

Zavod za fiksnu protetiku
Stomatološkog fakulteta, Zagreb

Prikaz naprezanja mosne konstrukcije s neparnim nosačima

A. ČATOVIĆ

UVOD I SVRHA RADA

Mosne konstrukcije, u okviru fiksno-protetske terapije, kao sredstva za višestruku rehabilitaciju žvačnog organa, premošćuju i nadoknađuju bezube predjele čeljusti, prenoseći žvačni tlak neposredno preko zuba nosača na parodont i ostale potporne strukture, približavajući se time prirodnim uvjetima, koji vladaju u ustima.

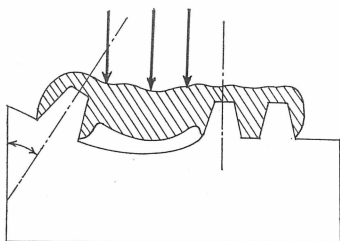
Poznato je, da postoji čitav niz međusobnih položaja zubi nosača, manje ili više povoljnih za fiksno-protetsko zbrinjavanje. Iako su indikacije za izradu svakog mosta jasno određene (S u v i n i K o s o v e l¹⁾), međusobni položaj zubi nosača često nije idealno paralelan, nego se oni nalaze pod određenim kutom, najčešće međusobno konvergirajući. Usprkos navedenom, mosne se konstrukcije uspješno postavljaju i ako postoji disiparalelitet do 30 stupnjeva, bez prethodnog ortodontskog ili endodontskog zahvata. Jasno je, da se, ako su sidra disiparalelna, raspodjela žvačnog pritiska ne odvija ravnomjerno, a samim time je i opterećenje mosne konstrukcije razmjerno nejednolično. Upravo iz tog razloga, zanimala su nas mjesta koncentracije i raspodjele naprezanja, kao i kritični presjeci konstrukcije.

MATERIJAL I METODA

Kao metoda, izabrana je fotoelasticimetrijska analiza, povoljna za prikazivanje unutrašnjih naprezanja, u složenim geometrijskim strukturama. Metoda je bazirana na principu prolaza zraka polariziranog svjetla kroz dvostruko refrakterne materije, pri čemu se zrake polariziranog svjetla rastavljaju na međusobno okomite vibracije, koje putuju kroz materiju različitim brzinama. Veličina zaostajanja, u fazi između dviju komponenata polariziranog svjetla, može se promatrati pomoću polarizacijskog filtra. Promatrana veličina zaostajanja u fazi predstavlja nam funkciju naprezanja u modelu i vrsti upotrijebljenog svjetla (T h e o c a r i s²⁾).

Za ispitivanje navedenih veličina, odabran je donji lateralni most 34007, s nagibom najdistalnijeg nosača od 25 stupnjeva prema podlozi (sl. 1), izrađen od fotoelastičnog materijala Araldita B, koji je imao slijedeća mehanička svojstva: modul elastičnosti 34 000 kp/cm², dopušteno naprezanje 400 kp/cm² i fotoelastičnu kon-

stantu napreznja $10,6 \text{ kp/cm}^2$ (Muftić i Jecić³). Izradi definitivnog modela, iz araldita, za ispitivanje, prethodio je opsežni pripremni postupak, koji se sastojao iz nekoliko faza.



Sl. 1. Shema modela mosne konstrukcije sa smjerovima i mjestima opterećenja.

Slika modela mosne konstrukcije odabrane za ispitivanje, uvećana je 5 puta, radi jasnijeg prikaza, linija napreznja je prenesena na kartonski predložak. Kartonski reljef dvodimenzionalnog mosta prenesen je na šablonu od pleksiglasa. Završna obrada šablone uključila je i finu obradu rubova šablone, do potpune glatkoće.

Ovako obrađena šablona, zalijepljena je pomoću ljepljive trake na ploču araldita B određenih dimenzija, a tračnom je pilom odrezan oblik mosta, po konturi šablone, 3—5 milimetara od njezinih rubova. Konačna obrada aralditnog modela, izvršena je brzrotirajućom glodalicom, koja se okretala brzinom od 40 000 okretaja u minuti, s promjerom glodala od 3 milimetra.

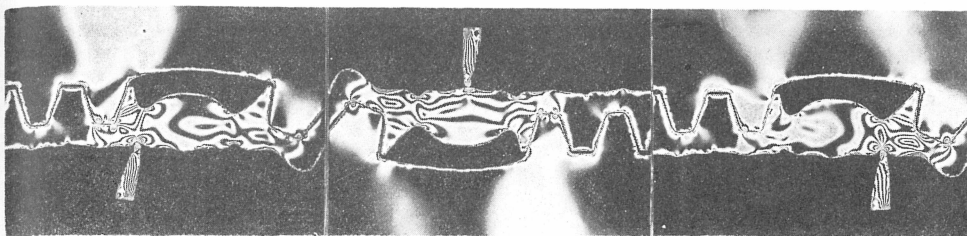
Na isti je način napravljen model podloge mosne konstrukcije s nosačima. Konstrukcija je opterećena na tri različita presjeka, konstantnom i koncentričnom silom jednog smjera i veličine, od 200 N. Model je postavljen u čelični okvir, smješten između polarizatora, s jedne strane, i tro-četvrtinske prizme i analizatora, s druge strane. Osvjetljivanje modela je postignuto monokromatskim svjetlom, čime smo, na modelu, dobili samo bijele i crne interferencijske linije, koje su nam, na fotografijama, omogućile da lakše odredimo red izokroma.

Opteretivši model na karakterističnim mjestima i osvijetlivši ga na navedeni način, napravili smo snimke modela, u trenucima opterećenja modela.

REZULTATI I RASPRAVA

Pri analizi utvrđenih rezultata, ograničili smo se na kvalitativnu analizu izokroma, promatranjem snimljenih fotografija, na karakterističnim mjestima djelovanja koncentrične sile. Na slici konstrukcije, pri koncentričnom opterećenju, na mjestu spoja najdistalnijeg nosača s tijelom mosta (sl. 2), uočava se predio gusto išaran izokromatskim linijama, što upućuje na to, da je mjesto najdistalnijeg sidra, mjesto najveće koncentracije napreznja. Broj i intenzitet izokroma naglo opada, prema tijelu mosta, da bi se na mezijalnim sidrima potpuno izgubio.

Opterećenje modela na sredini tijela mosta (sl. 3) pokazuje, prema broju i rasporedu izokroma, da je cijela površina konstrukcije uglavnom jednakomjerno opterećena. Iznimku bi predstavljalo područje najdistalnijeg sidra, u kojem su izokrome nešto izraženije.



Sl. 2. Model opterećen na spoju tijela mosta s najdistalnijim nosačem. — Sl. 3. Model opterećen na sredini tijela mosta. — Sl. 4. Model opterećen na spoju tijela mosta s mezijalnim nosačem.

U slučaju opterećenja spoja mezijalnog sidra mosnom konstrukcijom (sl. 4), povećana koncentracija naprezanja je uočljiva na mjestu aplikacije sile, ali je zanimljivo uočiti, da se izokrome pa time i naprezanje, zapažaju i na najdistalnijem sidru.

ZAKLJUČAK

Uspoređujući naprezanja modela mosne konstrukcije, pod djelovanjem jednake i koncentrične sile, na karakterističnim mjestima, proistječu nam slijedeći zaključci:

1. Usporedbom djelovanja učinaka sile na karakterističnim mjestima konstrukcije, uočavamo da se, u sva 3 primjera, naprezanja javljaju u najdistalnijem nosaču.
2. Bez obzira na mjesto djelovanja sile, najugroženija mjesta konstrukcije su spojišta sidra s tijelom konstrukcije, pri čemu je znatno ugroženije distalno spojište.
3. Gustoća izokroma opada, pomakom djelovanja koncentrične sile, od distalnog, prema mezijalnom spojištu.

Budući da se proučavala samo kvalitativna strana problema, bila je uzeta u obzir ravninska fotoelasticimetrija, premda bi bolje odgovarala prostorna fotoelasticimetrija. Trodimenzionalna ili prostorna fotoelasticimetrija, znatno je složenija u pristupu izradi modela koji se lijevaju, i zahtijeva mnoštvo drugog dodatnog pribora, a kvalitativni rezultati su dosta slični.

Sažetak

Mosne konstrukcije, u okviru fiksno-protetske terapije, kao sredstvo za višestruku rehabilitaciju žvačnog organa, premošćuju i nadoknađuju bezube predjele čeljusti i prenose žvačni tlak neposredno preko zuba nosača na parodont i ostale potporne strukture, približavajući se time prirodnim uvjetima koji vladaju u ustima.

Potpuna se paralelnost zubi nosača ne može postići u mnogim slučajevima, isključujući pritom ortodontski ili endodontski međuzahvat, no, usprkos tomu, mostovi se uspješno postavljaju i ako postoji disiparalnost nosača i do 30 stupnjeva. Opterećenost ovakvih konstrukcija je neravnomjerna i specifična u odnosu na konstrukcije s paralelnim nosačima.

Autor je u ovom radu nastojao, na eksperimentalnim modelima, napravljenim za tu svrhu, pokazati mjesta najvećeg opterećenja mosne konstrukcije, pri koncentričnim silama, neparalelnih nosača. Kao metoda izbora, odabrana je fotoelastimetrijska analiza, povoljna za prikazivanje unutrašnjih naprezanja, složenim geometrijskim strukturama, a pomoću vidljivih svjetlosnih fenomena, određeni položaj i veličina sile.

Summary

TENSION OF BRIDGE CONSTRUCTION WITH UNPARALLELED BEARERS

In fixed prosthetic therapy bridges are used for a manifold rehabilitation of the masticatory organ, for connecting and substituting the areas without teeth and to transfer the masticatory pressure directly through the bearer tooth to parodont and other supporting structures. In this way almost natural conditions are attained in the oral cavity.

In a number of cases it is impossible to obtain total parallelism of bearer teeth excluding orthodontic and endodontic treatments. Nevertheless bridges are successfully set if the parallelism of the bearers deviates even for 30 degrees. The loading of such constructions is unequal and specific as compared to constructions with parallel bearers.

In this paper the points of the highest load of bridge constructions under the effect of concentric forces and nonparallel bearers are shown on the experimental models made for this purpose. The selection method applied was the photoelastic analysis suitable for the presentation of inner tensions in complex geometric structures. The position and size of the force were determined by means of visible light phenomena.

Zusammenfassung

SPANNUNGEN INNERHALB VON BRÜCKENKONSTRUKTIONEN BEI NICHT PARALLELEN ANKERZÄHNEN

Brückenkonstruktionen im Rahmen der fixen prothetischen Therapie als Mittel für die Rehabilitation des Kauorgans, ersetzen zahnlose Kieferabschnitte und leiten den Kau- druck auf das Parodont und die übrigen Stützgewebe. Eine vollständige Parallelität der Ankerzähne ist in vielen Fällen nicht möglich zu erreichen, es sei denn mit orthodontischen und endodontischen Eingriffen. Trotzdem lassen sich Brücken bei Disparallelität bis 30° ohne besondere Schwierigkeiten einsetzen. Die Belastung dieser Konstruktionen ist ungleichmässig und spezifisch im Vergleich mit Konstruktionen bei parallelen Ankerzähnen.

Auf experimentellen Modellen gelang es dem Autor die Stellen der grössten Belastung bei konzentrischen Kräften und nicht parallelen Brückenträgern, darzustellen. Als Methode der Wahl wurde die fotoelastizimetrische Analyse angewendet, geeignet zur Darstellung der inneren Spannungen mittels komplizierter geometrischer Strukturen, während sichtbare Lichtphänomäne die Lage und Grösse der Kräfte bestimmen.

LITERATURA

1. SUVIN, M., KOSOVEL, Z.: Fiksna protetika, Školska knjiga, Zagreb, 1975
2. THEOCARIS, P. S.: Moirè fringes in strain analysis, Pergamon press, London, 1969
3. MUFTIĆ, O., JECIĆ, S.: O primjeni polimernih materijala u biomehaničkim istraživanjima, III savjetovanje o proizvodnji, primjeni i preradi polimernih materijala, Zagreb, 19—20. travnja 1977

Primljeno za objavljivanje 3. srpnja 1979.