

Zavod za mobilnu protetiku
 Stomatološkog fakulteta, Zagreb
 predstojnik Zavoda prof. dr sci. dr D. Nikšić

Aparatura i tablice za određivanje lučnih stupnjeva kutova nagiba osealnih struktura kranijuma od triju kefalometrijskih ravnina prostornog koordinatnog sustava

D. NIKŠIĆ

UVOD

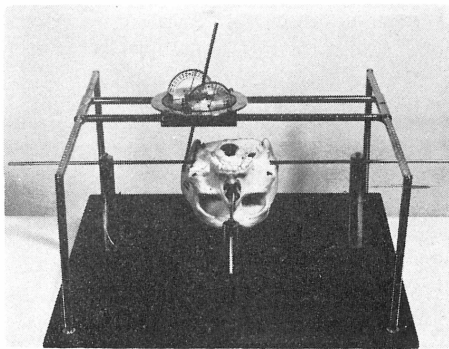
Današnja antropološka kefalometrijska mjerenja zauzimaju velik prostor u modernim znanstvenim istraživanjima. Kefalometrija zauzima također vidno mjesto i u disciplini mobilne protetike i o njenom utjecaju u istraživačkim stremljenjima ovisi, u određenoj mjeri, i razvoj discipline stomatološke mobilne protetike. Kao primjer, može se navesti potreba istraživačkog razvoja kefalometrije, u svrhu otkrivanja novih spoznaja i mogućnosti razvoja individualnih artikulatora, kao i izgradnje mehanizama za prijenos preciznih mjera kefalometrijskih vrijednosti na aparature kojima se služimo i nove konstrukcije, kojima ćemo se u budućnosti služiti — sve da bi se realne kefalometrijske vrijednosti pojedinog individuuma svele u radne okvire laboratorija, u kojem se vrši izrada proteze, namijenjene tom individuumu.

Stoga je posve razumljivo da se mora, u svrhu što preciznijeg mjerenja otklona osealnih struktura kranijuma od kefalometrijskih triju osnovnih ravnina, kao i njihovog pozicioniranja u prostornom koordinatnom sustavu, imati mogućnost mjerenja kutova nagiba od svih triju kefalometrijskih ravnina kranijuma, od horizontalne, mediosagitalne i frontalne ravnine. Doduše, za precizno određivanje prostorne pozicije osealnih struktura, u odnosu na prostorni koordinatni sustav, u kojem je smješten kranijum, dovoljno je izmjeriti lučne stupnjeve kutova nagiba mjerene strukture od dviju kefalometrijskih ravnina. Takvo je precizno mjerenje omogućeno konstrukcijom aparata »Cephalogoniometer«-a¹ (sl. 1).

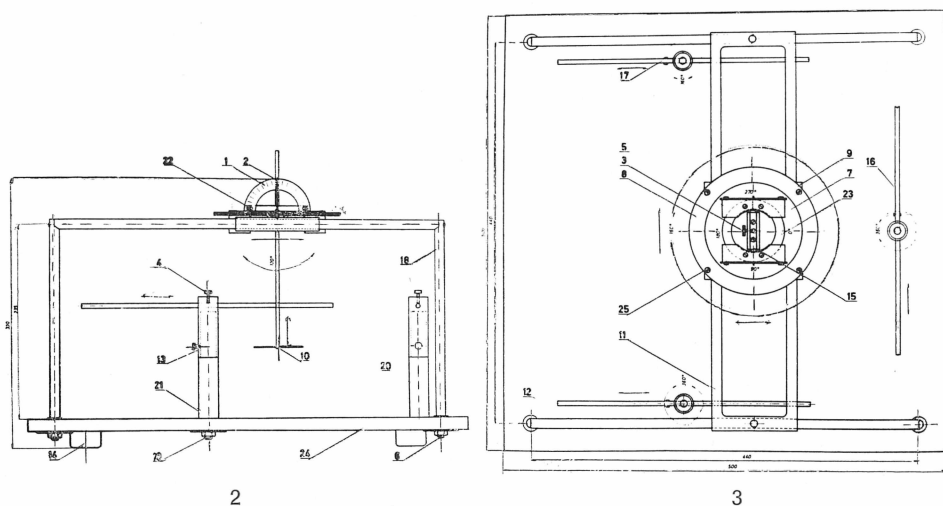
Cephalogoniometer (koji su konstruirali Nikšić, Rudež i Carek) je aparatura, pomoću koje se mogu mjeriti kutovi i nagibi na koštanim strukturama lubanje, u odnosu na horizontalnu i mediosagitalnu ravninu.

Aparat (sl. 2) se sastoji od temeljne ploče i triju nosača držača ticala, pomoću kojih se fiksira lubanja i od četiriju vertikalnih nosača, na kojima su pričvr-

šćena dva kalibrirana horizontalna nosača (sl. 3). Na tim kalibriranim horizontalnim nosačima nalazi se klizni sustav, koji se sastoji od dviju paralelnih cijevi, od kojih svaka obuhvaća po jedan kalibrirani horizontalni nosač. Cijevi su međusobno spojene s dvije paralelno postavljene kalibrirane šipke, koje zajedno sa cijevima čine okvir. Kalibrirane šipke okvira su postavljene, u odnosu prema lubanji,

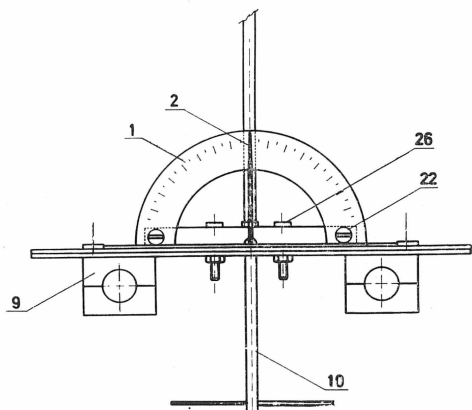


Sl. 1. Kefalogoniometar s lubanjom fiksiranom u horizontalnoj ravnini.

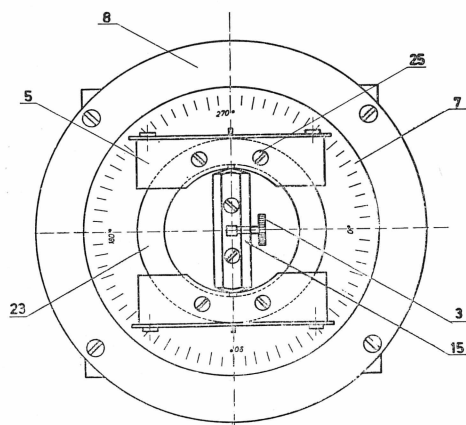


Sl. 2. 1. Skala za mjerenje otklona od horizontalne ravnine. 2. Kazaljka za mjerenje otklona od horizontalne ravnine. 4. Vijak za fiksiranje horizontalnog pomaka ticala. 6. Šestostrana matica. 10. Ticalo s nastavkom. 13. Vijak za fiksiranje podizanja ticala. 14. Podnožak. 18. Vertikalni nosač. 19. Šestostrana matica. 20. Nosač držača prednjeg ticala. 21. Nosač držača bočnog ticala. 22. Vijak za pričvršćivanje skale za vertikalne otklone. 24. Temeljna ploča. — Sl. 3. 3. Vijak za fiksiranje podizanja ticala s nastavkom. 5. Oslonac za kretnog nosača vertikalne kazaljke. 7. Skala za mjerenje otklona od mediosagitalne ravnine. 8. Nepomični prsten. 9. Spojnica. 11. Okvir. 12. Horizontalni nosač. 15. Dizač s nastavkom. 16. Prednje ticalo. 17. Bočno ticalo. 23. Zakretni prsten. 25. Vijak za pričvršćenje nosača skale za vertikalne otklone.

u transverzalnom smjeru. Na transverzalnim šipkama okvira nalazi se mjerna aparatura (sl. 4), s mogućnošću klizanja u sinistrolateralnom i dekstrolateralnom smjeru. Na taj se način mjerna aparatura može pokretati u anterioposteriornom, sinistrolateralnom i dekstrolateralnom smjeru, u odnosu prema fiksiranoj lubanji.



4



5

Sl. 4. Detalj mjernog instrumenta — pogled sa strane. — Sl. 5. Detalj mjernog instrumenta — pogled odozgo.

Mjerna se aparatura sastoji od skale za mjerenje otklona od medijalne ravnine, nepomičnog prstena, na kojem se nalaze urezani kutni stupnjevi, zakretnog prstena (sl. 5), držača ticala s nastavkom, skale za mjerenje otklona od horizontalne ravnine i kazaljke za mjerenje otklona od horizontalne ravnine.

Osnova je čitave metode uspostavljanje horizontalne ravnine. Za utvrđivanje svake ravnine, a to znači i horizontalne, treba odrediti tri točke, od kojih jedna ne leži na istom pravcu. Te tri točke su na primjer spina nasalis anterior, meatus acusticus dexter i meatus acusticus externus sinister. Pomoću prednjeg ticala, koje se fiksira u nosaču držača, učvrsti se pozicija spinae nasalis anterior, a pomoću lateralnih ticala učvršćuje se desni i lijevi meatus acusticus externus. Na taj se način dobiju horizontalne ravnine. Medijalna ravnina se dobije tako, da se najprije odrede dvije točke, kroz koje prolazi anteroposteriorni pravac, koji treba da leži u medijalnoj ravnini. Te dvije točke su spina nasalis anterior i torus occipitalis. To se postiže na taj način, da se lubanja, koju fiksiramo, postavi tako, da se anteroposteriorni pravac, koji prolazi kroz spinu nasalis anterior i torus occipitalis, u potpunosti poklapa s projekcijom pravca koji prolazi kroz oznake 0° i 180° , ucrtane na nepomičnom prstenu. Kad se postigne potpuni paralelizam tih dvaju pravaca, lubanja se u toj poziciji fiksira, jer nam treću točku mediosagitalne ravnine osigurava spoznaja da se te dvije ravnine sijeku pod kutom od devedeset stupnjeva.

Uspostavljanje frontalne ravnine, u tom slučaju, ne predstavlja više nikakvu poteškoću, jer nam je poznato, da frontalna ravnina siječe obje ostale kefalometrijske ravnine, pod kutom od devedeset stupnjeva.

Očitavanje nagiba koštanih struktura lubanje, u odnosu na horizontalnu i mediosagitalnu ravninu, vrši se po određenim pravilima, koja su već publicirali N i k š i ć, R u d e ž i C a r e k¹ pa se više ne moramo zadržavati na tom tehničkom rješenju.

Kad je lubanja jednom fiksirana, u stanju smo mjeriti otklone osealnih struktura samo od dviju medicinskih ravnina, dok se od treće ravnine nagibi ne mogu mjeriti. Na primjer, ako smo uspostavili horizontalnu ravninu i odredili mediosagitalnu, nećemo moći mjeriti otklone koštanih struktura od frontalne ravnine, zbog prirode konstrukcije aparature.

Ukoliko bi se željelo postići mjerenje otklona i od treće, to jest frontalne ravnine, pomoću takve mehaničke aparature, morala bi se izraditi daleko kompliciranija aparatura, kojom bi rad bio izvanredno otežan. Stoga je autor formirao tablice, pomoću kojih se može pročitati nepoznata vrijednost otklona osealne strukture kranijuma i od treće kefalometrijske ravnine, ako su dva kuta od ostalih dviju kefalometrijskih ravnina poznata.

METODA

Tablice su izračunate pomoću kompjutera, na bazi formule:

$$\sin^2 \gamma = 1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta$$

$$\gamma = \text{Arc sin } \sqrt{1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta}$$

$$0 \leq \gamma \leq 90^\circ$$

pri čemu je vrijednost kuta gama jednaka ili veća od »O« i jednaka ili manja od 90°.

Upotrebu tablica najlakše ćemo razumjeti, ako prikazemo rad tablicama na nekoliko primjera.

Tablice su načinjene tako, da se u prve dvije kolone nalaze poznati kutovi alfa i beta, a u trećoj se koloni nalazi nepoznati kut gama (tab. 1). U prvoj se koloni nalaze manji kutovi, a u drugoj veći. Ako je suma kutova alfa plus beta 90°, ili manja od 90°, treba u tablicama pronaći, u odgovarajućoj sumi kutova alfa i beta, vrijednost za kutove alfa i beta, a u trećoj koloni pročitati traženi nepoznati kut gama.

Ako je suma kutova alfa i beta 23 lučna stupnja (tab. 2), s time da je alfa 9, a beta 14, gama će biti 73,26 lučnih stupnjeva.

Međutim, ako je jedan od poznatih kutova veći od 90°, moramo primijeniti slijedeću jednostavnu računsku operaciju:

$$\alpha = 18^\circ$$

$$\beta = 130^\circ$$

$$180^\circ - \beta = 50^\circ$$

$$50^\circ + 18^\circ = 68^\circ$$

Suma kutova = 45	Suma kutova = 46	Suma kutova = 47
0 45 45,00	0 46 44,00	0 47 43,00
1 44 45,98	1 45 44,98	1 46 43,08
2 43 46,93	2 44 45,93	2 45 44,93
3 42 47,84	3 43 46,84	3 44 45,84
4 41 48,72	4 42 47,72	4 43 46,72
5 40 49,56	5 41 48,56	5 42 47,56
6 39 50,36	6 40 49,39	6 41 48,37
7 38 51,13	7 39 50,13	7 40 49,14
8 37 51,85	8 38 50,86	8 39 49,87
9 36 52,54	9 37 51,55	9 38 50,56
10 35 53,18	10 36 52,20	10 37 51,52
11 34 53,78	11 35 52,81	11 36 51,83
12 33 54,34	12 34 53,37	12 35 52,40
13 32 54,85	13 33 52,81	13 34 52,93
14 31 55,32	14 32 54,73	14 33 53,42
15 30 55,74	15 31 54,80	15 32 53,86
16 29 56,10	16 30 55,18	16 31 54,26
17 28 56,42	17 29 55,52	17 30 54,61
18 27 56,69	18 28 55,80	18,29 54,91
19 26 56,90	19 27 56,04	19 28 55,16
20 25 57,07	20 26 56,22	20 27 55,36
21 24 57,17	21 25 56,35	21 26 55,51
22 23 57,23	22 24 56,43	22 25 55,62
	23 23 56,46	23 24 55,67

Tab. 1.

5 15 74,15	5 17 72,24	3 21 68,77
6 14 74,72	6 16 72,86	4 20 69,57
7 13 75,18	7 15 73,38	5 19 70,30
8 12 75,51	8 14 73,79	6 18 70,96
9 11 75,72	9 13 74,10	7 17 71,53
10 10 75,78	10 12 74,28	8 16 72,01
Suma kutova = 21	11 11 74,35	9 15 72,40
0 21 69,00	Suma kutova = 23	10 14 72,68
1 20 69,97	0 23 67,00	11 13 72,84
2 19 70,89	1 22 67,97	12 12 72,90
3 18 71,73	2 21 68,90	Suma kutova = 25
4 17 72,51	3 20 69,76	0 25 65,00
5 16 73,20	4 19 70,55	1 24 65,98
6 15 73,79	5 18 71,27	2 23 66,90
7 14 74,28	6 17 71,91	3 22 67,78
8 13 74,66	7 16 72,46	4 21 68,59
9 12 74,92	8 15 72,91	5 20 69,33
10 11 75,05 →	9 14 73,26	6 19 70,01
Suma kutova = 22	10 13 73,49	7 18 70,60
0 22 68,00	11 12 73,61	8 17 71,11
1 21 68,97	Suma kutova = 24	9 16 71,52
2 20 69,89	0 24 66,00	10 15 71,84
3 19 70,75	1 23 66,98	11 14 72,05
4 18 71,53	2 22 67,90	12 13 72,16

Tab. 2.

Ako je, na primjer (tab. 3) vrijednost alfa kuta 18° , a beta 130 , morat ćemo oduzeti od 180° vrijednost beta kuta, što nam čini vrijednost od 50 stupnjeva. To znači, da ćemo u takvom slučaju sumu kutova zbrajati kao 180 minus beta plus alfa $[(180 - 130) + 18] = 68^\circ$, to jest, kao što je prikazano u formuli, 50 stupnjeva plus 18 stupnjeva, daje sumu kutova u vrijednosti od 68 stupnjeva. Dalje se primjenju-

Suma kutova = 68	25 43 36,65	14 55 31,34
0 68 22,00	26 42 36,88	15 54 31,85
1 67 22,98	27 41 37,08	16 53 32,34
2 66 23,91	28 40 37,25	17 52 32,81
3 65 24,79	29 39 37,40	18 51 33,25
4 64 25,64	30 38 37,52	19 50 33,66
5 63 26,46	31 37 37,62	20 49 34,05
6 62 27,24	32 36 37,68	21 48 34,41
7 61 27,99	33 35 37,72	22 47 34,74
8 60 28,70	34 34 37,74	23 46 35,05
9 59 29,39		24 45 35,34
10 58 30,04	Suma kutova = 69	25 44 35,60
11 57 30,67	0 69 21,00	26 43 35,83
12 56 31,27	1 68 21,97	27 42 36,04
13 55 31,85	2 67 22,90	28 41 36,22
14 54 32,39	3 66 23,79	29 40 36,38
15 53 32,91	4 65 24,63	30 39 36,51
16 52 33,40	5 64 25,44	31 38 36,61
17 51 33,87	6 63 26,22	32 37 36,69
→ 18 50 34,31	7 62 26,96	33 36 36,74
19 49 34,72	8 61 27,67	34 35 36,77
20 48 35,11	9 60 28,35	
21 47 35,47	10 59 29,00	Suma kutova = 70
22 46 35,80	11 58 29,63	0 70 20,00
23 45 36,11	12 57 30,22	1 69 20,97
24 44 36,39	13 56 30,79	2 68 21,90

Tab. 3.

je stereotipna operacija. U tablicama se u sumi kutova od 68° stupnjeva potraži vrijednost za alfa od 18 stupnjeva u prvoj koloni, a u drugoj koloni vrijednost za beta kut od 50 stupnjeva, nakon čega, u trećoj koloni, možemo pročitati vrijednost od $34,31$ lučnog stupnja nepoznatog traženog kuta gama.

Ove se tablice mogu primjenjivati u svim slučajevima, kad su različitim metodama dobiveni precizni podaci kutova dviju ravnina, a želi se dobiti nepoznati kut odklona od treće ravnine (ako ravnine stoje međusobno pod kutovima od 90°).

Ovom prilikom najtoplije zahvaljujem članovima Zavoda za primijenjenu matematiku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu prof. dru sci. Svetozaru Kurepi i asistentu Lavoslavu Čakloviću, koji su mi pomogli pa su na moju molbu, nakon što sam iznio ideju, izvršili programiranje kompjutora za izračunavanje ovih tablica.

Sažetak

Prikazani su aparatura i tablice, pomoću kojih se mogu odrediti lučni stupnjevi kutova nagiba osealnih struktura kranijuma, od triju kefalometrijskih ravnina prostornog koordinatnog sustava.

Aparaturom »Cephalogoniometer«, mogu se precizno odrediti horizontalna, medio-sagitalna i frontalna ravnina, a mogu se i precizno izmjeriti kutovi i nagibi na koštanim strukturama lubanje, u odnosu na horizontalnu i mediosagitalnu ravninu.

U svrhu očitavanja nagiba i od treće ravnine, što se ne može postići pomoću mjerenja navedenom aparaturom, autor donosi tablice, iz kojih se može, na temelju poznatih vrijednosti lučnih stupnjeva kutova od dviju ravnina, utvrditi i vrijednost lučnih stupnjeva kuta otklona mjerene osealne strukture lubanje i od treće ravnine.

Summary

THE DEVICE AND THE TABLES FOR THE DETERMINATION OF THE ANGLES OF INCLINATION OF THE OSSEOUS STRUCTURES OF THE CRANIUM FROM THREE CEPHALOMETRIC PLANES: HORIZONTAL, MEDIAN-SAGITTAL, AND FRONTAL

The paper describes the »Cephalogoniometer«, a device which enables an accurate determination of the horizontal, mediansagittal and frontal planes, and the angles of inclination on the osseous structures of the cranium in relation to the horizontal and median-sagittal planes.

For the measurements of the inclinations from the frontal plane, which cannot be made with the above device, the author created the tables which make possible an evaluation of the angle inclinations from the third plane, on the basis of the known values of the angles of inclination of the two first mentioned planes.

Zusammenfassung

DIE APPARATUR UND TABELLEN FÜR DIE BESTIMMUNG DER WINKELGRADE DER WINKELNEIGUNGEN VON KNÖCHERNEN STRUKTUREN DES SCHÄDELS INBEZUG AUF DREI KEPHALOMETRISCHE EBENEN DES RÄUMLICHEN KOORDINATENSYSTEMS

In der Arbeit wird die Apparatur und Tabellen die für die Bestimmung der Winkelgrade der Winkelneigungen von knöchernen Strukturen des Schädels inbezug auf drei kephalometrische Ebenen wertvoll sind, dargestellt.

Mit der Apparatur »Cephalogoniometer« kann die mediosagittale, horizontale und frontale Ebene genau bestimmt werden, ebenfalls die Winkel und Neigungen von knöchernen Strukturen des Schädels inbezug auf die horizontale und mediosagittale Ebene.

Um die Neigung der dritten Ebene, welche mit der angeführten Apparatur nicht gemessen werden kann, zu bestimmen, hat der Author Tabellen ausgearbeitet, die anhand der bekannten Winkelgrade von zwei Ebenen den Wert der Abweichung auch der dritten Ebene, angeben.

LITERATURA

1. NIKŠIĆ, D., RUDEŽ, V., CAREK, v.:
Cephalogoniometer; Fo! Anat. lug.,
3:101, 3:101, 1974