

# Utjecaj lateralne kretnje proteze na vrijednost magnetske retencije sile

## Effect of Prosthesis Lateral Movement on the Value of Magnetic Retention Force

Vlado Carek  
Vjekoslav Jerolimov

Zavod za mobilnu protetiku  
Stomatološkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu

### Sažetak

*Retencija i način njezinog mjerenja kod mobilnih proteza odavno su privlačili pozornost brojnih istraživača.*

*Ovo ispitivanje poduzeto je s namjerom da se utvrdi utjecaj lateralnih pomaka proteze na konačnu vrijednost retencije koju dobijemo s pomoću magnetskih legura. Istraživanja su obavljena na uzorku od 157 parova magnetskih legura na čiju su privlačnu magnetsku silu utjecale lateralne sile.*

*Mjerenja su obavljena na Institutu za fiziku Sveučilišta u Zagrebu. Svi uzorci magnetskih legura su neoštećeni, točnih promjera i visina, zaglađenih i poliranih površina.*

*Promjeri magneta kretali su se od 4 do 7,1 mm. Visine mjernih magneta bile su 2, 2,5 i 3 mm.*

*Na uzorku su mjerene vrijednosti retencijskih sila između dva SmCo5 magneta jednakih ili različitih dimenzija. Mjerenja su izvođena na magnetskom dinamometru, aparaturi konstruiranoj u tu svrhu. Prosječna vrijednost retencije u uzorku s lateralnim pomakom magneta, pri razmaku od 0,4 mm, iznosila je 1,71 N, pri razmaku od 1 mm 1,31 N, a pri razmaku od 1,6 mm 1,08 N.*

*Ključne riječi: retencija proteze, magnetska legura Sm CO5.*

Acta Stomatol. Croat.  
1995; 29: 15—22

IZVORNI  
ZNAJSTVENI RAD

Primljeno: 13. veljače 1995.  
Received: February 13, 1995.

### Uvod

Stomatognati sustav sastoji se od različitih komponenata koje su funkcijski povezane, a obuhvaćaju gornju i donju čeljust s alveolarnim nastavcima, zube s potpornim aparatom, temporomandibularne zglobove, žvačne mišiće, jezik, meka tkiva, krvne žile i živce. Proteza se može fiziološki pravilno prilagoditi na fundament samo na osnovi poznavanja biostatike stomatognatog sustava. Velik broj čimbenika odre-

đuje može li neka sila biti u funkciji fiziološke stimulacije ili će dovesti do patoloških promjena potpornog tkiva (1). Funkcijska adaptacija vrši se apozicijom, odnosno resorpcijom kosti (2). Sile koje nastaju djelovanjem retencijskih elemenata kod mobilnih proteza ne smiju štetno utjecati na fundament.

Osvrnemo li se na razvoj sredstava za retenciju vidimo da je selekcija izdvojila samo bolja rješenja. Iz tog proizlazi da su se dugoročno primjenjivala samo sredstva sa zadovoljavajućim

svojstvima koja su mogla udovoljiti velikom broju postavljenih zadataka. Zato nam se nameće pretpostavka da današnji magneti, koji su razmjerno malih dimenzija, mogu dati zadovoljavajuću retencijsku silu te su jedno od sredstava koja će se dugo rabiti u našoj struci (3). Osnovna prednost pred raznim vrstama kopči i kvačica jest u tome što magnetska sila nije veća od 2-3 N u vertikalnom smjeru i znatno manja kod lateralnog i rotacijskog pomaka. Iz toga razloga i zbog povoljnog omjera kruna - korijen zubi koji nisu pogodni za konvencionalne sustave retencije (prečke, teleskop krunice, priključci i dr.), obično dobro podnose magnetsku retenciju (4). Thayer (5), govoreći o prednostima magnetske retencije, ističe da se tim načinom povoljno mijenja odnos klinička kruna - korijen, ne koristimo se kosim, nepovoljnim, silama kvačice i ne djelujemo nepovoljnom, naprasnom vučnom silom prigodom skidanja proteze. Po mišljenju mnogih autora, prednosti magnetske retencije jesu: jednostavnost konstrukcije, prikladnost za svaki individualni korijen, mali gubitak magnetske retencije, lagana reparatura i vrlo lagano higijensko održavanje. Danas se upotrebljavaju tri različita sustava magneta, smještenih supraradikularno, intraradikularno i u takozvanom »keeper sistemu«, gdje je magnet u zatvorenom sustavu bez djelovanja vanjskog magnetskog polja (6).

Ovaj rad izrađen je s namjerom da se prikažu vrijednosti retencijskih sila magnetskih legura Sm Co5 kod lateralnih pomaka proteze.

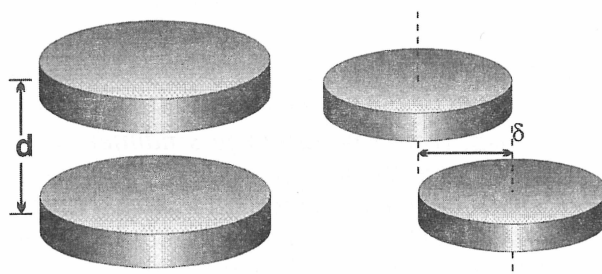
### Materijal i postupci

Istraživanja su obavljena na uzorku od 157 parova Sm Co5 magnetskih legura (Krupp, Köln, SR Njemačka) čije su dimenzije odgovarale različitim promjerima krune zuba u gingivalnoj trećini. Ispitivani su uzorci oblika valjka, čiji su promjeri iznosili 4; 5,1; 5,3; 5,5; 5,7; 5,9; 6,0; 6,0; 6,1; 6,8; 6,9; 7,0 i 7,1 mm. Visine mjerenih magneta bile su 2; 2,5 i 3 mm.

Mjerene su vrijednosti retencijske sile između dva SmCo5 magneta jednakih ili različitih dimenzija, kod kojih su na vrijednosti privlačnih magnetskih sila djelovale i lateralne sile (sl. 1). Mjerenja su obavljena na Institutu za fiziku Sveučilišta u Zagrebu.

Iz razloga što se vrijednost privlačne sile između dva magneta mijenja približno s kvadra-

tom udaljenosti, obavljena su ispitivanja na tri međusobno različite udaljenosti (0,4, 1 i 1,6 mm). Istraživane su sljedeće vrijednosti varijable: promjer prvog ispitivanog magneta, promjer drugog ispitivanog magneta, visina prvog ispitivanog magneta i visina drugog ispitivanog magneta, međusobna udaljenost magnetskih parova, mjerenje privlačne magnetske sile u poziciji lateralnog pomaka (sl. 1). Podaci istraživanih vrijednosti dobiveni su na temelju mjerenja na magnetskom dinamometru vlastite konstrukcije kojim se mogu mjeriti retencijske sile permanentnih magnetskih legura (sl. 2).



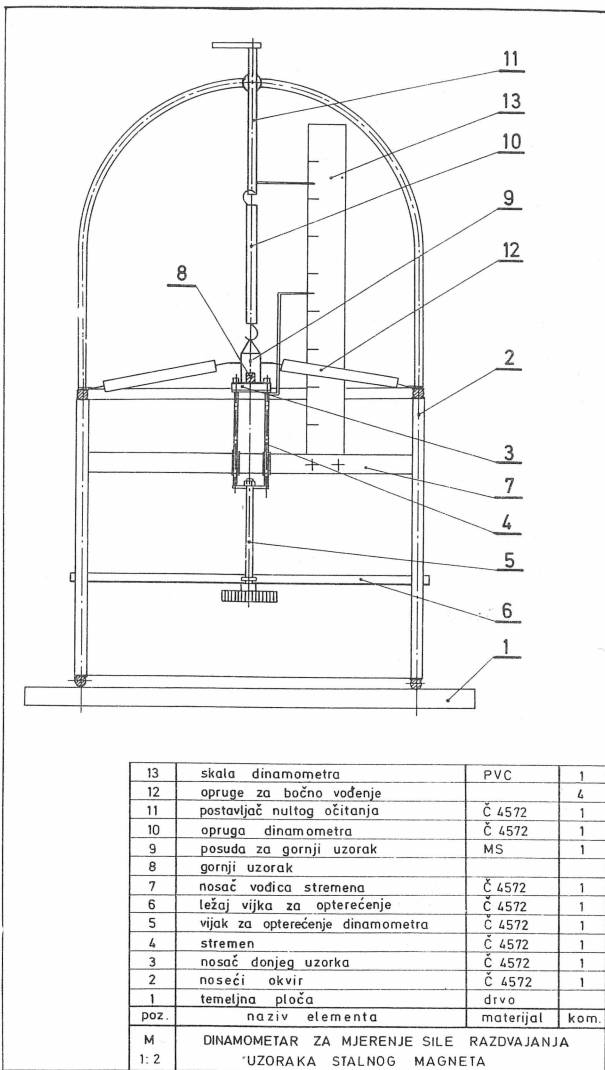
Slika 1. Dva relativna položaja magnetskih parova ( $d$  = udaljenost između ispitivanih magneta) ( $\delta$  = veličina lateralnog pomaka magneta)

Figure 1. Two relative positions of magnetic pairs ( $d$  = distance between the magnets tested;  $\delta$  = size of the magnet lateral shift)

Aparat se sastoji od dinamometra na istežanje, nosača gornjeg uzorka, nosača donjeg uzorka i vijka za opterećenje dinamometra. Oba uzorka permanentnih magneta privlače se određenom silom koja je definirana danom geometrijom (udaljenost, zaokret, nagib i dr.). Pomoću vijka i preko stremena oba magneta zatežu dinamometar.

Zatezanje se vrši do trenutka razdvajanja magneta. Svi dijelovi aparata, osim spiralnih zavojnica, napravljeni su od materijala koji nije feromagnetičan kako bi se izbjegle smetnje pri mjerenju retencijskih sila. Aparatura mora omogućiti mjerenje i dobivanje vrijednosti između dva permanentna magneta za razne relativne udaljenosti i položaje. Pod pojmom relativan položaj ispitivanih permanentnih magneta misli se na međusobne udaljenosti među površinama magneta ( $d$ ) i na otklon među osima okomitim na površine ( $\delta$ ).

Točnost materijala retencijske sile ovisi o točnosti očitavanja istežanja na skali, koja iznosi oko 1 mm. Na tipično istežanje do trenutka prekida



Slika 2. Sastavni dijelovi dinamometra za mjerenje sile razdvajanja uzorka permanentnog magneta

Figure 2. Components of the dynamometer used to measure the separation forces of a permanent magnet specimen

od oko 50 mm relativna greška, koja je moguća kod mjerenja, iznosi oko 2%. Zavojnice se prije mjerenja retencijske sile moraju baždari da bi se dobilo istežanje za poznatu silu. Osnova je čitave metode uspostavljanje mjerene površine magneta u međusobno paralelan položaj. Svaka druga pozicija bitno smanjuje točnost ispitivane vrijednosti retencijske sile. Vrijednost magnetske retencijske sile registrira se u milimetrima na skali dinamometra. S pomoću aparata za baždarenje dobiveni milimetarski podaci prenose se u silu izraženu u N.

## Rezultati

Podaci dobiveni mjerenjem magnetskim dinamometrom statistički su obrađeni na računaru SRC-a u Zagrebu (UNIVAC 1100/42).

Ocjenjivanje parametara distribucija ispitivanih vrijednosti rađeno je tako da su izračunate aritmetičke sredine i standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti varijabla, a za usporedbu varijabilnosti između pojedinih uzoraka izračunati su koeficijenti varijabilnosti.

Korelacija je ispitivana izračunavanjem linearnih koeficijenata korelacije. Kako se radi o većem broju parova varijabli, koeficijenti korelacije između pojedinih parova prikazani su sumarno u korelacijskim matricama. Za ispitivanje povezanosti tih varijabli, koje pokazuju veći stupanj linearnih koeficijenata korelacije, izračunati su koeficijenti linearne regresije. Raspodjela frekvencija relativnih obilježja prikazana je tablicama i slikama.

U tablici 1, koja sadrži spomenute karakteristike ispitivanog materijala, kao što su promjer magneta 1, promjer magneta 2, visina magneta 1, visina magneta 2, međusobna udaljenost, lateralni pomak, prikazani su osnovni statistički parametri.

Rezultati obrade podataka prikazani su u tablici 2.

Tablica 1. Osnovni statistički parametri uzorka

(MEAN = srednja vrijednost)  
(SDV = standardna devijacija)  
(SEMEAN = koeficijent varijabilnosti)

Table 1. General statistical sample parameters

MEAN=mean value; SD=standard deviation; SE-MEAN=coefficient of variability

COUNT		157			
MEAN, VAR. 2		5,338	MEAN, VAR. 8		140,0
SDV, VAR. 2		9443	SDV, VAR. 8		41,55
SEMEAN, VAR. 2		07536	SEMEAN, VAR. 8		3,316
MIN, VAR. 2		4	MIN, VAR. 8		60
MAX, VAR. 2		6	MAX, VAR. 8		242
MEAN, VAR. 3		6,106	MEAN, VAR. 9		8,375
SDV, VAR. 3		7556	SDV, VAR. 9		6,343
SEMEAN, VAR. 3		06030	SEMEAN, VAR. 9		3062
MIN, VAR. 3		4	MIN, VAR. 9		8000
MAX, VAR. 3		7,100	MAX, VAR. 9		25,40
MEAN, VAR. 4		2,669	MEAN, VAR. 10		140,0
SDV, VAR. 4		4722	SDV, VAR. 10		41,84
SEMEAN, VAR. 4		03768	SEMEAN, VAR. 10		3,339
MIN, VAR. 4		2	MIN, VAR. 10		60
MAX, VAR. 4		3	MAX, VAR. 10		242
MEAN, VAR. 5		2,717	MEAN, VAR. 11		8,376
SDV, VAR. 5		2485	SDV, VAR. 11		6,347
SEMEAN, VAR. 5		01984	SEMEAN, VAR. 11		5066
MIN, VAR. 5		2,500	MIN, VAR. 11		7000,0
MAX, VAR. 5		3	MAX, VAR. 11		25,30
MEAN, VAR. 7		8,352	MEAN, VAR. 12		140,0
SDV, VAR. 7		6,339	SDV, VAR. 12		41,89
SEMEAN, VAR. 7		5059	SEMEAN, VAR. 12		3,343
MIN, VAR. 7		8000	MIN, VAR. 12		55
MAX, VAR. 7		24,50	MAX, VAR. 12		242

Tablica 2. Vrijednosti ispitivanja izražene u mm i N  
( $\bar{x}$  = srednja vrijednost)

Table 2. Test values expressed in mm and N ( $\bar{x}$  = mean value)

LATERALNA SILA - DA			
	0,4 mm	1 mm	1,6 mm
$\bar{X}$ (mm)	14,30	6,70	3,79
$\bar{X}$ (N)	179,10	130,45	108,00

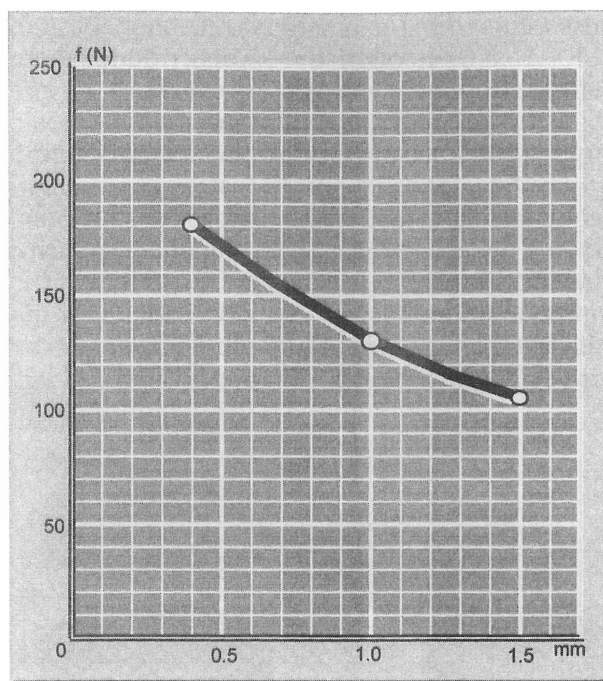
U tablici 3 obuhvaćen je uzorak ispitivanja vrijednosti retencijske sile magneta uz lateralni pomak, te ocijenjeni sljedeći parametri: aritmetičke sredine, standardne devijacije i koeficijenti varijabilnosti. Tablica prikazuje prosječne vrijednosti koje pokazuju značajno veće razlike između pojedinih međusobnih udaljenosti. Varijabilnost ispitivanog mjerenja, koja je u tablici izražena kao koeficijent varijabilnosti, vrlo je velika.

Tablica 3. Vrijednost ispitivanja pri međusobnom razmaku magneta od 0,4, 1 i 1,6 mm uz nazočnost lateralnih sila

Table 3. Test values at a magnet distance of 0.4, 1 and 1.6 mm, in the presence of lateral forces

	0,4 mm	1 mm	1,6 mm
$\bar{X}$ (N)	1,79	1,31	1,08
SD	40,57	20,35	22,25
KV	5,52	2,82	3,12

Osnovni statistički parametri varijable RN (8 10 12) za magnetsku leguru Sm CO5, prosječne veličine 5,33/2,67 x 6,10/1,71 pri međusobnim udaljenostima od 0,4 i 1,6 mm, nalaze se na slici 3.



Slika 3. Statistički parametri kod prosječnog uzorka pri međusobnoj udaljenosti od 0,4, 1 i 1,6 mm

Figure 3. Statistical parameters of an average specimen at a distance of 0.4, 1 and 1.6 mm.

Tablica 4 prikazuje karakteristične vrijednosti i varijable PR MAG 1. Uz aritmetičku sredinu koja iznosi 5,33 mm, te minimalnu i maksimalnu vrijednost od 4 i 6 mm, karakteristike ove varijable su vrijednost varijance od 8,2 i standardne devijacije koja iznosi 0,94. Karakteristika tablice 5, koja prikazuje osnovne statističke parametre varijable PR MAG 2 jesu: aritmetička sredina od 5,12 mm, najmanja vrijednost 4, a najveća 7,1 mm uz standardnu devijaciju od 0,74 i vrijednost varijance od 0,54.

Tablica 6 prikazuje osnovne statističke parametre varijable VIMAG 1. Na temelju podataka iz ove tablice vidljivo je da je standardna devijacija 0,47, a razlika između Gaussove krivulje i ovog mjerenja pokazuje nešto veće razlike kod tablice 7.

Promatrajući korelacijsku matricu uzorka (tablica 8) možemo uočiti dva tipa koeficijentata korelacije s obzirom na smjer, jedan s pozitivnom korelacijom između kriterijske varijable x 8 10 12 (rezultat u N dobiven prvim, drugim i trećim mjerenjem) i varijabli PR MAG 1 (promjer magneta 1), PR MAG 2 (promjer magneta 2) i VIMAG 2 (visina magneta 2).



Tablica 4. Osnovni statistički elementi varijable — PR MAG 1 — promjer magneta 1 (SIG 2 = vrijednost varijance) (SIG = standardna devijacija) (F = frekvencija) (FC = kumulativna frekvencija) (FCR = kumulativna relativna frekvencija) (FCT = Gaussova krivulja) (D = distribucija)

Table 4. General statistical variable elements PR MAG 1=magnet 1 diameter; SIG 2=value of variance; SIG=standard deviation; F=frequency; FC=cumulative frequency; FCR=cumulative relative frequency; FCT=Gaussian curve; D=distribution

VARIJABLA PRMAG 1						
$\bar{X}$ (mm) = 5,3333		SIG 2 = 0,8889		MIN = 4,0000		
SD = 0,9428				MAX = 6,0000		
F	FC	FCR	FCT	D		
1	- 4,10	18	18	0,3333	0,9540	0,2379
2	4,10 - 4,30	0	18	0,3333	0,1365	0,1968
3	4,30 - 4,50	0	18	0,3333	0,1884	0,1450
4	4,50 - 4,70	0	18	0,3333	0,2509	0,0825
5	4,70 - 4,90	0	18	0,3333	0,3229	0,0104
6	4,90 - 5,10	0	18	0,3333	0,4023	-0,0689
7	5,10 - 5,30	0	18	0,3333	0,4859	-0,1526
8	5,30 - 5,50	0	18	0,3333	0,5702	-0,2368
9	5,50 - 5,70	0	18	0,3333	0,6513	-0,3180
10	5,70 - 5,90	0	18	0,3333	0,7261	-0,3928
11	5,90 -	36	54	1,0000	0,7919	0,2081

Drugi je tip korelacije negativni koeficijent linearne korelacije između varijable x 8 10 12 i varijable VIMAG 1. Na temelju regresijske analize za istu varijablu vidljiv je visok stupanj korelacije između prediktora (PR MAG 1, PR MAG 2) i kriterija RQ (97,585). Cijela kriterijska varijabla (x 8 10 12) najviše ovisi o PR MAG 1 (74%). DELTA, tj. koeficijent determinacije, za ovu varijablu iznosi 95,2%.

Tablica 6. Osnovni statistički parametri varijable (VIMAG 1 — visina magneta 1)

Table 6. General statistical variable parameters (VIMAG 1=magnet 1 height)

VARIJABLA VIMAG 1						
$\bar{X}$ (mm) = 2,6731		SIG 2 = 0,2200		MIN = 2,0000		
SD = 0,4691				MAX = 3,0000		
F	FC	FCR	FCT	D		
1	- 2,05	17	17	0,3269	0,0920	0,2349
2	2,05 - 2,15	0	17	0,3269	0,1324	0,1943
3	2,15 - 2,25	0	17	0,3269	0,1836	0,1434
4	2,25 - 2,35	0	17	0,3269	0,2455	0,0814
5	2,35 - 2,45	0	17	0,3269	0,3172	0,0097
6	2,45 - 2,55	0	17	0,3269	0,3965	-0,0696
7	2,55 - 2,65	0	17	0,3269	0,4804	-0,1533
8	2,65 - 2,75	0	17	0,3269	0,5651	-0,2382
9	2,75 - 2,85	0	17	0,3269	0,6470	-0,3201
10	2,85 - 2,95	0	17	0,3269	0,7225	-0,3965
11	2,95 -	35	52	1,0000	0,7892	0,2108

Tablica 5. Osnovni statistički parametri varijable (PR MAG 2 — promjer magneta 2)

Table 5. General statistical variable parameters (PR MAG 2=magnet 2 diameter)

VARIJABLA PRMAG 2						
$\bar{X}$ (mm) = 6,1192		SIG 2 = 0,5423		MIN = 4,0000		
SD = 0,7364				MAX = 7,1000		
F	FC	FCR	FCT	D		
1	- 4,15	2	2	0,0385	0,0038	0,0346
2	4,15 - 4,46	0	2	0,0385	0,0123	0,0261
3	4,46 - 4,77	0	2	0,0385	0,0340	0,0045
4	4,77 - 5,08	0	2	0,0385	0,0801	-0,0416
5	5,08 - 5,39	6	8	0,1538	0,1627	-0,0088
6	5,39 - 5,70	6	14	0,2692	0,2869	-0,0177
7	5,70 - 6,01	11	25	0,4808	0,4457	0,0379
8	6,01 - 6,32	9	34	0,6538	0,5100	0,0458
9	6,32 - 6,64	0	34	0,6538	0,7852	-0,1043
10	6,64 - 6,94	9	43	0,8269	0,8689	-0,0420
11	6,94 -	9	52	1,0000	0,9385	-0,0615

Rasprava

Kako su u literaturi navedeni vrlo različiti ili nedovoljni podaci o vrijednostima privlačnih sila magnetskog porijekla, poduzeto je ispitivanje s namjerom da se utvrdi vrijednost magnetske retencijske sile kad je došlo do lateralnog pomaka ispitivanih magneta. Radi toga konstruirana je jednostavna, no dovoljno precizna aparatura za mjerenje retencijske sile magneta. Primjenjujući dobro pričvršćenu magnetsku leguru kao sredstvo retencije možemo, na temelju njihove veličine, međusobne pozicije i udaljenosti, s velikom točnošću odrediti vrijednost upravo one sile za koju se smatra da ne djeluje štetno na parodontalne strukture zuba nosača (7).

Tablica 7. Osnovni statistički parametri varijable (VIMAG 2 — visina magneta 2)

Table 7. General statistical variable parameters (VIMAG 2=magnet 2 height)

VARIJABLA VIMAG 2						
$\bar{X}$ (mm) = 2,7212		SIG 2 = 0,0617		MIN = 2,5000		
SD = 0,2483				MAX = 3,0000		
F	FC	FCR	FCT	D		
1	- 2,52	29	29	0,5577	0,2148	0,3429
2	2,52 - 2,57	0	29	0,5577	0,2781	0,2796
3	2,57 - 2,62	0	29	0,5577	0,3493	0,2084
4	2,62 - 2,67	0	29	0,5577	0,4263	0,1314
5	2,67 - 2,72	0	29	0,5577	0,5062	0,0515
6	2,72 - 2,77	0	29	0,5577	0,5858	-0,0281
7	2,77 - 2,82	0	29	0,5577	0,6621	-0,1044
8	2,82 - 2,87	0	29	0,5577	0,7322	-0,1745
9	2,87 - 2,92	0	29	0,5577	0,7941	-0,2361
10	2,92 - 2,97	0	29	0,5577	0,8467	-0,2890
11	2,97 -	23	52	1,0000	0,8894	0,1105

Tablica 8. Osnovni statistički pokazatelji regresijske analize uzorka  
(DELTA = koeficijent determinacije)  
(RQ = značajnost korelacije)  
(D = distribucija)  
(Q = korelacija)

Table 8. General statistical parameters of sample regression analysis (DELTA=coefficient of determination; RQ=significance of correlation; D=distribution; Q=correlation)

VARIJABLA X 8, 10 12									
	R	Q(R)	PART-R	BETA	P	SIGMA-B	Q(BETA)	R(BETA)	
PRMAG 1	0,73925	0,00000	0,96680	0,95667	70,72160	0,03728	0,00000	0,75755	
PRMAG 2	0,44976	0,00093	0,87466	0,42416	19,07726	0,03466	0,00000	0,46090	
VIMAG 1	-0,09097	0,52553	0,82733	0,37155	-3,37981	0,03719	0,00000	-0,09322	
VIMAG 2	0,38322	0,00551	0,70012	0,22985	8,80839	0,03456	0,00000	0,39271	
	DELTA	RO	SIGMA-D	F	DF 1	DF 2	Q		
	0,95227	0,97585	0,21846	229,46073	4	46	0,00000		

Pezzoli i sur. (8) ispitivali su na fotoelastičnom modelu utjecaj meziodistalnih pomaka na magnetsku retenciju kod djelomične proteze Kennedy klasa 1.

Stewart i Edwards (9) utvrdili su da retencijska moć pojedinih vrsta etečmena opada 80% za godinu dana.

Podaci o vrijednosti privlačne sile magneta razlikuju se kod mnogih autora iz više razloga. Gillings (4) 100-200 g, Cerny (10) 485 - 5,9, Voreaux i Amans (11) 100-900 g i dr.

Prvo, kod mjerenja retencijske sile u ustima teško je odrediti kolika je sila adhezije i ventilnog učinka u odnosu na magnetsku retenciju.

Drugo, razmak između magnetskih legura, od kojih se jedna nalazi u zubu nosaču a druga u protezi, stalno se mijenja pri mastikaciji zbog razlike u rezilijenciji sluznice u odnosu na intruziju zuba. Ispitivanje je pokazalo da su vrijednosti ispitivanog uzorka, pri međusobnoj udaljenosti od 0,4, 1 i 1,6 mm i pri lateralnom pomaku magneta, bitno manje od onih koje su dobivene u centralnoj poziciji magneta (10,12).

Na temelju mikrostrukturne analize i otpornosti na oksidaciju odnosno koroziju može se zaključiti da najnovije generacije magnetskih legura (Fe-Nd-B) imaju veću susceptibilnost i coercitivnost u odnosu na SmCo magnet (13,14).

Iz rezultata korelacije kvantitativnih podataka vidi se tip povezanosti među pojedinim va-

rijablana. Rezultati dobiveni u korelacijskim matricama mogli bi se promatrati s dva aspekta. Prvo, linearni koeficijent korelacije trebao bi biti na razini značajnosti od pet posto. Drugo, rezultat treba proučavati s obzirom na predznak, tj. s obzirom na smjer linearnog koeficijenta korelacije. Vrijednost sile koja nastaje međusobnom privlačnom silom magneta, i snaga mišića čijom kontrakcijom često dolazi do malih lateralnih pomaka, dvije su komponente suprotnih karakteristika, čijom se ravnotežom nastoji u ovakvim terapijskim rješenjima dobiti zadovoljavajuća retencija bez štetnih djelovanja na fundament. Istraživanje je pokazalo da su vrijednosti, potrebne za retenciju proteza, dovoljne i kod magneta na koje djeluju lateralne sile. Potrebna retencijska sila dobije se tako da se optimalno kombinira veličina magneta i njihova međusobna udaljenost, ne zanemarujući male lateralne pomake.

Općenito, ovim radom želi se uputiti na mogućnost primjene magnetske retencije, kombinirajući jedinstvo oblika, veličine, međusobne udaljenosti i lateralnih pomaka.

## Zaključci

1. Konstrukcijom magnetskog dinamometra dobilo se jednostavno, prikladno i praktično pomagalo za ispitivanje privlačne sile dentalnih magnetskih materijala.

2. Temeljni faktori koji bitno utječu na veličinu retencijske sile jesu: veličina magneta, njihova međusobna udaljenost, prisutnost lateralnih sila.

3. Prosječna vrijednost retencije u uzorku s lateralnom silom iznosi pri razmaku od 0,4 mm 1,79 N, pri razmaku od 1 mm 1,31 N, a pri razmaku od 1,6 mm 1,08 N.

4. Najmanja dobivena vrijednost iznosi 0,58 N a dobivena je u skupini pri međusobnoj udaljenosti magneta od 1,6 mm. Veličine magnetskih legura kojima su postignute te vrijednosti bile su 4/2 x 4/2,5 mm.

5. Najveća vrijednost magnetske retencijske sile u uzorku s lateralnim pomakom bila je pri međusobnom razmaku magneta od 0,4 mm i iznosila je 2,42 N.

## EFFECT OF PROSTHESIS LATERAL MOVEMENT ON THE VALUE OF MAGNETIC RETENTION FORCE

Adresa za korespondenciju:  
Address for correspondence:

### Summary

*Retention and methods of its measurement in mobile prostheses have long attracted attention of many investigators.*

*The aim of this study was to determine the effect of prosthesis lateral shifts on the retention final value obtained by magnetic alloys. Experiments were performed in a sample of 157 pairs of magnetic alloys, their magnetic force being influenced by lateral forces.*

*Measurements were carried out at the Institute of Physics, University of Zagreb. All magnetic alloy specimens were intact, of exact diameter and height, and of smooth and polished surface. Magnet diameter ranged from 4-7.1 mm, and their height was 2, 2.5 and 3 mm.*

*The values of retention forces between two SmCo5 magnets of identical or different dimensions were measured in the sample. The measurements were performed on a magnetic dynamometer, a device constructed for this purpose. The mean value of retention in the sample with lateral magnet shift was 1.71, 1.31 and 1.08 N at a distance of 0.4, 1 and 1.6 mm, respectively.*

Doc. dr. sc. Vlado Carek  
Zavod za mobilnu protetiku,  
Stomatološki fakultet  
41000 Zagreb, Gundulićeva 5

Key words: *prosthesis retention, magnetic alloy SmCo5*

## Literatura

- GRABER G. Partielle Prothetik. Band 3. Farbatlas der Zahnmedizin. Stuttgart: GeorgThieme Verlag, 1986; 17-20.
- KUMMER B. Die Torsion der unteren Extremität, ihre Entstehung und funktionelle Bedeutung. Zürich, 49 Kongress Verch Dtsch Orthop Ges 1961; 115-9.
- LING B C. Rare earth magnets as locking devices in sectional denture. J. Prosthet Dent 1982; 47:252-5.
- GILLINGS B R D. Magnetic retention for the overdentures, U: BREWER AA, MORROW R M. Overdentures St Louis: CV Mosby, 1980; 376-81.
- THAYER H H. Overdentures and the periodontium. Dent Clin North Am 1980; 24: 369-75.
- GILLINGS B R. Magnetic retention for dentures. Part II. J. Prosthet Dent 1983; 49: 607-18.
- WANG N H, WILLIAM N. The direct and indirect techniques of making magnetically retained overdentures. J Prosthet Dent 1991; 65: 112-7.

8. PEZZOLI M, HIGHTON R, CAPUTO A, MATYAS J. Retention magnetism in guiding plates of distal-extension removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1988; 60: 577-82.
9. STEWART B L, EDWARDS R O. Retention and new attachments. *J Prosthet Dent* 1983; 49: 28-34.
10. CERNY R. Magnetodontics. The use of magnetic forces in dentistry. *Aust Dent J* 1978; 23: 392-7.
11. VOREAUX P, AMANS J C I. La retention magnétique des prothèses dentaires et maxillofaciales. *Actual Odontostomatol* 1985; 151:609-22.
12. CAREK V. Ispitivanje retencije i popratnih efekata primjenom magneta kod mobilnih proteza. Zagreb: Stomatološki fakultet, 1986. Disertacija.
13. MANAF A, KHAFAJI A L, ZHANG P Z, DAVIES H A, BUCKLEY R A, RAINFORTH W M. Microstructure analysis of nanocrystalline Fe-Nd-B ribbons with enhanced hard magnetic properties. *J Magn Magn Mater* 1993; 128: 307-12.
14. EDGLEY D S, LE BRETON J M, LEMARCHAND D, HARRIS I R, TEILLET J. Dissociation of Nd Fe B during high temperature oxidation. *J Magn Magn Mater* 1993; 128: L1-L7.