to neutral.

Keywords: bracket, corrosion, resistance, galvanostat, variable pH, artificial saliva

INTRODUCERE

Coroziunea este un proces de distrugere a materialelor metalice sub acțiunea chimică sau electrochimică a mediului înconjurător sau a substanțelor cu care acestea vin în contact.

Aparatele metalice se exploatează în condițiile contactului cu diferite medii chimic-active: atmosferă umedă, apă, soluțiile unor substanțe chimice, gaze industriale etc. Din punct de vedere termodinamic, sistemele metal-agent coroziv sunt mai puțin stabile decât compușii rezultați din interacțiunea lor. Chiar în condiții obișnuite neafectate de mediul de exploatare, metalele tind să se reoxideze și să revină la starea inițială în care se găseau în natură. Din punct de vedere cantitativ, cele mai mari distrugereri le produc aerul din atmosfera industrială

urbană-rurală și apa din conducte, apa subterană, apa distilată, vaporii de apă etc. Deși piesele implicate sunt de dimensiuni mult mai mici, iar condițiile de mediu variază mai puțin, aceleași procese sunt implicate și în coroziunea elementelor metalice ortodontice folosite în tratamente stomatologice. (1)

Procesele chimice și electrochimice se desfășoară la interfața metal-mediu agresiv, deci reacțiile sunt heterogene. Spre deosebire de coroziune, eroziunea reprezintă un proces mecanic de distrugere a suprafeței metalelor. Deseori coroziunea și eroziunea acționează simultan asupra suprafețelor metalice. În cazurile când aceste fenomene acționează separat, provoacă distrugereri cu aspect atât de asemănător încât adevărata cauză se stabilește în urma unui studiu amănunțit. (1)

Adresă de corespondență:

Drd. Ionuț-Cornel Ionescu, Str. Montana nr. 22, sector 6, București, cod poștal 060129

E-mail: ionescu.ionut.cornel@gmail.com

Noțiunea de rezistență la coroziune se exprimă adesea prin termeni echivalenți: stabilitate chimică, rezistență anticorozivă, pasivitatea metalului (atunci când starea metalului în mediul dat nu se schimbă o perioadă îndelungată de timp). (3)

O rezistență scăzută la coroziune periclitează buna desfășurare a tratamentului prin două căi posibile. Prima cale este reprezentată de scăderea integrității pieselor metalice din cauza pierderii de substanță frecvent asociată coroziunii, această scădere poate duce la fisurarea sau fracturarea piesei cu evidente implicații negative. A doua cale de periclitate este reprezentată de posibilitatea apariției fenomenelor de hipersensibilitate ca urmare a punerii în libertate, și astfel în contact cu pacientul, a unor specii de ioni cu potențial alergic crescut, de exemplu nichel. (2,4)

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru realizarea testelor de coroziune s-a utilizat un potențiostat/galvanostat (model PARSTAT 4000, producător Princeton Applied Research; Fig. 1), iar curbele potențiodinamice au fost achiziționate cu ajutorul software-ului VersaStudio.



FIGURA 1. Potențiostat/galvanostat model PARSTAT 4000

Rezistența la coroziune a fost determinată prin tehnica polarizării liniare. Această tehnică constă în trasarea curbelor de polarizare liniare implicând următorii pași:

- Timpul necesar măsurării potențialului de circuit deschis (EOC): o oră
- Parametrii trasării curbelor de polarizare potențiodinamice și rata de scanare: de la -0,1 V (vs OC) la +0,6 V (vs OC), cu o rată de scanare de 0,33 mV/s (1)

Celula de coroziune are în componență următoarele elemente:

- electrodul de referință (RE): electrod supra-saturat de calomel (SCE)
- electrodul de înregistrare (CE): electrod din platină
- electrodul de lucru (WE): eșantioanele investigate (respectiv bracket-uri metalice)

- Mediul de testare: salivă artificială Fusayama Meyer (3)

Testul de coroziune s-a efectuat la temperatura camerei: $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Testul de evaluare a rezistenței la coroziune s-a realizat conform standardului ASTM G15 97a, iar compoziția salivei artificiale Fusayama Meyer se regăsește în Tabelul 1.

TABELUL 1. Compoziția salivei artificiale Fusayama Meyer (3)

Soluție	NaCl	KCl	Uree	NaH ₂ PO ₄	CaCl ₂ *2H ₂ O
Cantitate (ml)	0,4	0,9	1	0,69	0,795

Înainte testelor de coroziune, bracket-urile au fost înglobate într-o rășină acrilică (Duracryl) după ce în prealabil a fost lipit pe ele un conductor electric și apoi au fost șlefuite pe hârtii metalografice de tip 200, 600, 800 și 1.200. Imagini ale probelor astfel pregătite (WE) se regăesc în Fig. 2.



FIGURA 2. Imagini ale bracket-urilor înglobate (WE)

După înregistrarea potențialului de circuit deschis, cu scopul de a afla potențialul Eoc, au fost trasate curbele potențiodinamice de la -0,1 V (vs Eoc) la +0,6 V (vs Eoc).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Curbele potențiodinamice pentru bracket-urile metalice studiate în funcție de pH-ul salivei artificiale sunt prezentate în Fig. 3 (pH = 2), Fig. 4 (pH = 5), Fig. 5 (pH = 7) și Fig. 6 (curbele suprapuse).

Cu ajutorul parametrilor identificați din curbele potențiodinamice, dar și din caracteristicile materialului (oțel inoxidabil 17-4) folosit la confecționarea bracket-urilor (3), au fost calculate ratele de coroziune (conform ASTM G102-89 (2004)) corespunzătoare salivei artificiale cu pH = 2, 5 și 7 folosindu-se formula de mai jos:

$$CR = K_i \frac{I_{cor}}{\rho} y_w \quad CR = K_i \frac{I_{cor}}{\rho} y_w$$

unde: CR – rata de coroziune

K_i – $3,27 \times 10^{-3}$

ρ – densitatea materialului

I_{cor} – densitatea curentului de coroziune

EW – greutatea echivalentă

Valorile obținute sunt prezentate în Tabelul 2.

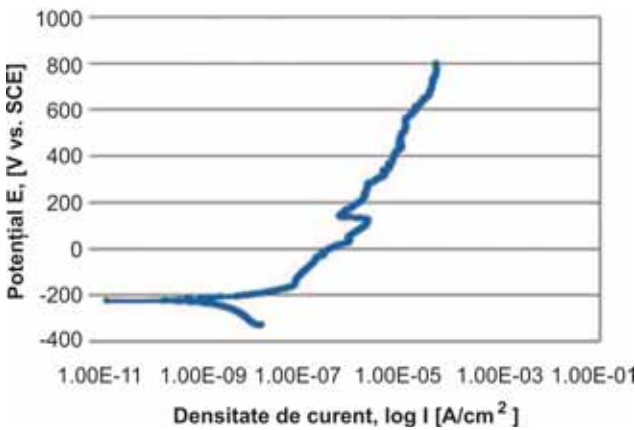


FIGURA 3. Curba potențiodinamică în salivă artificială cu pH = 2

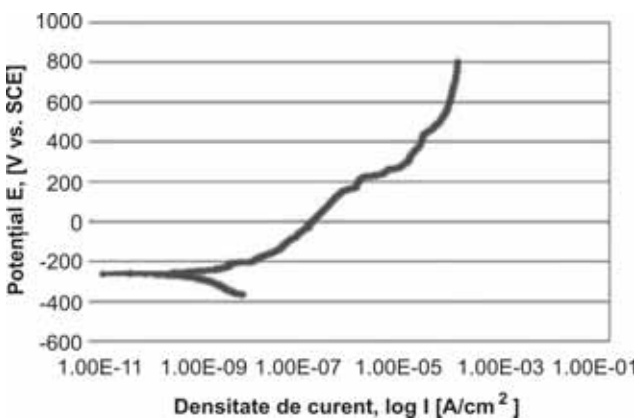


FIGURA 4. Curba potențiodinamică în salivă artificială cu pH = 5

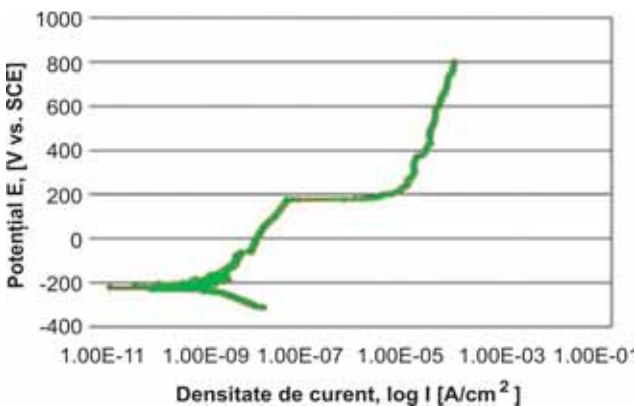


FIGURA 5. Curbă potențiodinamică în salivă artificială pH = 7

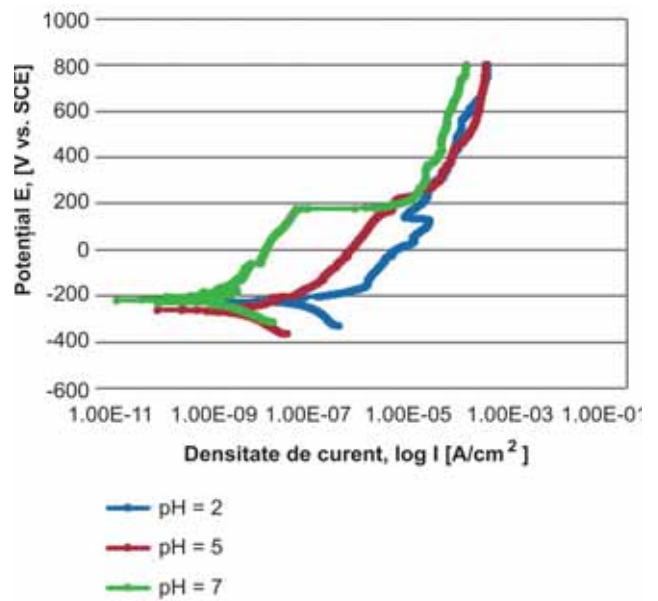


FIGURA 6. Curbele potențiodinamice în salivă artificială cu pH = 2, pH = 5 și pH = 7

TABELUL 2. Valorile parametrilor de coroziune

Salivă artificială	Eoc	Ecor (mV)	Icor (nA)	CR (mmpy)
pH = 2	-228,342	-222,106	185,757	0,023832
pH = 5	-264,151	-265,059	17,894	0,005969
pH = 7	-211,934	-215,808	5,339	0,000755

CONCLUZII

Luând în considerare valorile potențialului de coroziune (Ecor), se consideră că straturile cu potențialul Ecor mai electropozitiv prezintă o mai bună comportare la coroziune.

Analizând valorile parametrilor de coroziune obținute pentru bracket-uri supuse testelor, se observă că bracket-ul imersat în saliva artificială cu pH=7 are cea mai electropozitivă valoare a potențialului de coroziune (-215,808 mV), urmat pH=2 (-222,106 mV) și apoi pH=5 (-265,059 mV), ceea ce indică faptul că bracket-ul imersat în saliva artificială cu pH=7 are o mai bună rezistență la coroziune.

Comparând intensitățile de curent (Icor) se poate observa că cea mai mică valoare, în consecință o comportare mai bună la coroziune, o are oțelul inoxidabil, tot în saliva artificială cu pH=7 având o valoare de 5,339 nA, urmată de 17,894 nA la pH=5, iar cea mai mare valoare a intensității curentului se înregistrează în salivă artificială cu pH=2 (185,757 nA).

Aceste rezultate indică faptul că cea mai scăzută rată de coroziune a probelor testate este de 0,000755 mmpy obținută în saliva artificială cu pH=7. Comparativ cu valorile obținute în cazul pH egal cu 2 sau 5 (0,023832 mmpy respectiv 0,005969 mmpy),

coroziunea are loc mai lent, ceea ce înseamnă că în saliva artificială cu pH=7, materialul supus testului este mai rezistent la coroziune.

Așadar, aparatele ortodontice cu componentă metalică se comportă cel mai bine, din punct de vedere al rezistenței la coroziune în condiții de pH

neutru sau aproape neutru. Cu cât aciditatea sau bazicitatea crește, scade și rezistența la coroziune și apare posibilitatea fie a scăderii integrității pieselor metalice, prin efectele secundare distructive asociate coroziunii, fie a reacțiilor de tip alergic ale pacientului la ioni metalici eliberați.

BIBLIOGRAFIE

1. **Zamfir S., Vidu R., Brînzoii V.** Coroziunea materialelor metalice. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1994
2. **Bratu D., Cioiescu D., Romînu M., Uram-Țuculescu S.** Materiale dentare: bazele fizico-chimice ale materialelor dentare. Timișoara. Editura Helicon. 1994
3. **Grimsdottir M.R., Gjerdet N.R., Hensten-Pettersen A.** Composition and in vitro corrosion of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992; 101(6):525-32
4. **Brune D.** Metal release from dental biomaterials. *Biomaterials.* 1986; 7(3):163-75.