N.T.v.T. 76 (1969), aug.-sept.

OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN

Uit de afdeling Gnathologie van het Tandheelkundig Instituut der rijksuniversiteit te Utrecht
Hoofd: A. A. D. Derksen, lector.

BESCHOUWINGEN OVER HET BELANG VAN DE SCHARNIERAS

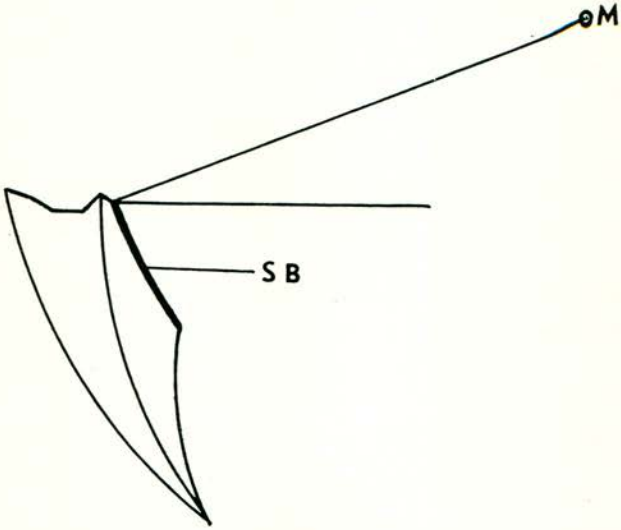
F. BOSMAN
A. A. D. DERKSEN

Hoewel er over het eventuele belang van de zogenaamde scharnieras in de literatuur verschil van mening heerst – door sommige auteurs wordt het bestaan van een dergelijke as zelfs ontkend – verschijnen er de laatste jaren steeds meer publikaties, waarin de waarde van de „hinge axis" wordt onderstreept.

In de jaren '30 werden door McCollum c.s. – The Gnathological Society – nieuwe inzichten ontwikkeld, die – voorzover zij in het bestek van deze verhandeling van belang zijn – hierop neerkomen, dat de onderkaak over een afstand van ongeveer 13 mm ($\frac{1}{2}$ inch) *kan* worden geopend, zonder dat er een verschuiving in het kaakgewricht optreedt. Deze beweging, die dus een zuivere rotatie om een stilstaande as zou zijn, vindt uitsluitend plaats vanuit de z.g. retruded contact position (Posselt, 1952). In feite is zij het eerste deel van de – niet fysiologische – achterste grensbeweging (posterior border movement) van de mandibula (afb. 1).

De auteurs, die van oordeel zijn dat deze as van belang is voor de klinische tandheelkunde, motiveren hun standpunt door er op te wijzen, dat de scharnieras, evenals de retruded contact position, constant en reproduceerbaar is. Hij kan worden vastgelegd en als uitgangspunt worden gebruikt bij de registratie van de bewegingen van de onderkaak. Het is daarenboven mogelijk hem in de articulator met de intercondylaire as te laten samenvallen, waardoor verticale beetcorrecties in de articulator kunnen worden uitgevoerd.

Wanneer men er van uitgaat, dat deze as inderdaad bestaat en kan worden vastgelegd, komt de vraag naar voren, of – wanneer men de beet in de



Afb. 1.

articulator wil verhogen resp. verlagen – het noodzakelijk is de modellen in relatie tot deze scharnieras in de articulator te plaatsen.

Alvorens een antwoord op deze vraag te geven, dient eerst te worden opgemerkt, dat bij de mens de onderkaak ten opzichte van de bovenkaak beweegt, bij de articulator daarentegen de bovenarm ten opzichte van de onderarm. In het algemeen geldt, dat wanneer een lichaam A t.o.v. een lichaam B een beweging uitvoert, die door een bepaalde functie kan worden beschreven, de relatieve beweging van B t.o.v. A niet aan dezelfde functie voldoet (Derksen en Van Haeringen, 1958).

Daar in deze beschouwing uitsluitend de rotatie ter sprake komt, behoeft met de problemen met betrekking tot „omkering" geen rekening te worden gehouden.

In deze publikatie wordt bij het beantwoorden van de hierboven gestelde vraag aangenomen dat:

1. de centra van beide kaakkopjes en het contactpunt van de mediane onderincisieven een gelijkzijdige driehoek vormen met zijden van 100 mm (driehoek van Bonwill);
2. de *hoogtelijn* uit het voorste punt van de driehoek van Bonwill ($\sqrt{100^2 - 50^2} = 86{,}6$ mm) met het vlak van occlusie een hoek van 20° (hoek van Balkwill) maakt;
3. de hinge axis met de verbindingslijn van de centra van de kaakkopjes

samenvalt en de as door het mediane sagittale vlak loodrecht middendoor wordt gedeeld.

Theoretisch zijn er nu twee mogelijkheden nl.:

a. de modellen zijn correct in de articulator geplaatst, m.a.w. de scharnieras valt met de intercondylaire as samen;
b. de modellen zijn in een onjuiste stand in de articulator gezet; de scharnieras valt dus niet met de intercondylaire as samen.

Uitgaande van mogelijkheid a is het duidelijk, dat wanneer de beet in de articulator wordt verhoogd resp. verlaagd, er bij „terugplaatsen" in de mond geen horizontale en verticale verschillen zullen optreden in de relatie van de kauwvlakkenreliëfs tussen onder- en bovenkaak. In tegenstelling hiermee zullen er, als b van toepassing is, wèl verschillen in deze relatie tot stand komen.

De vraag die in eerste instantie moet worden beantwoord luidt: hoe groot is de fout in horizontale en verticale richting, wanneer in de articulator

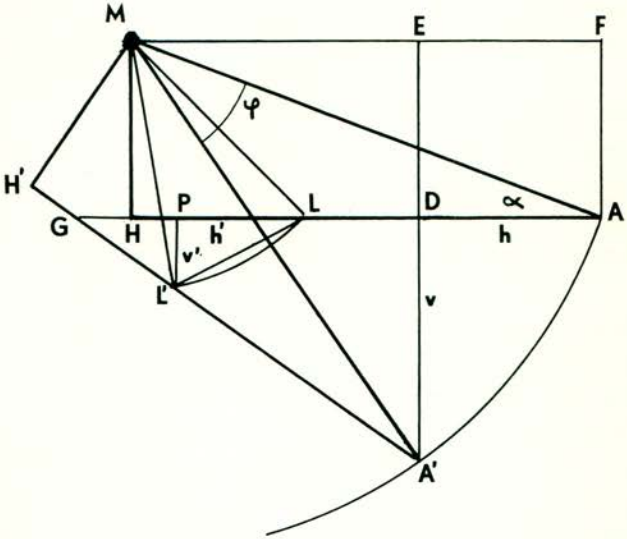
1. de driehoek van Bonwill,
2. de hoek van Balkwill,
3. zowel de driehoek van Bonwill als de hoek van Balkwill onjuist worden weergegeven.

Berekeningen

De hierna volgende berekeningen hebben uitsluitend betrekking op twee punten van de ondertandboog, nl. het voorste punt van de driehoek van Bonwill en het punt van de laatste molaar, dat in projectie op het sagittale vlak op een afstand van 50 mm van eerstgenoemd punt is gelegen.

In afbeelding 2 is de lijn A M de projectie van de driehoek van Bonwill op het mediale sagittale vlak in de uitgangspositie; lijn A′ M geeft de projectie weer na een rotatie van de onderkaak om een as door M, waarbij de verticale afstand tussen A en A′ v bedraagt: de horizontale afstand is dan h. De verticale en horizontale verplaatsingen van L (overeenkomend met het genoemde punt van de molaarstreek) zijn resp. v′ en h′; ∠ M A H en ∠ M A′ H′ zijn de resp. projecties van de hoek van Balkwill. De afstand A L wordt l genoemd.

Uitgaande van deze figuur worden h, v′ en h′ uitgedrukt in v, x en y, waarin x de horizontale (A H in afb. 2) en y de verticale afstand van A tot M (A F = H M in afb. 2) is.



Afb. 2.

Men kan nu afleiden dat

$$h = x - \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy}$$

$$v' = v - l\,\frac{xv + yh}{x^2 + y^2}$$

$$h' = (x - l) - \sqrt{(x - l^2) - v'^2 - 2v'y}$$

$h = AD = AH - DH$

$AH = x$

$DH = EM = \sqrt{(A'M)^2 - (A'E)^2}$

$A'M = AM = R$

$A'E = A'D + DE = v + y$, immers $DE = HM = y$

dus $h = x - \sqrt{R^2 - (v + y)^2}$

$= x - \sqrt{x^2 + y^2 - v^2 - 2vy - y^2}$

$= x - \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy}$ (1)

v' wordt als volgt afgeleid:

Uit de gelijkvormigheid van $\triangle\, DA'G$ en $\triangle\, PL'G$ volgt:

$$PL' = \frac{DA' \cdot L'G}{A'G} \qquad (2)$$

$DA' = v$

$$L'G = A'G - A'L' = A'G - l \tag{3}$$

$$\text{In } \triangle PL'G \text{ is } L'G = \frac{PL'}{\sin G} \tag{4}$$

$\angle PGL' = \angle HMH'$ ($MH \perp AH$ en $MH' \perp A'H$)

$\angle HMH' = \angle LML' = \angle AMA' = \varphi$

$$\text{Substitutie in (4) levert } L'G = \frac{PL'}{\sin\varphi} \tag{5}$$

$$\text{Uit (2), (3) en (5) volgt nu } PL' = \frac{v \cdot PL' / \sin\varphi}{l + PL' / \sin\varphi}$$

dus $PL' = v - l \sin\varphi$

$$\text{of } v' = v - l \sin\varphi \tag{6}$$

Vervolgens wordt $\sin\varphi$ in de bekende grootheden uitgedrukt.
Hiertoe beschouwt men

$$\sin \angle EMA' = \sin(\alpha + \varphi) = \frac{EA'}{A'M} = \frac{y + v}{R} \tag{7}$$

$$\cos(\alpha + \varphi) = \frac{ME}{R} = \frac{x - h}{R} \tag{8}$$

$$\sin\alpha = y/R \tag{9}$$

$$\cos\alpha = x/R \tag{10}$$

Nu is

$$\sin\varphi = \sin\left\{(\alpha + \varphi) - \alpha\right\} = \sin(\alpha + \varphi)\cos\alpha - \cos(\alpha + \varphi)\sin\alpha \tag{11}$$

Na substitutie van (7), (8), (9) en (10) in (11)

$$\sin\varphi = \frac{x}{R} \cdot \frac{y + v}{R} - \frac{y}{R} \cdot \frac{x - h}{R} = \frac{xv + yh}{R^2} \tag{12}$$

$$\text{Substitutie van (12) in (6) levert: } v' = v - l\,\frac{xv + yh}{x^2 + y^2} \tag{13}$$

De uitdrukking van h' in v' en de horizontale- en verticale afstand van L tot M, verloopt analoog aan de uitdrukking van h in v, x en h.

$$\text{Dus } h' = (x - l) + \sqrt{(x - l)^2 - v'^2 - 2v'y} \tag{14}$$

Bij de berekeningen werden (1) en (14) nog omgewerkt om grote onnauwkeurigheden bij het aftrekken van twee niet veel verschillende getallen te voorkomen.

$$h = x - \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy} = \frac{(x - \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy})\,(x + \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy}}{x + \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy}} =$$

$$= \frac{x^2 - (x^2 - v^2 - 2vy)}{x + \sqrt{x^2 - 2vy - v^2}} = \frac{v^2 + 2vy}{x + \sqrt{x^2 - v^2 - 2vy}}$$

Op analoge wijze wordt:

$$h' = \frac{v'^2 + 2\,v'\,y}{(x - l) + \sqrt{(x - l)^2 - v'^2 - v'\,y}}$$

Het is duidelijk dat wanneer men x en y verandert bij een vaste verticale afstand v, dit tot andere waarden van h, v′ en h′ leidt. D.w.z., dat als in de articulator een beetverhoging v is aangebracht en het overbrengen van de hinge axis was onjuist, in de mond andere waarden van x en y voorkomen terwijl v dezelfde is. Er zullen dus voor h, v′ en h′ in de mond andere waarden bestaan dan in de articulator. Deze verschillen kunnen worden berekend, door met behulp van de gegeven formules h, v′ en h′ te berekenen, voor de geldende x en y waarden.

Bij de berekeningen is als referentie genomen x = 81,38 mm en y = = 29,62 mm. Deze waarden komen voort uit de eerder genoemde aanname. Voor l is een waarde van 50,00 mm genomen. De hierbij behorende waarden van h, v′ en h′ worden vergeleken met die welke tot stand komen door andere waarden van x en y te nemen. Deze laatste zijn genomen binnen of op de cirkel met een straal van 10 mm en het referentiepunt als middelpunt.

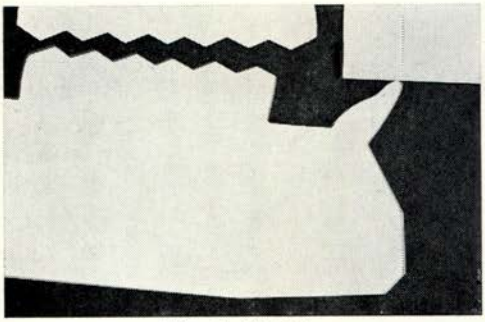
Afbeelding 3 geeft weer voor welke x en y waarden de berekeningen zijn uitgevoerd. Een deel van de met behulp van een digitale computer (C.D. 1700)*) verkregen, resultaten zijn weergegeven in de tabellen 1 t/m 12. Hierbij zijn voor v de waarden 1 mm, 3 mm en 5 mm gekozen.

De afbeeldingen 5 t/m 12 geven een indruk van het hierboven besprokene. Deze figuren kwamen als volgt tot stand.

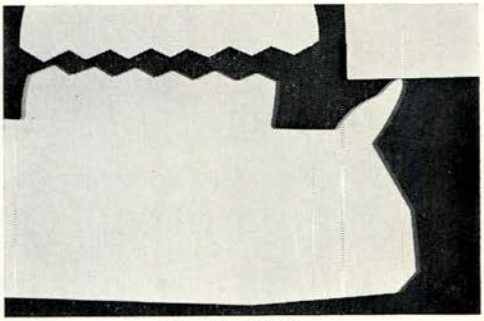
Op een bord – het mediale sagittale vlak – zijn de schematische projecties van onder- en bovenkaak aangebracht. Het model van de mandibula kan om een as (M) in de gewrichtsstreek worden gedraaid, waarbij de plaats van de draaiingsas kan worden gewijzigd (afb. 4). Tussen bord en modellen wordt fotografisch papier met de gevoelige laag naar boven

*) De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van de op de afdeling Medische- en Fysiologische Fysica van het Fysisch Laboratorium aanwezige digitale computer (C.D. 1700). De auteurs zijn de heer P. van Oostrum zeer erkentelijk voor de hulp die hij bij het schrijven van het programma heeft geboden.

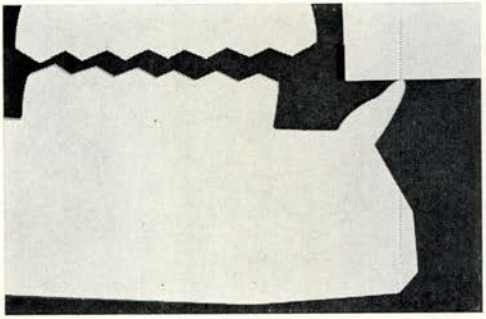
Afb. 5 t/m 12. Fotografische illustraties van de variaties in horizontale en verticale richting als gevolg van verschillend gekozen draaiingsassen bij een vaste beetverhoging. Het witte en donkergrijze deel geeft de positie van de kaak in oorspronkelijke stand, het lichtgrijze en witte deel is de stand bij een andere draaiingsas. De aanduidingen zoals „lijn 1+" e.d. corresponderen met de plaats van de draaiingsassen zoals in afb. 3 is weergegeven.



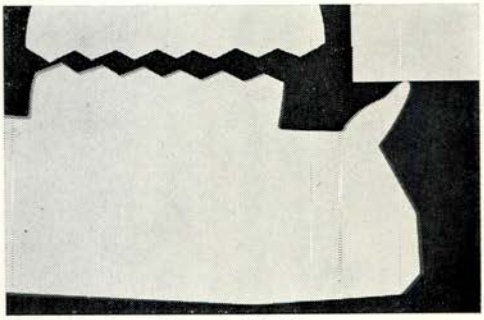
Afb. 5. Lijn 1+.



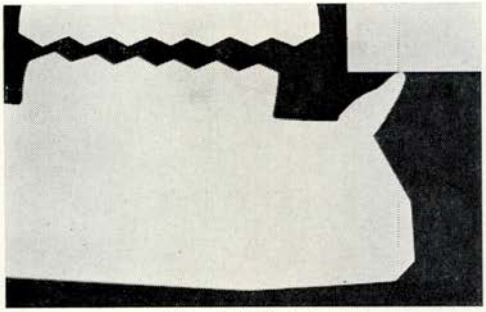
Afb. 6. Lijn 1—.



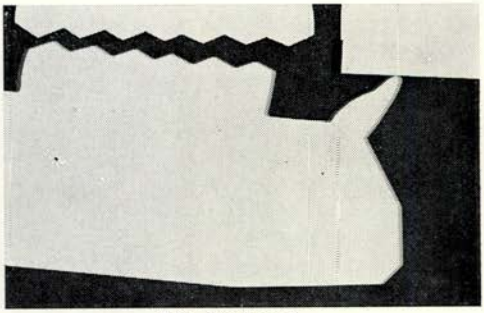
Afb. 7. Lijn 2+.



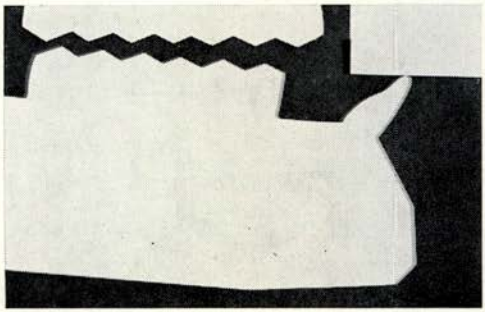
Afb. 8. Lijn 2—.



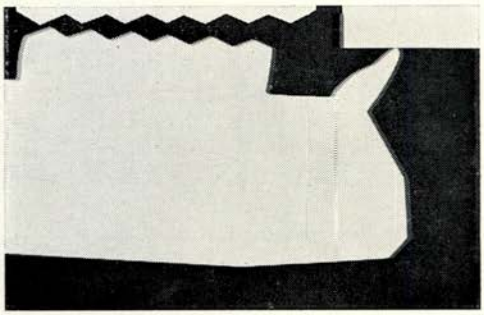
Afb. 9. Lijn 3+.



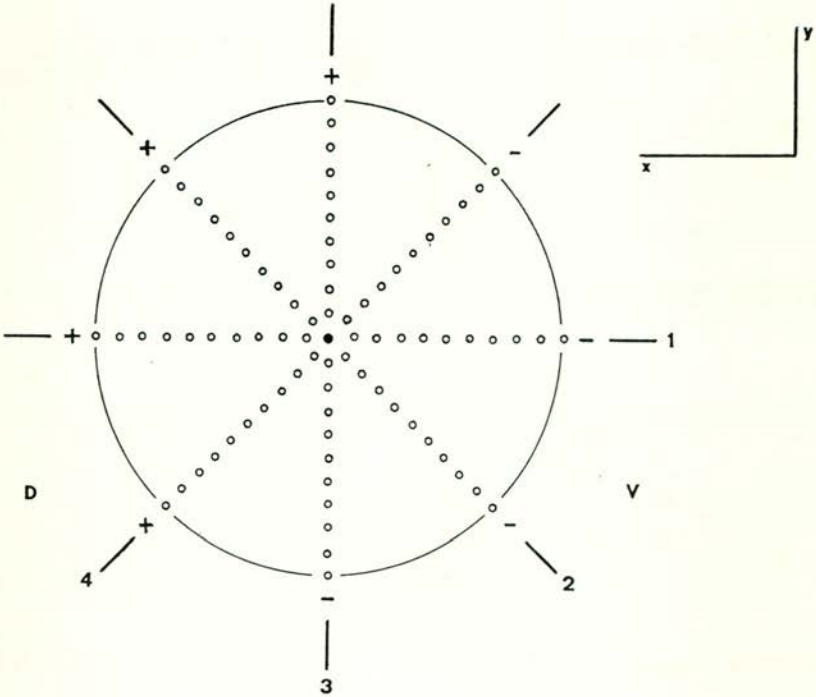
Afb. 10. Lijn 3—.



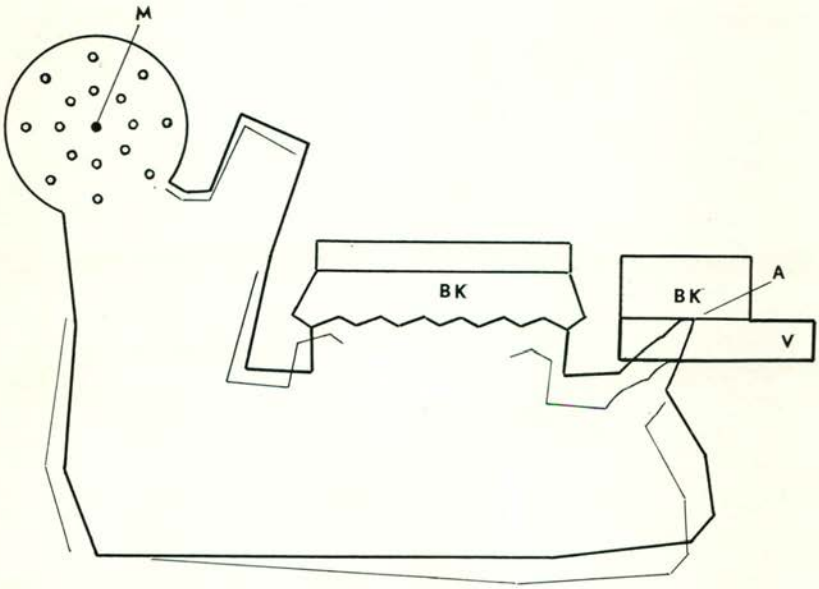
Afb. 11. Lijn 4+.



Afb. 12. Lijn 4—.



Afb. 3.



Afb. 4.

Tabel 1 t/m 12. In de tabellen staan in de eerste kolom de afstanden tot het rotatiecentrum (△ r in mm) aangegeven voor welke de variaties zijn berekend. In de kolommen 2 t/m 4 vindt men de variaties vermeld in h, v′ en h′, in honderdste millimeters. De kolommen 5 en 6 geven de veranderingen in de richting van de sluitingsbanen in graden. Bij △ r = 0 staan de referentiewaarden vermeld.

Tabel 1. v = 1 lijn 1

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	5	—9	5	—2,5	—10,9
— 8	4	—7	4	—2,0	— 8,4
— 6	3	—5	3	—1,5	— 6,1
— 4	2	—3	2	—0,9	— 4,0
— 2	1	—2	1	—0,5	— 1,9
0	0 (371)	0 (384)	0 (367)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	—1	2	—1	0,4	1,7
4	—2	3	—2	0,9	3,4
6	—3	4	—3	1,3	4,9
8	—3	6	—3	1,7	6,4
10	—4	7	—4	2,0	7,7

Tabel 2. v = 1 lijn 2

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—6	—6	—6	3,1	0,5
— 8	—5	—5	—5	2,4	0,3
— 6	—4	—3	—4	1,8	0,2
— 4	—2	—2	—2	1,2	0,1
— 2	—1	—1	—1	0,6	0,0
0	0 (371)	0 (384)	0 (367)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	1	1	1	—0,5	—0,1
4	2	2	2	—1,1	—0 2
6	3	3	3	—1,6	—0,2
8	4	4	4	—2,1	—0,3
10	5	5	5	—2,5	—0,4

Tabel 3. v = 1 lijn 3

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—12	1	—12	6,4	11,3
— 8	—10	1	—10	5,1	8,7
— 6	— 7	0	— 7	3,8	6,3
— 4	— 5	0	— 5	2,5	4,1
— 2	— 3	0	— 3	1,3	1,9
0	0 (371)	0 (384)	0 (367)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	3	0	3	—1,2	— 1,9
4	5	0	5	—2,4	— 3,7
6	7	0	7	—3,6	— 5,3
8	10	0	10	—4,8	— 6,9
10	12	0	12	—6	— 8,3

Tabel 4. v = 1 lijn 4

△ r	△ h	△ v′	h′	△ I	△ m
—10	13	—6	13	—6,3	—13,2
— 8	10	—5	10	—5,0	—10,6
— 6	8	—3	8	—3,7	— 8,0
— 4	5	—2	5	—2,4	— 5,4
— 2	2	—1	2	—1,2	— 2,7
0	0 (371)	0 (384)	0 (367)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	— 2	1	— 2	1,2	2,6
4	— 5	2	— 5	2,4	5,2
6	— 7	3	— 7	3,5	7,8
8	— 9	4	— 9	4,6	10,4
10	—10	5	—10	5,7	12,9

Tabel 5. v = 3 lijn 1.

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	17	—26	15	—2,5	—10,9
— 8	13	—21	12	—2,0	— 8,4
— 6	9	—15	9	—1,5	— 6,1
— 4	6	—10	6	—0,9	— 4,0
— 2	3	— 5	3	—0,5	— 1,9
0	0 (1155)	0 (1144)	0 (1121)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	— 3	5	— 3	0,4	1,7
4	— 5	9	— 5	0,9	3,4
6	— 8	13	— 8	1,3	4,9
8	—10	17	—10	1,7	6,4
10	—13	21	—12	2,0	7,7

Tabel 6. v = 3 lijn 2.

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—18	—18	—19	3,1	0,5
— 8	—14	—14	—15	2,4	0,3
— 6	—10	—10	—11	1,8	0,2
— 4	— 7	— 7	— 7	1,2	0,1
— 2	— 3	— 3	— 3	0,6	0,0
0	0 (1155)	0 (1144)	0 (1121)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	3	3	3	—0,5	—0,1
4	6	6	7	—1,1	—0,2
6	9	9	10	—1,6	—0,2
8	12	12	13	—2,1	—0,3
10	15	15	16	—2,5	—0,3

Tabel 7. v = 3 lijn 3

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—37	1	—37	6,4	11,3
— 8	—30	0	—30	5,1	8,4
— 6	—22	0	—22	3,8	6,3
— 4	—15	0	—15	2,5	4,1
— 2	— 7	0	— 8	1,3	1,9
0	0 (1155)	0 (1144)	0 (1121)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	8	0	8	—1,2	— 1,9
4	15	0	15	—2,4	— 3,7
6	23	0	23	—3,6	— 5,3
8	30	0	30	—4,8	— 6,9
10	38	0	38	—6,0	— 8,3

Tabel 8. v = 3 lijn 4

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	40	—18	40	—6,3	—13,2
— 8	32	—14	31	—5,0	—10,6
— 6	23	—11	23	—3,7	— 8,0
— 4	15	— 7	15	—2,4	— 5,4
— 2	8	— 3	7	—1,2	— 2,7
0	0 (1155)	0 (1144)	0 (1121)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	— 7	3	— 7	1,2	2,6
4	—14	6	—14	2,4	5,2
6	—21	10	—21	3,5	7,8
8	—27	12	—27	4,6	10,4
10	—34	15	—33	5,7	12,9

Tabel 9. v = 5 lijn 1

△r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	29	—45	26	—2,5	—10,9
— 8	22	—35	20	—2,0	— 8,4
— 6	16	—23	15	—1,5	— 6,1
— 4	11	—17	10	—0,9	— 4,0
— 2	5	— 8	5	—0,5	— 1,9
0	0 (1998)	0 (1893)	0 (1901)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	— 5	8	— 4	0,4	1,5
4	—10	15	— 9	0,9	3,4
6	—14	22	—13	1,3	4,9
8	—18	28	—17	1,7	6,4
10	—22	35	—20	2,0	7,7

Tabel 10. v = 5 lijn 2

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—29	—29	—31	3,1	0,5
— 8	—23	—23	—24	2,4	0,3
— 6	—17	—17	—18	1,8	0,2
— 4	—11	—11	—12	1,2	0,1
— 2	— 5	— 5	— 6	0,6	0,0
0	0 (1998)	0 (1893)	0 (1901)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	5	5	6	—0,5	—0,1
4	10	10	11	—1,1	—0,2
6	15	15	16	—1,6	—0,2
8	20	20	21	—2,1	—0,3
10	25	25	26	—2,5	—0,4

Tabel 11. v = 5 lijn 3

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	—63	1	—63	6,4	11,3
— 8	—50	1	—50	5,1	8,7
— 6	—38	1	—38	3,8	6,3
— 4	—25	1	—25	2,5	4,1
— 2	—13	0	—13	1,3	1,9
0	0 (1998)	0 (1893)	0 (1901)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	13	0	13	—1,2	— 1,9
4	25	—1	25	—2,4	— 3,7
6	38	—1	38	—3,6	— 5,3
8	51	—1	51	—4,8	— 6,9
10	63	—1	63	—6	— 8,3

Tabel 12. v = 5 lijn 4

△ r	△ h	△ v′	△ h′	△ I	△ m
—10	69	—32	67	6,3	13,2
— 8	54	—25	52	5,0	10,6
— 6	40	—18	39	3,7	8,0
— 4	26	—12	25	2,4	5,4
— 2	13	— 6	12	1,2	2,7
0	0 (1998)	0 (1893)	0 (1901)	0 (70,0)	0 (46,7)
2	—12	6	—12	1,2	2,6
4	—24	11	—23	2,4	5,2
6	—35	16	—34	3,5	7,8
8	—46	21	—45	4,6	10,4
10	—57	26	—56	5,7	12,9

geschoven, waarna een bepaalde verticale verplaatsing (v) van het voorste punt van de driehoek van Bonwill (A) wordt ingesteld en het geheel enige tijd belicht (t_1 sec). Hierna kan een ander draaipunt worden gekozen, terwijl dezelfde verticale verplaatsing wordt aangehouden. Als gevolg van de keuze van het draaipunt zijn, zoals hierboven is berekend, de horizontale verplaatsing A en de verticale en horizontale verplaatsingen van andere punten veranderd. Nu wordt opnieuw belicht (t_2 sec.). De belichtingstijden t_1 en t_2 zijn niet gelijk ($t_2 = 2\ t_1$).

De verschillen in horizontale- en verticale richting zijn na ontwikkelen zichtbaar, als contouren met verschillende mate van zwarting. Immers het beide keren belichte deel van het papier is het donkerst (zwart), het deel dat t_2 sec. belicht is, is donkergrijs, het t_1 sec. belichte deel lichtgrijs, het niet belichte deel wit.

Het deel van de afbeeldingen dat wit en donkergrijs is, geeft de positie van de onderkaak in de oorspronkelijke stand bij een gegeven beetverhoging, de witte en lichtgrijze partijen vertegenwoordigen daarentegen de stand welke bij de andere draaiingsas behoort, terwijl de grootte van de verhoging bleef gehandhaafd.

Het verschil tussen donker- en lichtgrijs geeft dus een beeld van de optredende variaties. Vergelijking van deze figuren met de berekende waarden, levert in kwalitatieve zin goede overeenstemming op. Daar echter terwille van de zichtbaarheid de afmetingen van de verschillende onderdelen afwijkend werden genomen van die, welke bij de berekeningen werden gebruikt, kan men fotografisch vastgelegde variaties kwantitatief niet vergelijken met de berekende.

Discussie

Wanneer men de resultaten van de bovenstaande berekeningen samenvat, blijkt dat de maximale fout in horizontale en verticale richting respectievelijk 0,67 en 0,45 mm bedraagt bij een beetverhoging van 5 mm en een fout van 10 mm wat de plaats van de scharnieras betreft.

Nadere beschouwing van de fout in verticale richting leert, dat in het geval, dat $\triangle\ v'$ positief is, er een wigvormige ruimte in de molaarstreken zal optreden: er ontstaat a.h.w. een sagittaal fenomeen van Christensen. Wanneer daarentegen $\triangle\ v'$ negatief is, zal er een omgekeerd sagittaal fenomeen tot stand komen; met andere woorden gezegd: de ventrale delen van de onder- en boven tandbogen zullen elkaar niet raken.

De afwijkingen in horizontale richting kunnen daarentegen de interdigitatie van de knobbels van de elementen van boven en onderkaak beinvloeden.

Hierbij moet men voor ogen houden, dat de occlusiestand, die met het einde van de scharnierbeweging samenvalt, de zogenaamde retruded contact position (Posselt, 1952) is. Met andere woorden: deze occlusiestand is geen fysiologische positie, maar één waarbij de onderkaak zich in zijn meest dorsale gedwongen (strained) stand bevindt. De centrale maximale occlusie moet dus ventraal van de retruded contact position komen te liggen. Dit is de reden waarom de voorstanders van het bepalen van de scharnieras van oordeel zijn, dat steeds voor een zogenaamde „long centric" moet worden zorggedragen.

Het traject waarover deze long centric moet functioneren, wordt in de literatuur verschillend aangegeven. Posselt (1962) acht een grootte van 1 mm voldoende; Ramfjord (1966) stelt, dat men naar een long centric van 0,5 — 1 mm moet streven.

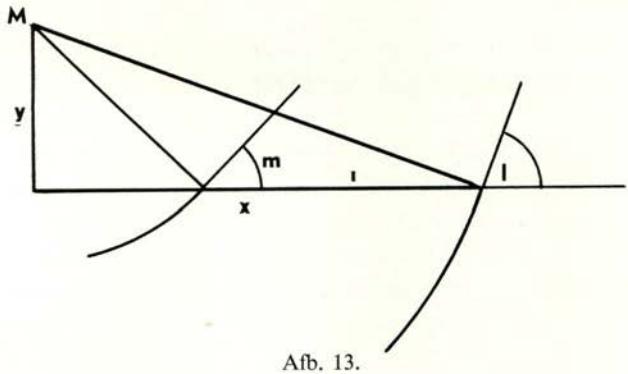
Terugkerend naar de resultaten van de uitgevoerde berekeningen, moet er in de eerste plaats op worden gewezen, dat de positieve waarden welke voor $\triangle h'$ werden gevonden, betekenen, dat in de articulator h' te groot is om in de mond maximale occlusie te verkrijgen. Wil men dit echter toch verwezenlijken, dan moet de onderkaak naar voren worden gebracht. De long centric biedt hiervoor in het algemeen voldoende ruimte. Voor de negatieve waarden van h' geldt het omgekeerde. Dit betekent, dat de onderkaak naar achteren zou moeten worden gebracht, om in de mond maximale occlusie te bereiken. Dit nu is onmogelijk daar de retruded contact position de achterste grenspositie van de mandibula is.

In deze gevallen, waarbij voor $\triangle h'$ negatieve waarden worden gevonden, heeft het aanbrengen van een longcentric geen enkele zin. Gaat men aan de hand van de tabellen 1 t/m 12 na, wanneer $\triangle h'$ negatief wordt, dan blijkt dit het geval te zijn, als de as is gelegen op de positieve zijde van de lijnen 1 en 4, en op de negatieve zijde van de lijnen 2 en 3. Met andere woorden: een fout in caudaal-dorsale richting gemaakt, wreekt zich in de omstandigheid, dat het de patiënt niet mogelijk is de centrale maximale occlusie te bereiken.

Wanneer men echter zou aannemen dat een afwijking van 0,1 mm van ($\triangle h$) ($\triangle v'$) en ($\triangle h'$) van weinig of geen betekenis is, dan blijkt bij $v = 1$ mm voor $\triangle r$ te gelden: $\triangle r \leqslant 6$ mm. Bij $v = 3$ mm daarentegen zal voor $\triangle r \leqslant 1$ mm deze waarde gelden voor ($\triangle h$), ($\triangle v'$) en ($\triangle h'$).

In het voorgaande werd uitsluitend aandacht besteed aan de scharnierbeweging met betrekking tot de maximale occlusie.

Thans dienen nog enige woorden aan de richting van de sluitingsbaan



Afb. 13.

te worden besteed. Ook hierbij worden alleen het voorste punt van de driehoek van Bonwill en het reeds vermelde punt in de molaarstreek in de bespreking betrokken.

De hoeken die de sluitingsbanen van deze twee punten met het horizontale vlak maken, hangen op de hieronder aangegeven wijze af van de afstanden tot het rotatiecentrum:

$$\text{tg} \angle \text{I} = \frac{x}{y} \text{ en tg} \angle \text{m} = \frac{x - l}{y}, \text{ dus}$$

$$\angle \text{I} = \text{arctg} \frac{x}{y} \text{ en } \angle \text{m} = \text{arctg} \frac{x - l}{y}$$

Het is duidelijk dat ook in deze hoeken variaties optreden als de modellen, wat hun relatie tot de scharnieras betreft, onjuist in de articulator worden gezet. In de tabellen 1 tot en met 12 zijn deze variaties in de kolommen 5 en 6 weergegeven. Om misverstand te voorkomen moet hierbij worden opgemerkt dat de betreffende hoeken niet afhankelijk zijn van de beetverhoging v, doch uitsluitend van de afstanden tot het rotatiecentrum.

Vervolgens dient de aandacht te worden gevestigd op het feit dat de richting van de sluitingsbaan alleen van belang is ten aanzien van de hellingen van de knobbels van de elementen. Dit betekent dat met de hoek die de baan van het voorste punt van de driehoek van Bonwill maakt geen rekening behoeft te worden gehouden.

Om in de molaarstreek tot een juiste interdigitatie te komen, is het noodzakelijk dat de hoek van de sluitingsbaan ten opzichte van het horizontale vlak groter is dan de knobbelhelling. Uit de tabellen blijkt dat $\angle$M nooit kleiner wordt dan 33°. Dit betekent dat met de richting van de sluitingsbaan in het onderhavige probleem geen rekening behoeft te worden gehouden daar de knobbelhelling deze waarde niet overschrijdt.

Conclusie

Berekeningen hebben aangetoond dat wanneer men in de articulator de beethoogte wil verhogen resp. verlagen, men genoodzaakt is de scharnieras bij de patiënt te registreren en deze in de articulator over te brengen. Bij het geven van deze conclusie wordt in het midden gelaten of deze methode de voorkeur verdient boven die waarbij verticale beetcorrecties bij de patiënt worden doorgevoerd. Tevens bleek dat met de richting van de sluitingsbaan geen rekening behoeft te worden gehouden zolang de knobbelhellingen der elementen de waarde van 30° niet overschrijft.

Samenvatting:

De scharnierbeweging van de onderkaak is een zuivere rotatie om een stilstaande as, die van uit de retruded contact position plaatsvindt. Zij is het eerste deel van de – niet fysiologische – achterste grensbeweging van de mandibula. Aangenomen werd dat deze scharnieras kan worden vastgelegd en op de articulator kan worden overgebracht.

Het is duidelijk, dat wanneer scharnieras en intercondylaire as in de articulator niet samenvallen, er bij het doorvoeren van een beetverhoging (in de articulator) verschillen in horizontale en verticale richting zullen optreden in de relatie van de kauwvlakkenreliëfs van boven- en onderkaak, in vergelijking met de situatie in de mond.

In deze beschouwing werd er van uitgegaan dat:

de driehoek van Bonwill zijden van 100 mm heeft;

de hoek van Balkwill 20° is;

de scharnieras samenvalt met de verbindingslijn in de beide kaakkopjes;

deze as door het mediane sagittale vlak loodrecht middendoor wordt gedeeld.

Uitgaande van deze gegevens werden een aantal berekeningen uitgevoerd met betrekking tot de hierboven vermelde horizontale en verticale discrepanties.

Voor twee punten van de ondertandboog nl. het voorste punt van de driehoek van Bonwill en een punt in de molaarstreek werd nagegaan op welke wijze de horizontale en verticale verplaatsingen afhangen van de grootte van de beetverhoging en van hun resp. afstanden tot de draaiingsas. Met behulp van deze gegevens werd de grootte van de verschillen, die kunnen optreden wanneer de hinge axis onjuist wordt overgebracht, berekend. Hierbij werd als referentie gekozen een horizontale afstand van 81,38 mm en een verticale afstand van 29,62 mm tussen de draaiingsas en voorste punt van de driehoek van Bonwill.

Voor een aantal afstanden (aangegeven in afb. 3) staan de genoemde verschillen $\triangle h$, $\triangle h'$ en $\triangle v'$ weergegeven in de tabellen 1 t/m 12.

Vervolgens werd nagegaan of de richting van de sluitingsbaan van invloed is op het tot stand komen van een juiste interdigatie van de elementen van onder- en bovenkaak.

Summary:

The hinge movement of the mandible is a pure rotation on an immobile axis, taking place from the retruded contact position. It is the first component of the (non-phys-

iological) posterior boundary movement of the mandible. It was presumed that this hinge axis can be established and transposed to the articulator.

It is evident that, when hinge axis and intercondylar axis fail to coincide in the articulator, execution of a bite elevation (in the articulator) will entail horizontal and vertical discrepancies in the relation between maxillary and mandibular masticatory surfaces as compared with the intra-oral situation.

Our postulates were that:

the legs of the Bonwill triangle are 100 mm;

the Balkwill angle is 20°;

the hinge axis coincides with the intercondylar axis;

this axis is bisected perpendicularly by the median sagittal plane.

With these postulates as starting-point, a number of computations were made concerning the abovementioned horizontal and vertical discrepancies.

For two points on the mandibular dental arch – the anterior apex of the Bonwill triangle and a point in the molar region – a study was made of the way in which the horizontal and vertical displacements are dependent on the extent of the bite elevation and their respective distances from the axis of rotation. With the aid of the data thus obtained, the magnitude of the discrepancies which may occur when the hinge axis is transposed incorrectly was calculated. The reference selected for this purpose was a horizontal distance of 81.38 mm and a vertical distance of 29.62 mm between the axis of rotation and the anterior apex of the Bonwill triangle.

For a number of other distances (indicated in fig. 3) the differences $\triangle h$, $\triangle h'$ en $\triangle v'$ are shown in the tables 1-12.

Furthermore it was investigated if the direction of the path of closure has any influence on the establishment of a correct interdigitation of the upper and lower teeth.

Literatuur:

1. *Derksen, A. A. D., Haeringen, W. van* (1958): The protrusive movement in articulators. J. D. Res. 37: 125-135.
2. *Granger, E. R.* (1962): Practical procedures in oral rehabilitation. Lippincott Comp., Philadelphia.
3. *Lucia, V. O.* (1953): The fundaments of oral physiology and their practical application in the recurring and producing of records to be used in restorative dentistry. J. Prosth. D. 3: 213-231.
4. *Lucia, V. O.*, (1961): Modern gnathological concepts. The C. V. Mosby Comp., St. Louis.
5. *Posselt, U.* (1952): Studies in the mobility of the human mandible. Acta Odont. Scand., 10: suppl. 10.
6. *Posselt, U.* (1962): Physiology of occlusion and rehabilitation. Blackwell Scient. Publ., Oxford.
7. *Ramfjord, S. P., Ash, M. M.* (1966): Occlusion. Saunders Comp., Philadelphia – London.
8. *Stuart, C. E.* (1959): Accuracy in measuring functional dimension and relations in oral prothesis. J. Prosth. D. 9: 220-236.

Jutfaseweg 7,
Utrecht.