

Zavod za fiksnu protetiku  
 Stomatološkog fakulteta, Zagreb  
 predstojnik Zavoda prof. dr sci. dr Z. Kosovel

## **Rezultati preliminarnih ispitivanja žvačnog tlaka gnatodinamometrom vlastite konstrukcije**

J. ŽIVKO, Z. KOSOVEL i B. LAZIĆ

### UVOD

Prošlo je već gotovo sto godina od kada je počelo rasti zanimanje za žvačni tlak, a prva mjerenja snage mišića elevatora donje čeljusti izvršio je Borelli još 1681. godine. Uz ovog autora, u literaturi nailazimo na veliki broj imena u posljednjih pedeset godina (Balabanoff, Christiansen, Gysi, Kantorowicz, Klejtman, Morelli, Tiesenbaum, Schönwald, Schwander i dr). Drugi autori pošli su još dalje. Boss je 1940. konstruirao bimetar za mjerenje snage mišića. Neil Jenkson je konstruirao dva tipa gnatodinamometra, jedan na principu mehaničkog, a drugi na principu hidrauličkog mjerenja tlaka. Gelmana i Blacka zanimale su sile koje se razvijaju pri usitnjavanju hrane. U tu svrhu Black je napravio dinamometar na mehaničkom principu mjerenja tlaka. Head kritizira ovu metodu smatrajući da prisutnost sline u ustima znatno olakšava usitnjavanje hrane i da njegovi rezultati nisu apsolutno točni. Schröder i Janicki upotrijebili su aparat za mjerenje koji je omogućavao pored vertikalnih i klizne kretnje. Istodobno je Schröder utvrdio da veličina žvačnog tlaka ne ovisi o otvorenosti usta. Konstruirao je aparat na principu mehaničke vage. U svojim je ispitivanjima utvrdio, da žvačni tlak postepeno raste prema molarima, ali da se ne može na osnovi fronte matematički odrediti žvačni tlak na molarima. Slična ispitivanja proveli su Etling, Haber, Köhler i Martens.

Budući da su od mjerenja žvačnih sila u prošlosti navedene samo maksimalne vrijednosti, tj. praktički najveće dobivene vrijednosti, veliki broj autora je zanimala točnost ovih literaturnih podataka.

Eckerman je ustanovio u svojim ispitivanjima da je sila žvakanja u žena u prosjeku manja nego u muškaraca. U žena žvačni tlak u fronti rijetko prelazi 30 kp, lateralno 60 kp; muškaraca 40 kp frontalno, a lateralno 80 kp. Najniži tlak u fronti izmjeren je 20 kp u žena, a u muškaraca 25 kp.

W e b e r-T h e d y uvodi pojmove žvačni rad i efekt žvakanja. U h l i g među prvima razlikuje žvačni tlak i žvačnu snagu. Ovaj autor navodi vrijednosti žvačnog tlaka između 30—350 kp.

H ä u p l objašnjava ovaj očiti rasap vrijednosti, činjenicom da u osoba, koje žvaču velikom snagom, dolazi do hipertrofije parodonta, tako da je to pretpostavka, kojom objašnjava zašto se u osoba, koje se grizanjem bave kao zanimanjem, žvačni tlak može razviti i do više od 500 kp.

M a r t i n k o je dinamometrom vlastite konstrukcije dobio rezultate između 8—100 kp, već prema tomu je li bio opterećen jedan zub, dva zuba ili cijeli zubni niz. Autor je potvrdio pretpostavku, da različite metode mjerenja, aparatima različitih konstrukcija ali istog principa rada, daju slične rezultate. M a r t i n k o je kao osnovu ispitivanja upotrijebio vrijednosti, koje je našao S c h u m a c h e r, na temelju anatomskih mjerenja. To su dakle, izračunate sile, ali ne i izmjerene pa se mogu nazvati pojmom »teoretske žvačne sile« za razliku od fiziološki potrebnih ili primijenjenih sila. Ovakvu podjelu sila predložio je W u s t r o w 1923. godine.

U novije vrijeme niz ispitivanja proveli su E i c h n e r, L u d v i g i d r.

Budući da se pri žvakanju zaista radi o ciklusu sila, bilo bi prikladnije govoriti o žvačnom efektu, kako je to predložio W u s t r o w. Pritom treba razlikovati prenose li se žvačne sile pri mjerenju preko zuba, sluznice ili fiksno-protetskog nadomjestka, a isto tako ne smije se poistovjetiti granica opterećenja zuba s registriranom žvačnom silom. Tako B l a c k, H e a d i S c h r ö d e r smatraju da mobilni protetski nadomjestak, koji leži na sluznici, omogućuje samo 1/3 do 1/4 prirodnog žvačnog pritiska. S druge strane, fiksno-protetski radovi omogućuju žvakanje maksimalnim tlakom, ukoliko je on funkcionalno prilagođen potpornim tkivima.

Pri mjerenju žvačnog tlaka moraju se uzeti u obzir i sile drugih izvora, jezične, obrazne i usne muskulature. M i j a l k o v i ć navodi da žvačna sila predstavlja 26—30% apsolutne snage mišića, tj. oko 120—130 kp i da su žene slabiji žvakači od muškaraca.

Različitos t rezultata može se tumačiti različitim uvjetima, principima mjerenja i fizikalnim svojstvima grizne plohe mjernog instrumenta (nije svejedno grize li ispitanik na metal ili na gumu). Dokazano je da i pulpa utječe na granicu opterećenja zuba, što se očituje kao bol.

## PROBLEM

Upravo raznolikost literaturnih podataka potakla nas je da aparatom vlastite konstrukcije i sami provedemo niz mjerenja i da na taj način pokušamo pridonijeti udio rezultatima do sada provedenih istraživanja.

## MATERIJAL I METODA ISPITIVANJA

Za ovo ispitivanje konstruiran je gnatodinamometar na mehaničkom principu. Opskrbljen je manometrom, koji je baždaren i omogućuje očitavanje vrijednosti

do 2% pogreške mjerenja, što realno zadovoljava zahtjevima. Za oblaganje hvaljki, na koje su ispitanici grizli, poslužila je guma presvučena sterilnom gazom.

Ispitanici su bili pacijenti različitog spola i uzrasta, s različitim lokalnim nalazom. Svi su ispitanici grizli koliko su najviše mogli, odnosno dok nisu osjetili bol. Svaki je pokus ponovljen tri puta. Vrijednosti su upisivane u anketni listić, koji je sastavljen za tu namjenu, a sadrži i druge relevantne parametre (tab. 1).

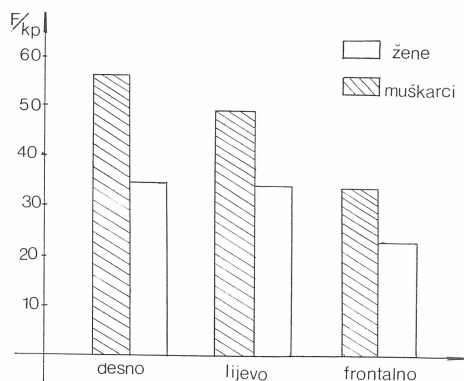
Datum:		Broj kartice:																																	
Spol:	Starost:	Profesija:																																	
<p>Žvačni tlak:</p> <p>L. lijevo: ..... kp/mm<sup>2</sup></p> <p>L. desno: ..... kp/mm<sup>2</sup></p> <p>Fronta: ..... kp/mm<sup>2</sup></p>																																			
<p>Lokalni status:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td> </tr> </table> <p>p — ispun  x — izvađen zub  pk — punjenje kanala  o — krunica  o—o — most</p>				18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28																				
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38																				
<p>Vrst materijala:</p> <p>krunica: .....</p> <p>most: .....</p> <p>proteza: .....</p>																																			
Posebni nalaz:																																			
Napomena:																																			

Tab. 1. Anketni listić, kakav se upotrebljavao u radu.

## REZULTATI

Mjerenje je obuhvatilo 230 ispitanika, od toga 121 muškog i 109 ženskih, u dobi između 13 i 75 godina.

Rezultati mjerenja prikazani su tablički (tab. 2 i sl. 1) i grafički (sl. 2). Najniži ustanovljeni žvačni tlak muških ispitanika je bio 15 kp, ženskih 8, odnosno 12 kp. Maksimalne su vrijednosti bile 98,5 kp u muških, a 70 kp u ženskih ispitanika.



Sl. 1. Grafički prikaz prosječnih vrijednosti žvačnog tlaka.

Spol	Desno	Frontalno	Lijevo
M.	56,3	33,8	49,3
Ž.	34,8	24,8	34,1

Tab. 2. Prosječne vrijednosti žvačnog tlaka u kp.

## DISKUSIJA

Rezultati naših ispitivanja razmjerno se poklapaju s literaturnim podacima Eckermana, Häupla, Martinka i drugih, a znatno su manji od mogućnosti koje navode Uhlig ili Weber-Thedy. Zanimljiva je činjenica da se u muških ispitanika bočne strane ne ponašaju jednako; za sada još nije sasvim jasno je li to uvjetovano sistemom mjerenja ili činjenicom, koju smo usput registrirali, je li netko ljevjak ili dešnjak. I u ženskih ispitanika postoje ove razlike, iako su minimalno izražene pa se ne može sa sigurnošću govoriti o postojanju tog fenomena i u žena. U području fronte, vrijednosti su, kao i u drugih autora, znatno manje nego u bočnim predjelima.

## ZAKLJUČAK

Sustavna ispitivanja razlika žvačnog tlaka na odgovarajuće velikom broju ispitanika nalaze praktično značenje u planiranju protetskih nadomjestaka. Iz rezultata naših preliminarnih ispitivanja, očito je da je žvačni tlak u muškaraca općenito veći nego u žena, kao i to da je u lateralnim područjima veći nego u frontalnom. U muškog je spola ovaj tlak za 56,2% veći, a u žena 38,9% veći bočno nego u fronti.

U našim ispitivanjima se, međutim, signifikantno javlja i činjenica, da velika većina ispitanika, osobito muških, razvija najjači žvačni tlak na desnoj strani čeljusti. Ovaj nalaz, kao i niz drugih, koji se pojavljuju u našim mjerenjima, bit će predmetom daljnjih ispitivanja.

## S a ž e t a k

Mnogi su autori od davnina pokazivali zanimanje za mjerenje i veličinu žvačnog tlaka, polazeći s različitih stajališta. U literaturi su objavljeni podaci, koji se katkad i ne podudaraju. Stoga su provedena sistematska ispitivanja promjenljivosti žvačnog tlaka na većem broju ispitanika, gnatodinamometrom vlastite konstrukcije. Potvrđen je nalaz drugih autora, da je veći tlak u lateralnim područjima nego u frontalnom, kao i to da je u žena općenito manji nego u muških ispitanika. Žvačni tlak muškaraca lateralno, prosječno je za 56,2% veći nego u frontalnom predjelu, dok je u žena svega 38,9% veći. Posebno je zanimljiv nalaz da je žvačni tlak osobito u muškaraca najjači na desnoj strani. Ispitivanja se nastavljaju.

## S u m m a r y

### RESULTS OF SOME PRELIMINAR INVESTIGATIONS OF THE MASTICATORY FORCES USING A GNATHODYNAMOMETER OF OWN CONSTRUCTION

Many authors have shown an interest in measuring the chewing pressure, starting from various positions. In the literature we find information which sometimes differ. The authors therefore systematically investigated the changes in the masticatory force with a gnathodynamometer of their own construction. They confirmed the findings of other authors, that the force is greater in the lateral parts than in the frontal, and that it is smaller in women than in men. The masticatory force in men is approximately 56,2% greater laterally than in the frontal region, while it is only 38,9% greater in women. It is interesting that the masticatory force in men is greater on the right side. Further investigations are in course.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

### RESULTATE DER VORLÄUFIGEN UNTERSUCHUNGEN DES KAUDRUCKS MIT EINEM GNATHODYNAMOMETER EIGENER KONSTRUKTION

Viele Autoren haben schon Kaudruckmessungen, von verschiedenen Standpunkten aus, unternommen, worüber in der Literatur sehr unterschiedliche Informationen veröffentlicht sind. Wir haben systematische Untersuchungen des Kaudrucks mit einem Gnathodynamometer eigener Konstruktion an einer grosseren Anzahl von Probanden ausgeführt, wobei die Unterschiede der Kaudruckgrössen in Betracht genommen wurden. Die Befunde anderer Autoren, dass der Kaudruck an den Seitenzähnen grösser als an den Vorderzähnen ist, als auch dass er bei Frauen im Allgemeinen geringer ist als bei Männern, konnte bestätigt werden. Bei Männern wurde der Kaudruck im Seitenbereich durchschnittlich um 56,2% grösser befunden als im Frontbereich, bei Frauen jedoch bloss um 38,9%. Besonders interessant ist die Feststellung, dass der Kaudruck, insbesondere bei Männern, auf der rechten Seite grösser ist. Weitere Untersuchungen sind im Gange.

## LITERATURA

- ANDREAS, M.: Statistische Betrachtungen zu Implantationsgerüsten, DZZ, 15:424, 1960
- BALABANOFF, M.: Funktions-mechanische Reize beim Kauakt, Zahnärztl. Prax., 10: 69, 1958
- BÖTTGER, HÄUPL, KIRSTEN: Zahnärztliche Prothetik, Leipzig, 1961
- DOLDER, E.: Steg-Prothetik, Heidelberg, 1970
- Encyclopedie Dictionary of Physics, Vol. V., 1962
- HOOD, J. A. A., FARAH, J., CRAIG, G. R.: Stress and deflection of three different pontic designs, J. Prosth. Dent., 33:54, 1975
- LEJOYEUX J.: Prothèse complète, Librairie Maloine, Paris, 1967
- LUDVIG, P.: Die Kraftentwicklung der Kau-muskulatur und ihre sensorische Steuerung DZZ, 30:797, 1975
- MARTINKO, V.: Einige Gedanken zum Problem der Messungen von Kräften bei Kauvorgängen, DZZ, 20:910, 1965
- MARTINKO, V.: Bestimmt das Desmodont die Belastungsgrenze des Zahnes, DZZ, 23:910, 1968
- Encyclopedie of Science and Technology, X Vol., McGraw-Hill, 1960
- MIJALKOVIĆ, D.: Funkcija žvakatne muskulature — prenos sila žvakanja i njihovo merenje, SGS, Zbornik radova 5. stom. nedjelje u Kragujevcu, 129, 1967
- SCHWICKERATH, H.: Elastizität und Druckverteilung, DZZ, 15:1266, 1960
- SCHWICKERATH, H.: Die Belastbarkeit von Brückenkonstruktionen in Abhängigkeit von Material und der Konstruktion, DZZ, 29:859, 1974
- SCHWICKERATH, H.: Kaukraft-Kaudruck-Belastbarkeit, DZZ, 31:870, 1976
- SHARRY, J.: Complete Denture Prosthodontics, Mc Graw-Hill, 1974
- SEDEJ, R.: Biološki in statični vidiki načrtovanja mostnih konstrukcij, ZOV 5-6:133, 1972
- SVENSON, M. G.: Complete Dentures, Mosby, 1959
- SUVIN, M.: Stomatološka protetika, I, Školska knjiga, Zagreb, 1967
- SUVIN, M., KOSOVEL, Z.: Fiksna protetika, Školska knjiga, Zagreb, 1975
- WILHELM, H.: Physik, 2. izd., Bonn, 1962
- WINDECKER, D.: Kaukraftaufnahmevermögen von Teilprothesen, DZZ, 20:368, 1965

---

Primljeno za objavljivanje 25. svibnja 1977.