

# Funkcijska dijagnostika čeljusnoga zgloba sa string - condylocompom

## Functional Diagnostics of the Temporomandibular Joint with a String-Condylcomp

Branko Kašaj\*  
Vjekoslav Jerolimov\*\*  
Vlado Carek\*\*

\* Neustadt, Hauptstrasse 99,  
SR Njemačka

\*\* Klinički zavod za  
stomatološku protetiku  
Kliničke bolnice "Dubrava",  
Zagreb, Avenija izviđača 6.

### Sažetak

*Condylcomp LR 3 (Dentron, Höchberg, SR Njemačka) elektronički je sustav za trodimenzionalnu simultanu registraciju kretanja donje čeljusti. Priklučen je na osobno računalo te omogućuje istodobnu grafičku registraciju i kontrolu na monitoru. Grafički prikaz i mjereni podaci se arhiviraju i mogu se po potrebi ponovno prikazati na monitoru te analizirati. Taj sustav precizno izračunava: rotacijsko središte obaju kondila (šarnirsku os), nagib kondilne staze, Benetov kut i Benetovu kretnju, položaj distrakcije ili kompresije kondila. Posseltov dijagram i incizalni kut, te je pomoć u funkcijskoj dijagnostici stomatognatskoga sustava. Individualno programiranje artikulatora je pojednostavnjeno.*

**Ključne riječi:** gnatologija, funkcijska dijagnostika, elektronička kondilografija

Acta Stomatol Croat  
1996; 30: 49—54

### IZVORNI ZNANSTVENI RAD

Primljeno: 16. travnja 1996.  
Received: April, 16. 1996.

### Uvod

Sredinom sedamdesetih godina gnatologija je postigla veliku popularnost. Tada su bili tehnički razvijeni mjerni instrumenti koji su služili za rekonstrukciju žvačnih ploha po idealiziranim načelima okluzije i položaja čeljusnoga zgloba. U prvome redu bile su razrađene metode registracije i programiranja artikulatora.

Ubrzo se pokazalo da su kod funkcijski poremećenoga stomatognatskoga sustava rezultati izostali, osobito kod dijagnosticiranja terapije mioartropatija (1,2). Postalo je jasno da nije dovoljno savršenim instrumentima programirati artikulator i

koncentrirati se na odnos zubnih lukova prema čeljusnom zglobu nego da treba obratiti pozornost na ulogu neuromuskularnog sustava i psihe u pacijenata s poremećenim stomatognatskim sustavom (3,4).

Danas je odnos prema instrumentalnoj raščlambi kritičniji. Na prvome mjestu je klinička funkcijska dijagnostika, a instrumentalna služi za proširenu dijagnozu i ciljanu terapiju. Pogodni su sustavi koji omogućuju izravnu interpretaciju kretnji obaju kondila istodobno u sve tri prostorne ravnine (sagitalnoj, frontalnoj i horizontalnoj). Elektronička dijagnostika s pomoću računala otvara nove moguć-

nosti u znanosti ali i praktičaru pri dijagnozi i terapiji funkcijskih smetnji stomatognatskoga sustava (5,6).

### Registracija kinetike čeljusnoga zgloba

Već su duže vremena poznati postupci za registraciju kretnje donje čeljusti. Grafitna mina obratnoga luka, postavljena u projekciji kondila na koži, opisuje na jednoj pločici grafički put kretnje kondila. Taj jednostavni postupak omogućio je utvrđivati individualni kut spuštanja kondila, a time se je omogućilo konstruirati prvi individualno prilagodljiv artikulatork. Taj je sustav tehnički dotjeran u Stuartovu pantografu (ekstraoralne grafičke krivulje u tri dimenzije) i u nešto jednostavnijem obliku u SAM-Axiographu (grafičke krivulje u dvije dimenzije). Takvi mehanički postupci jako su dobri za programiranje artikulatorka, ali zbog nezadovoljavajuće kakvoće opisanih krivulja nisu sasvim prikladni za dijagnozu i terapiju disfunkcije stomatognatskoga sustava, kao ni kod miopatija, artropatija, mioartropatija i diskopatija (5,6).

Najvažniji nedostaci mehaničkih sustava jesu:

#### 1. Pogreška projekcije

Mjesto mjerenja nije u središtu kondila nego na koži, dakle 1,5 - 2 cm izvan čeljusnoga zgloba, tako da ekstraoralno pisane krivulje ne odgovaraju stvarnim krivuljama puta kondila.

#### 2. Simultana dijagnoza obaju kondila istodobno nije moguća

Budući da su oba kondila povezana mandibulom, ne mogu se promatrati odvojeno. Kod dijagnosticiranja kretnje jednoga kondila potrebno je znati što se istodobno događa s drugim.

#### 3. Nedostatak mogućnosti povećanja projekcije

Dijagnostički najvažnije pojedinosti događaju se u prostoru manjem od 1 mm. Nijedan mehanički sustav ne ispunjava te uvjete.

#### 4. Nedostatak vremenskoga redoslijeda

Upravo kod smetnji u stomatognatskom sustavu osobito je važno predočiti realnu brzinu kretnje kondila, odnosno da se svako ubrzanje i svako usporavanje putanje kondila prikazuje u stvarnim vremenskim razmacima.

#### 5. Tolerancija u građi mehaničkih aparata

One automatski uzrokuju pogreške kod mjerenja.

### 6. Teškoća fiksiranja

Zbog težine uređaja (Stuart - oko 800 g) te dodatnih dijelova i grafičkih mina nastaju pomicanja uređaja a time i pogreške.

Prednosti elektronskog sustava

- CONDYLOCOMP LR 3

**1. Pogreška projekcije automatski se eliminira**, tj. svi podatci mjerenja standardno se preračunavaju na intrakondilni razmak normalne veličine lubanje ili se provodi individualna korektura.

**2. Simultani prikaz obaju kondila**

**3. Mogućnost povećanja projekcije krivulja, i/ili mogućnost povećanja jednoga dijela krivulja**

**4. Vremenski stvarna brzina kretnje kondila**

**5. Trodimenzionalno mjerenje kondilne staze**

**6. Sustav se udobno fiksira na glavi**, nikakvo opterećenje na gornjoj čeljusti, na donjoj čeljusti je ukupna težina 50 g (paraokluzalna žlica i luk sa reflektorima).

### String-Condylcomp LR 3 - opis uređaja

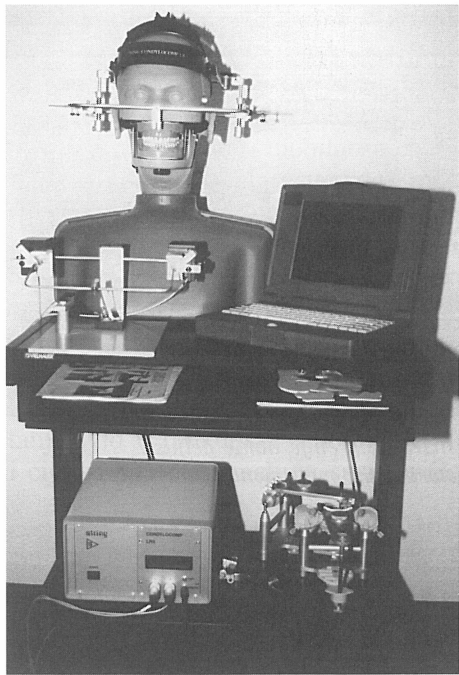
String-Condylcomp je mikroprocesni mjerni aparat koji se priključuje na IBM prilagodljivo računalo (5,6,7), (sl.1.).

String LR 3 je luk za registraciju koji se s pomoću dva kabela povezuje s aparatom. Radi na načelu svjetlosne refleksije (bez dodira). Osjetnici (senzori) se pričvršćuju na sustav za registraciju koji se poput kape učvršćuju na glavu, a reflektori su fiksno usmjereni na luku koji se zglobovom povezuje s paraokluzalnom žlicom, a ona se cementom pričvršćuje na labijalnim plohama donjih frontalnih zuba (sl. 2).

Kod svakoga pokreta donje čeljusti osjetnici mjere sve kutove rotacije i translacije; String Condylcomp obrađuje inicijalno podatke, usklađuje ih, šalje u računalo, a ono ih preuređuje trodimenzionalno i prikazuje na monitoru.

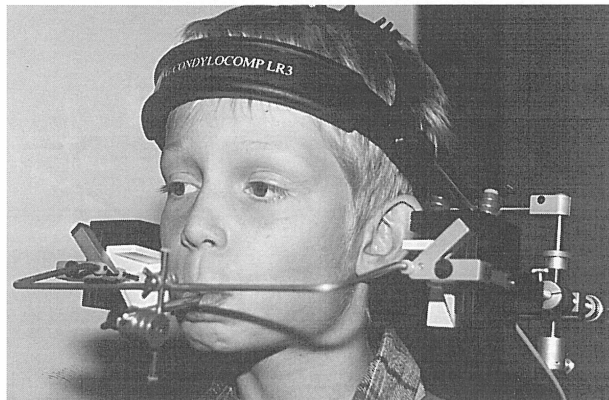
STRING-CONDYLOCOMP automatski nadzire sve mehaničke funkcije i u slučaju smetnja pokazuje to na displeju, a kod neispravnoga rukovanja s lukom za registriranje daje zvukovne signale. U bilo kojoj fazi registracije moguće su potanke upute preko integriranoga rječnika.

**HARDWARE:** za funkcioniranje aparata STRING-CONDYLOCOMP LR 3 potrebno je IBM prilagodljivo računalo (s MS-DOS sustavom



Slika 1. Gore: sustav za registraciju s obraznim lukom, montažnim stolom i računalom  
Dolje: String Condylcomp

Figure 1. Top: System for registration with face bow, fitted table and computer  
Bottom: String Condylcomp



Slika 2. Sustav za mjerenje s osjetnicima i reflektorima, povezan s paraokluzalnom žlicom

Figure 2. Measuring system with sensors and reflectors, connected with a paraocclusion tray

od verzije 3.2 nadalje), mikroprocesor 386 XS 25 Mhz frekvencije.

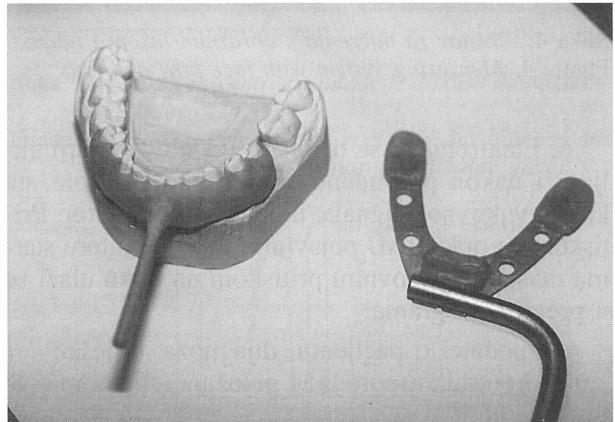
Najbolja su računala 486 XS 50 Mhz.

Osobito su pogodna brza računala s velikom moći malih dimenzija - NOTEBOOK, LAPTOP. Preporučuje se grafička karta VGA.

**SOFTWARE:** Struktura programa koncipirana je poznatom tehnikom WINDOWS. Može se birati (za sada) između njemačkog i engleskog jezika. Zbog jednostavnosti i djelotvornosti sve se naredbe provode preko tzv. HOTKEY-a.

### Postupak rada na pacijentu

1. Prije registracije potrebno je napraviti paraokluzalnu žlicu iz hladnopolimerizirajućega poliakrilata i pripremiti metalnu potkovicu za obrazni luk (sl.3).



Slika 3. Paraokluzalna žlica i pripremljena metalna potkovicu obraznoga luka

Figure 3. Paraocclusion tray and prepared metal horse shoe on the face bow arch

2. Na koži se obostrano označi prosječna interkondilna šarnirska os na liniji Tragion-Cantus.

3. Paraokluzalna žlica se cementira na labijalne plohe donjih frontalnih zuba (ako želimo analizirati okluziju, okluzalne smetnje, bruksizam, razliku između habitualne i središnje okluzije) ili se SAM-ova žlica cementira na donjoj čeljusti s brzovezujućom sadrom, ako želimo registrirati pokrete samo za programiranje artikulatara (rotaciju, protruziju i mediotruziju).

4. Sustav za registriranje spojen s obraznim lukom stavlja se poput kape na pacijentovu glavu. Budući da je to kvadratičan, simetričan luk, igle obraznoga luka mogu se brzo dovesti na označene točke projekcije kondila (precizna korektura je moguća s pomoću vijaka na sagitalnom i okomitom kraku luka), (sl.4).

5. Obrazni se luk odstrani i mjerne se glave s osjetnicima i reflektorima montiraju na sustav za registraciju (žice glave se spoje sa Condylcomp-aparatom).

nosti u znanosti ali i praktičaru pri dijagnozi i terapiji funkcijskih smetnji stomatognatskoga sustava (5,6).

### Registracija kinetike čeljusnoga zgloba

Već su duže vremena poznati postupci za registraciju kretnje donje čeljusti. Grafitna mina obratnoga luka, postavljena u projekciji kondila na koži, opisuje na jednoj pločici grafički put kretnje kondila. Taj jednostavni postupak omogućio je utvrđivati individualni kut spuštanja kondila, a time se je omogućilo konstruirati prvi individualno prilagodljiv artikulatork. Taj je sustav tehnički dotjeran u Stuartovu pantografu (ekstraoralne grafičke krivulje u tri dimenzije) i u nešto jednostavnijem obliku u SAM-Axiographu (grafičke krivulje u dvije dimenzije). Takvi mehanički postupci jako su dobri za programiranje artikulatorka, ali zbog nezadovoljavajuće kakvoće opisanih krivulja nisu sasvim prikladni za dijagnozu i terapiju disfunkcije stomatognatskoga sustava, kao ni kod miopatija, artropatija, mioartropatija i diskopatija (5,6).

Najvažniji nedostaci mehaničkih sustava jesu:

#### 1. Pogreška projekcije

Mjesto mjerenja nije u središtu kondila nego na koži, dakle 1,5 - 2 cm izvan čeljusnoga zgloba, tako da ekstraoralno pisane krivulje ne odgovaraju stvarnim krivuljama puta kondila.

#### 2. Simultana dijagnoza obaju kondila istodobno nije moguća

Budući da su oba kondila povezana mandibulom, ne mogu se promatrati odvojeno. Kod dijagnosticiranja kretnje jednoga kondila potrebno je znati što se istodobno događa s drugim.

#### 3. Nedostatak mogućnosti povećanja projekcije

Dijagnostički najvažnije pojedinosti događaju se u prostoru manjem od 1 mm. Nijedan mehanički sustav ne ispunjava te uvjete.

#### 4. Nedostatak vremenskoga redoslijeda

Upravo kod smetnji u stomatognatskom sustavu osobito je važno predočiti realnu brzinu kretnje kondila, odnosno da se svako ubrzanje i svako usporavanje putanje kondila prikazuje u stvarnim vremenskim razmacima.

#### 5. Tolerancija u građi mehaničkih aparata

One automatski uzrokuju pogreške kod mjerenja.

### 6. Teškoća fiksiranja

Zbog težine uređaja (Stuart - oko 800 g) te dodatnih dijelova i grafičkih mina nastaju pomicanja uređaja a time i pogreške.

Prednosti elektronskog sustava

- CONDYLOCOMP LR 3

1. **Pogreška projekcije automatski se eliminira**, tj. svi podatci mjerenja standardno se preračunavaju na intrakondilni razmak normalne veličine lubanje ili se provodi individualna korektura.

2. **Simultani prikaz obaju kondila**

3. **Mogućnost povećanja projekcije krivulja**, i/ili mogućnost povećanja jednoga dijela krivulja

4. **Vremenski stvarna brzina kretnje kondila**

5. **Trodimenzionalno mjerenje kondilne staze**

6. **Sustav se udobno fiksira na glavi**, nikakvo opterećenje na gornjoj čeljusti, na donjoj čeljusti je ukupna težina 50 g (paraokluzalna žlica i luk sa reflektorima).

#### String-Condylcomp LR 3 - opis uređaja

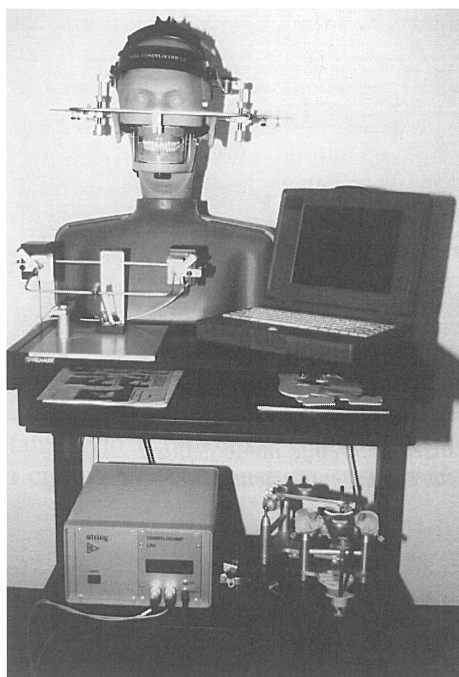
String-Condylcomp je mikroprocesni mjerni aparat koji se priključuje na IBM prilagodljivo računalo (5,6,7), (sl.1.).

String LR 3 je luk za registraciju koji se s pomoću dva kabela povezuje s aparatom. Radi na načelu svjetlosne refleksije (bez dodira). Osjetnici (senzori) se pričvršćuju na sustav za registraciju koji se poput kape učvršćuju na glavu, a reflektori su fiksno usmjereni na luk koji se zglobovom povezuje s paraokluzalnom žlicom, a ona se cementom pričvršćuje na labijalnim plohama donjih frontalnih zuba (sl. 2).

Kod svakoga pokreta donje čeljusti osjetnici mjere sve kutove rotacije i translacije; Stryng Condylcomp obrađuje inicijalno podatke, usklađuje ih, šalje u računalo, a ono ih preuređuje trodimenzionalno i prikazuje na monitoru.

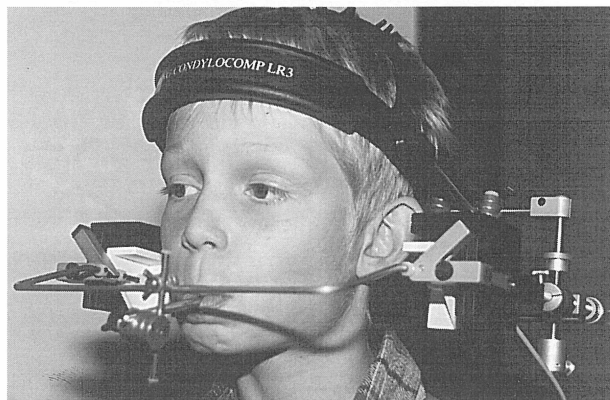
STRING-CONDYLOCOMP automatski nadzire sve mehaničke funkcije i u slučaju smetnja pokazuje to na displeju, a kod neispravnoga rukovanja s lukom za registriranje daje zvukovne signale. U bilo kojoj fazi registracije moguće su potanke upute preko integriranoga rječnika.

HARDWARE: za funkcioniranje aparata STRING-CONDYLOCOMP LR 3 potrebno je IBM prilagodljivo računalo (s MS-DOS sustavom



Slika 1. Gore: sustav za registraciju s obraznim lukom, montažnim stolom i računalom  
Dolje: String Condylcomp

Figure 1. Top: System for registration with face bow, fitted table and computer  
Bottom: String Condylcomp



Slika 2. Sustav za mjerenje s osjetnicima i reflektorima, povezan s paraokluzalnom žlicom

Figure 2. Measuring system with sensors and reflectors, connected with a paraocclusion tray

od verzije 3.2 nadalje), mikroprocesor 386 XS 25 Mhz frekvencije.

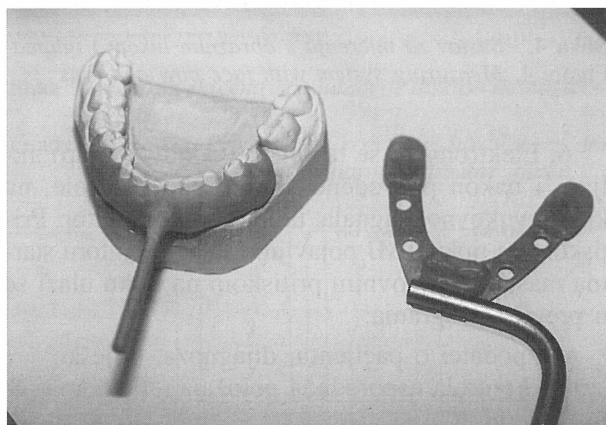
Najbolja su računala 486 XS 50 Mhz.

Osobito su pogodna brza računala s velikom moći malih dimenzija - NOTEBOOK, LAPTOP. Preporučuje se grafička karta VGA.

**SOFTWARE:** Struktura programa koncipirana je poznatom tehnikom WINDOWS. Može se birati (za sada) između njemačkog i engleskog jezika. Zbog jednostavnosti i djelotvornosti sve se naredbe provode preko tzv. HOTKEY-a.

### Postupak rada na pacijentu

1. Prije registracije potrebno je napraviti paraokluzalnu žlicu iz hladnopolimerizirajućega poliakrilata i pripremiti metalnu potkovicu za obrazni luk (sl.3).



Slika 3. Paraokluzalna žlica i pripremljena metalna potkovicu obraznoga luka

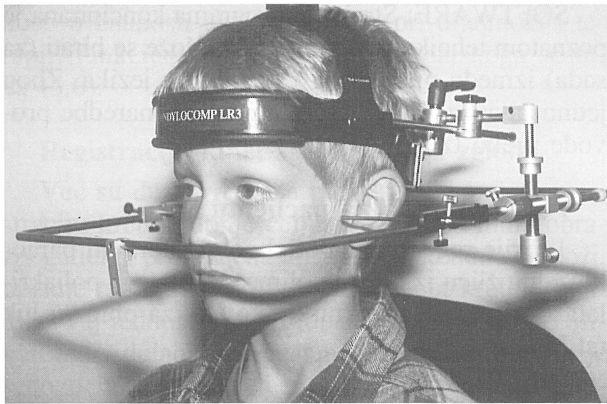
Figure 3. Paraocclusion tray and prepared metal horse shoe on the face bow arch

2. Na koži se obostrano označi prosječna interkondilna šarnirska os na liniji Tragion-Cantus.

3. Paraokluzalna žlica se cementira na labijalne plohe donjih frontalnih zuba (ako želimo analizirati okluziju, okluzalne smetnje, bruksizam, razliku između habitualne i središnje okluzije) ili se SAM-ova žlica cementira na donjoj čeljusti s brzovezujućom sadrom, ako želimo registrirati pokrete samo za programiranje artikulatara (rotaciju, protruziju i mediotruziju).

4. Sustav za registriranje spojen s obraznim lukom stavlja se poput kape na pacijentovu glavu. Budući da je to kvadratičan, simetričan luk, igle obraznoga luka mogu se brzo dovesti na označene točke projekcije kondila (precizna korektura je moguća s pomoću vijaka na sagitalnom i okomitom kraku luka), (sl.4).

5. Obrazni se luk odstrani i mjerne se glave s osjetnicima i reflektorima montiraju na sustav za registraciju (žice glave se spoje sa Condylcomp-aparatom).



Slika 4. Sustav za mjerenja s obraznim lukom i iglama  
Figure 4. Measuring system with face bow and pins

6. Elektroničko se računalo (Condylcomp) uključuje i nakon provedene automatske kontrole, na kraju zvukovnog signala, uključuje se kompjutor. Pritiskom na tipku TMJ pojavljuje se na monitoru startna maska, a ponovnim pritiskom na tipku ulazi se u pregled programa:

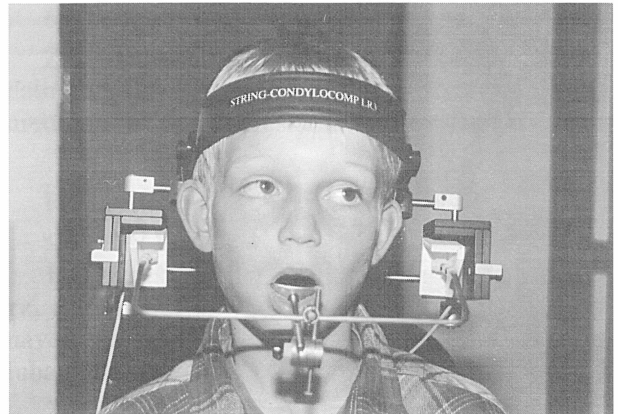
- a - podatci o pacijentu, dijagnoza, bilješke
- b - kontrola usporednog položaja reflektora prema osjetniku
- c - određivanje šarnirske osi
- d - registriranje puta kondila
- e - razlika položaja kondila RKP-IKP
- f - programiranje artikuladora
- g - određivanje međučeljusnoga razmaka
- h - pronalaženje pohranjenih podataka
- i - formatiranje disketa, kopiranje

7. Prije samog početka otvara se kartoteka pacijenta pod rednim brojem 6/a. Sva buduća mjerenja automatski se pohranjuju pod određenim rednim brojem.

8. Nakon opisanih priprema prelazi se na registraciju čeljusnih kretanja (sl. 5).

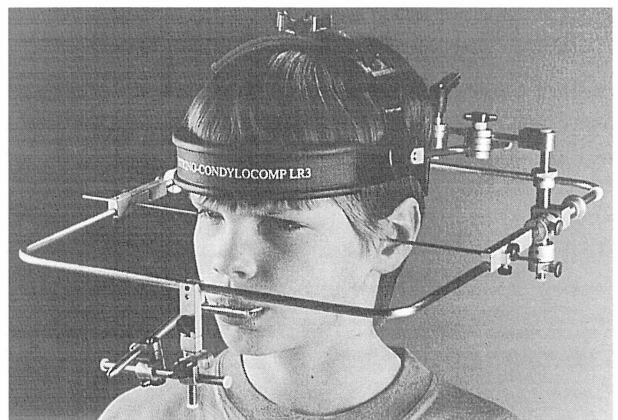
Da bi se odredila šarnirska os dovoljan je jedan rotacijski pokret mandibule od 6-7 mm, za određivanje nagiba kondilne staze jedan protruzijski pokret bez kontakta zuba, a za određivanje Benettova kuta mediotruzijski pokret lijevog ili desnoga kondila. Bilo koji parafunkcijski položaj zuba omogućuje da se izračuna distrakcija, odnosno kompresija kondila.

Za daljnju raščlambu pacijent više nije potreban. Time je sav rad sveden na nekoliko minuta. Potanke raščlambe moguće su ulaskom u pomoćne programe koji prikazuju cjelovitu dinamiku donje čel-



Slika 5. Registriranje kretnje donje čeljusti  
Figure 5. Registering the movement of the lower jaw

ljusti trodimenzionalno, te sve koordinate bilo koje točke krivulje, s preciznošću od 1/100 mm. Svi podatci se automatski preračunavaju prema izračunatoj kinematičkoj šarnirskoj osi. Prijenos u artikulador je jednostavan: obrazni luk se ponovno montira, igle se namjeste po točnim korekturnim vrijednostima kinematičke osi, žlica obraznoga luka se namjesti na zubima gornje čeljusti i zglobovom poveže s obraznim lukom (sl.6).



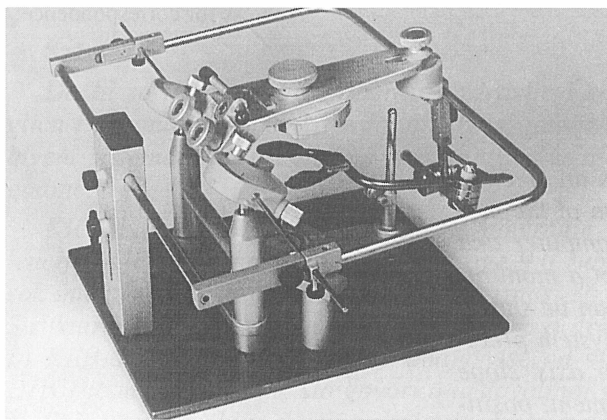
Slika 6. Fiksiranje kinematičke šarnirske osi s pomoću obraznoga luka  
Figure 6. Fixing the kinematic hinge axis by means of the face bow

Obrazni luk se skida i montira na montažni stol s odabranim artikuladorima (sl. 7,8,9,10).

### Rasprava

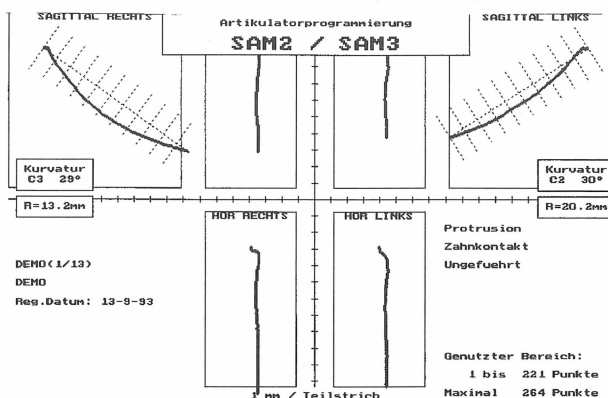
Gnatologija je u posljednjih nekoliko godina doživjela velike promjene. Glavna indikacija registra-

cije kretnje donje čeljusti nije više programirati artikulatur nego dijagnosticirati funkcijske smetnje stomatognatskoga sustava. Nakon opširne anamneze i kliničke funkcijske raščlamba (raščlamba žvačnih mišića, raščlamba mobilnosti donje čeljusti i devijacija kod otvaranja usta). Ako postoji bol, krepitacija, stres, te psihička komponenta, zbog proširenja dijagnostičke mogućnosti prelazi se na instrumentalnu funkcijsku raščlambu. Elektronička funkcijska dijagnostika, s obzirom na to da su eliminirani nedostaci mehaničkih sustava (npr. pogreške projekcije, nemogućnost da se poveća projekcija, nedostatak vremenskoga redoslijeda) pruža potanji uvid u funkcijske smetnje čeljusnoga zgloba i cijeloga stomatognatnog sustava (1,2,3,4,5,6).



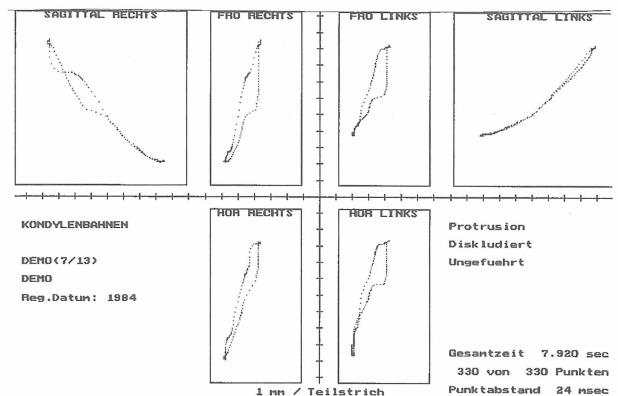
Slika 7. Prijenos kinematičke šarnirske osi na montažni stol i artikulatur

Figure 7. Transferring the kinematic hinge axis to the table and articulator



Notiz: Zur Artikulatorprogrammierung (Kondylarbahneigung, Frontzahnführung)

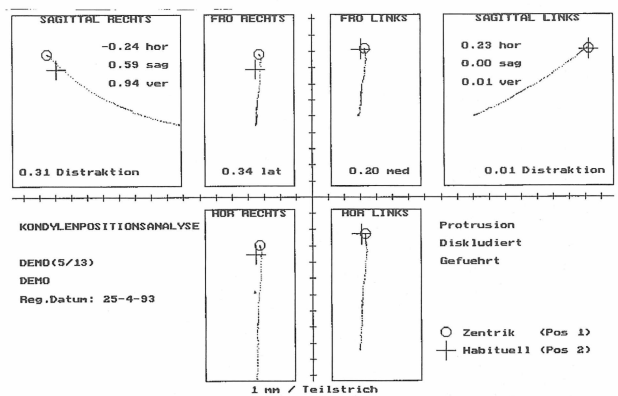
Slika 8. Grafičke krivulje za programiranje artikulatur  
Figure 8. Graphic curves for programming the articulator



Notiz: Exzentrische Diskusluxation rechts

Slika 9. Prikaz ekscentrične luksacije diskusa desnoga čeljusnog zgloba

Figure 9. Presentation of the eccentric luxation of the disc of the right temporomandibular joint



Notiz: Distraction in rechten Kiefergelenk mit Zwangsbip nach rechts

Slika 10. Prikaz distrakcije desnoga kondila s devijacijama u desnu stranu

Figure 10. Presentation of the distraction of the right condyle with deviation to the right

CONDYLOCOMP LR 3 je elektronički sustav uz podršku računala koji omogućuje trodimenzionalno, simultano mjerenje kretnje donje čeljusti uz kontrolu preko monitora. Radi na načelu svjetlosne refleksije bez dodira. Obuhvaća pokrete rotacije i translacije. Omogućuje određivati kinematičku šarnirsku os i prikazivati bilo koju točku donje čeljusti u tri dimenzije. Za svaku točku grafičke krivulje izračunava koordinate s preciznošću od 1/100 mm. Svi podatci se mogu pohraniti po želji priključiti na pisač ili crtač. Postoji mogućnost priključaka modema te se podatci mogu jednostavno i brzo prenijeti na bilo koju udaljenost. Programiranje artikulatur je jednostavno. Omogućuje uvid u

funkcijske poremećaje stomatognatnoga sustava, a kod težih oblika (prolaps diskusa, mioartropatija) omogućuje ciljanu terapiju i izbjegavanje invazivnih postupaka, kao što je artrografija, i dr.

Rukovanje je jednostavno i brzo (10-20 min.), može se preporučiti i praktičarima koji se intenzivno bave problematikom oralne rehabilitacije (5,6).

### Zaključak

Elektronički kondilograf Condylcomp LR 3 konstruiran je da bi se dobila vrsna funkcijska računalna i dijagnostika. Njime se registriraju i mjere kretnje donje čeljusti u sve tri dimenzije, te kontrolira i pohranjuje s pomoću računala, što postupak čini vrlo točnim. Taj postupak ujedno omogućuje da se podatci pohranjuju i naknadno upotrebljavaju radi usporedbe.

### FUNCTIONAL DIAGNOSTICS OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT WITH A STRING-CONDYLOCOMP

#### Sažetak

*Condylcomp LR 3 (Dentron, Höchberg, Germany) is an electronic system for threedimensional, simultaneous registration of the movement of the lower jaw. It is attached to a personal computer and enables simultaneous graphic registration and control on a monitor. Graphic presentation and measured data are filled and can be shown on the monitor and analyzed whenever necessary. This system precisely calculates: rotation centre of both condyles condylar axis, slope of the condyle path, Bennett's angle and Bennett's movement, position of distraction of compression of the condyle, Posselt's diagram and the incision angle. The system is helpful in the field of functional diagnostics of the stomatognathic system. Individual programming of the articulator is simplified.*

Key words: *Gnathology, functional diagnostics, electronic condylography*

Adresa za dopisivanje:  
Address for correspondence:

Dr. Branko Kašaj  
Hauptstrasse 99,  
D - 67433 Neustadt

#### Literatura

- SCHULTE W. Die Exzentrische Okklusion. Berlin: Quintessenz, 1983; 104-114.
- PALLA S UND MITARBEITER. Die Therapie der Myoarthropatien des Kausystems. Kolloquium, St. Moritz 1989; Kompendium 1-10.
- KLETT R. Zur Biomechanik des Kiefergelenkknackens 1. Dtsch Zahnärztl Z 1985;40:206-210.
- KLETT R. Zur Biomechanik des Kiefergelenkknackens 3. Dtsch Zahnärztl Z 1986;41:684-692.
- KLETT R. Kiefergelenkdiagnostik durch Analyse der kondylären Bewegungen. Schriftenreihe APW - Zahnärztliche Diagnostik und Behandlungsplanung. München - Wien: Hanser, 1989;49-63.
- KLETT R. Einfluss des sagittalen Kiefergelenkspiels auf die Okklusion. Dtsch Zahnärztl Z 1994;49:476-479.
- DENTRON GmbH. Benutzerhandbuch. STRING-CONDYLOCOMP LR 3. 1993;7-30.