

(Uit het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium der Universiteit van Amsterdam)
 Directeur: Prof. Dr. M. W. Woerdeman

De wortelvariatiës van de postcanine onderelementen van het menschelijk gebit

door J. B. Visser, tandarts

I. De ondermolaren

In den titel van deze studie wordt met opzet gewag gemaakt van de wortelvariatiës en niet, zooals bij de beschrijving van de postcanine bovelementen (26, 27), van wortelversmeltingen. En hiermede willen wij al direct een verschil vastleggen tusschen de postcanine boven- en onderelementen, wat betreft de eigenaardigheden hunner wortelvormen. Want bij het onderzoek van de bovenmolaren en -praemolaren bleken het speciaal de versmeltingen tusschen de wortels te zijn, die voor sommige elementen of elementengroepen zoo kenmerkend waren en wij stelden daarbij vast, dat in het algemeen de melkmolaren en de eerste blijvende molaar in één groep thuisbehooren, die aan geheel andere voorwaarden voldoet dan die, waarin de overige postcanine elementen waren ondergebracht.

Deze kenmerken nu doen zich bij de gelijknamige onderelementen niet voor; de versmeltingen treden hier, althans bij de molaren, in het geheel niet op den voorgrond en opzichzelf is dit al de oorzaak van het feit, dat de ondermolaarwortels een veel constanteren vorm toonen dan de bovenmolaarwortels.

Wanneer wij trachten na te speuren, wat wel de aanleiding kan zijn tot dit opmerkelijke onderscheid tusschen boven- en ondermolaren en wij raadplegen de literatuur hieromtrent, dan treft ons steeds weer het feit, hoe weinig aandacht de onderzoekers over het algemeen gewijd hebben aan den tandwortel, in vergelijking tot de tandkroon. Wij willen hier iets nader op ingaan.

Onverschillig of het betreft geschriften op morphologisch, embryologisch of vergelijkend-anatomisch gebied, altijd weer is het de tandkroon, die in het middelpunt van de belangstelling staat, terwijl het wortelgedeelte in de beschouwingen der auteurs slechts een secundaire plaats inneemt.

Te verwonderen is dit niet, wanneer wij bedenken, dat de wortel inderdaad ook een secundair vorm-element is, dat blijkens de indeeling van C. H. T o m e s (25) in het algemeen pas optreedt bij de hoogere vertebraten door de vorming van alveolen in de kaak, waarbij men dan nog in aanmerking moet nemen, dat de bevestigingswijze binnen deze grenzen nog aanzienlijk kan variëeren.

Bovendien is de wortel uiteraard minder toegankelijk voor onderzoekingen, waarbij de elementen in situ worden bestudeerd, zoodat men dus vooral bij vergelijkende studiën bijna uitsluitend op de tandkronen is aangewezen.

Dit wordt ons terstond duidelijk, wanneer wij ons wenden tot een van de belangrijkste tandtheorieën, n.l.:

1. de *Differentiatietheorie*, opgesteld door Cope, uitgewerkt door Osborn (20). De ontwerpers dezer theorie, die de vergelijkende anatomie en de palaeontologie als uitgangspunt voor hun onderzoekingen kozen, beperkten zich in hunne beschouwingen bijna geheel tot de modificaties van de tandkroon. De heele opzet van hun hypothese, n.l. de differentiatie van verschillende knobbels uit één hoofdknobbel, duidt al aan, dat het kroongedeelte hun speciale belangstelling heeft.

Wat de worteldifferentiatie betreft, op blz. 40—41 van Osborn's werk lezen wij, dat bij den overgang van het haplodonte (eenspitsige) naar het triconodonte (driespitsige) type de oorspronkelijk enkelvoudige wortel zich groeifde, om daarna in een voorsten en achtersten component uiteen te vallen (fig. 1). Verder wordt in zijn boek hier en daar, als terloops, het aantal radices van een bepaald element opgegeven, maar op welke wijze de wortels der menselijke gebitselementen zich tenslotte uit deze oorspronkelijke vormen gedifferentieerd hebben, of hoe bijzondere wortelvormen verklaard moeten worden, daarover laat Osborn zich niet uit.

Deze verklaringen missen wij al evenzeer in de tweede bekende tandtheorie:

2. de *Concrescentietheorie*. In tegenstelling tot bovengenoemde hypothese is bij deze het vraagstuk meer van een ontogenetisch standpunt uit benaderd. Zij is de vrucht van embryologische onderzoekingen bij cetacea, door Kükenthal (16) en bij chameleon door Röse (22). Deze onderzoekers zijn tot de overtuiging gekomen, dat versmelting van verschillende kegeltanden-in-aanleg tengevolge van kaakverkorting heeft geleid tot de gecompliceerde tandvormen, die wij bij de primaten kennen. Het is begrijpelijk, dat hierbij ook weer het eerst aan de ontwikkeling van de tandkroon is gedacht. Wij lezen bijvoorbeeld bij Paul de Terra (24), dat de tanden van chameleon, die het voornaamste materiaal van Röse uitmaakten, in volgroeiden toestand op den vrijen kaakrand bevestigd zijn („akrodonter Typus”) en niet in alveolen, zooals bij de zoogdieren („thekodonter Typus” — l.c. blz. 140).

Wanneer wij tenslotte bij de derde belangrijke tandtheorie:

3. de *Dimerttheorie* van Bolck (2, 3) langer blijven stilstaan, dan geschiedt dit niet in de eerste plaats, omdat wij bij onze eigen beschouwingen de zijne gaarne tot grondslag nemen, doch allereerst, omdat Bolck bij de ontwikkeling zijner theorie aan de wortels veel meer aandacht heeft besteed dan zijn voorgangers. Wij mogen er hierbij aan herinneren, dat Bolck in het tweede deel zijner „Odontologische Studien” (3) de volgende meening uitspreekt:

„Im Allgemeinen wird der Wurzelteil der Zähne bei der Diskussion über Zahndifferenzierungen zuviel ausser Acht gelassen. Und doch ist es nicht von der Hand zu weisen, dass die Geschichte des Wurzelteiles und jene des Kronenteiles der Zähne in einer gewissen Abhängigkeit voneinander verlaufen müssen. Denn die Differenzierung des einen Abschnittes muss jene des anderen beeinträchtigen. Krone und Wurzel oder Wurzelkomplex bilden eine funktionelle Einheit und daher soll man auch in morphologischem Sinne die beiden Teile nicht in allzu starkem Gegensatz zu einander bringen, unter Hinweis darauf, dass die Wurzeln nur sekundäre Bildungen sind” (l.c. blz. 13/14).

Men mag het Bolck als een bijzondere verdienste aanrekenen, dat hij de tandwortels binnen den kring zijner beschouwingen heeft getrokken en dat hij een logische verklaring voor de menselijke wortelformatie geeft. Duidelijk heeft hij daarbij ook de aandacht gericht op dat merkwaardige verschil, dat volgens zijn inzicht bestaat tusschen de morphogenese van de boven- en ondermolaarwortels en waarop wij in den aanhef van deze studie reeds zinspeelden. Uitvoerig heeft Bolck uiteengezet hoe hij zich dit verschil voorstelt en een kort overzicht van zijn worteltheorie moge hier volgen:

Als oervorm van ieder element van het zoogdiergebit, onverschillig dus, welke plaats het in de rij der elementen inneemt, beschouwt Bolck den driespitsigen, z.g. triconodonten tand, rustend op één wortel, dien hij met de letter A aanduidt. Deze

primaire wortel A gaat zich in een hooger stadium splitsen in een voorsten (mesialen) en een achtersten (distalen) component, resp. A_1 en A_2 . Het aldus ontstane triconodonte element met twee wortels, dat beantwoordt aan fig. 1c, wordt bij de mesozoïsche zoogdieren, speciaal bij de achterste elementen, aangetroffen. Tot zoover is er een zekere overeenstemming met C o p e - O s b o r n (blz. 2), alléén beschouwen deze laatste het haplodonte element (fig. 1a) als het meest primitieve. B o l k ziet echter in het haplodonte element slechts een modificatie van het triconodonte.

De splitsing van A in A_1 en A_2 berust op functioneele aanpassing: de kauwactie, die naast de grijpactie langzamerhand tot ontwikkeling komt, eischt een steviger bevestiging in de kaak.

Tot nu toe is alleen sprake geweest van een differentiatie in sagittale (mesio-distale) richting. Daarnaast vraagt echter ook een differentiatie in transversale (bucco-linguale) richting de aandacht. Op grond van embryologische onderzoekingen is B o l k tot de overtuiging gekomen, dat wij ons de gebitselementen der meeste huidige zoogdieren opgebouwd moeten denken uit de transversale concentratie van twee triconodonte oerelementen of *odontomeren*. Het woord concentratie dekt hier het begrip van versmelting-in-de-kiem van verschillende generaties dezer elementen, zooals die bij de reptielen worden waargenomen, totdat er twee zijn overgebleven, een buccale en een linguale. De buccale component, die de oudste der twee generaties representeert, noemt B o l k het *protomeer* (P), de linguale en jongste component is het *deuteromeer* (D). Wat het kroongedeelte betreft

wordt nu dit stadium door B o l k weergegeven in de formule $\frac{P}{D}$, of, wanneer alle knobbels van de oorspronkelijk driespitsige componenten ontwikkeld zijn, door de

formule $\frac{1 P_2}{3 D_4}$. Wij vestigen er nogmaals de aandacht op, dat dit schema *in principe* voor *alle* elementen geldt, voor de fronttanden zoo goed als voor de molaren.

Het protomeer rust daar bij op de reeds eerder genoemde wortels A_1 en A_2 ; het deuteromeer, dat in ontwikkeling altijd wat achterblijft, behoeft dientengevolge ook slechts één wortel, die door B o l k met de letter B wordt aangeduid.

In het huidige primatengebitt neemt het protomeer nog een dominerende plaats in. Als dus B o l k's opvatting juist is, mag verwacht worden, dat wij een wortelformatie, die aan de formule $\frac{A_1-A_2}{B}$ beantwoordt, inderdaad aantreffen, zéker bij die elementen, wier kroon de grootste differentiatie vertoont en die door de kauwactie het zwaarst belast worden, m.a.w. in de molaarstreek.

Nu is de formule $\frac{A_1-A_2}{B}$ direct van toepassing op de *bovenmolaren* der primaten, die, zooals bekend is, drie wortels bezitten, twee buccaal en één palatinaal. Wat de *bovenpraemolaren* betreft, voor de apen, waar het verschil tusschen P en D ten gunste van P duidelijker is dan bij den mensch is de formule eveneens geldig: de meeste apen hebben in de bovenkaak twee buccale praemolaarwortels, terwijl deze bij den mensch, waarschijnlijk tengevolge van kaakverkorting, in den regel tot één versmolten zijn. In den regel, want niet zelden geeft een overlangsche groef nog de neiging tot differentiatie aan en ook de driewortelige praemolaren behooren bij den mensch niet tot de groote uitzonderingen, gelijk wij ons uit een vroegere publicatie (27) herinneren.

In het algemeen kan echter de wortelformule der bovenpraemolaren, die voor de apen wederom $\frac{A_1-A_2}{B}$ luidt, voor den mensch iets worden gemodificeerd, n.l.

$\frac{(A_1-A_2)}{B}$ (zie fig. 2).

Aldus gezien valt het niet moeilijk, ons een voorstelling te vormen omtrent de morphogenese van de wortels van 's menschen postcanine *boven*elementen.

Grooter zijn echter de moeilijkheden, wanneer wij ons willen indenken, hoe de wortelformatie der gelijknamige *onder*elementen tot stand is gekomen.

In het hoofdstuk: „Die Differenzierung der Unterkieferzähne” van zijn „Odontologische Studien geeft B o l k ons echter ook over dit probleem zijn inzichten. Volgens hem is de phylogenetische ontwikkelingsgang van de postcanine *onder*elementen een andere dan die der gelijknamige *boven*-elementen, hoezeer ook de

formule $\frac{P}{D}$ aan de kiem van beide ten grondslag ligt (zie fig. 3).

Dank zij mechanische oorzaken en wel in de eerste plaats, doordat op hoogerem ontwikkelingsstrap het zoogdiergebit „anisognaath” wordt — tengevolge waarvan het bovengebitt bij gesloten mond *buiten* het ondergebit komt te liggen — valt de nadruk bij de ontwikkeling der postcanine *onder*elementen meer op de differentiatie in sagittale (mesio-distale) richting. Het zich ontwikkelende deuteromeen der *boven*elementen namelijk, dat zich manifesteert in den palatinalen kroonknobbel D, wordt in het anisognathe stadium bij gesloten mond tusschen twee *onder*elementen gevat. De aldus ontstane wrijving prikkelt deze laatste tot het vormen van een uitsteeksel in distale richting. Dit uitsteeksel is het z.g. *talonid* uit de differentiatie-theorie van C o p e en O s b o r n en B o l k heeft dezen naam overgenomen.

Op deze wijze is dus het postcanine *onder*element opgebouwd uit een oorspronkelijk (mesiaal) en een door aanpassing aan de kauwfunctie verworven (distaal) deel, het *talonid*. Echter is in *beide* deelen de potentie tot de vorming der

componenten $\frac{P}{D}$ aanwezig, zij het aanvankelijk latent: later differentieeren deze zich eveneens.

Nu rust zowel het oorspronkelijke, mesiale deel, als het *talonid*, ieder op een wortel. In elk van deze beide wortels is dus ook de macht tot het vormen van een protomere en een deuteromere afdeling latent aanwezig. Wij zullen bij de bespreking van de ondermolaarwortels zien, dat deze componenten meestal verbonden blijven. Zij vertoonen in den regel weinig neiging om zich tot aparte wortels te differentieeren.

Volgens B o l k's opvatting kunnen wij dus de volgende formule der ondermolaarwortels noteeren: $\left(\frac{A_1}{B_1}\right) - \left(\frac{A_2}{B_2}\right)$, waarin de haken het symbool van deze

blijvende verbinding vormen. Deze schrijfwijze heeft tegelijk het voordeel, dat zij de zijdelingsche afplating, die voor de ondermolaarwortels kenmerkend is, duidelijk maakt (zie ook fig. 6).

Over de wortels der onderpraemolaren, die wij als een modificatie der ondermolaarwortels kunnen opvatten, komen wij in een aparte beschouwing te spreken.

Uit bovenstaande formule blijkt nu aanstonds, dat — zooals wij reeds in den aanhef van dit artikel vermeldten — bij de bespreking van de variaties der molaarwortels de gevallen van wortelversmelting ons niet in die mate zullen bezighouden, als dit bij de postcanine *boven*elementen het geval was. Wanneer wij de formule nader bestudeeren, dan zien wij, dat één der mogelijke vormen van versmelting er reeds in is opgenomen, n.l. die in transversale (bucco-linguale) richting. Deze versmeltingsvorm, die dus een eigenschap is van den normalen ondermolaarwortel, wordt door de haken in de formule tot uitdrukking gebracht. Wij herinneren ons, dat het juist *déze* vorm was, die bij de postcanine elementen in de bovenkaak aanleiding gaf tot het vroeger beschreven, typische onderscheid tusschen verschillende elementengroepen (26, 27).

Alléén reeds door het uitvallen van deze groep van versmeltingen — als afwijken-den vorm — volgt, dat de ondermolaarwortels een veel constanteren vorm toonen, dan de wortels der bovenmolaren. C a r a b e l l i (8) heeft dit reeds een eeuw geleden opgemerkt en terecht schrijft hij:

„Die Wurzeln der untern Mahlzähne sind bei weitem nicht so vielen Anomalien unterworfen als jene der obern”.

Als eenige vorm van versmelting blijft bij de ondermolaarwortels die in sagittale (mesio-distale) richting.

Daarnaast vragen echter eenige bijzondere vormen van wortelvermeerdering de aandacht, waarbij wij twee groepen kunnen onderscheiden:

1. differentiatie van een der bestaande wortels
2. aangegroeide, z.g. overtallige¹⁾ wortels.

De verzameling ondermolaren van het *Anatomisch-Embryologisch Laboratorium te Amsterdam* werd met het oog op al deze mogelijkheden aan een onderzoek onderworpen en vóór wij de resultaten ervan in cijfers brengen, willen wij, der gewoonte getrouw, eerst nagaan, wat de anatomische literatuur over de ondermolaarwortels mededeelt.

De beschrijving van den normalen bouw dezer wortels ontleenen wij wederom aan E. Mühlreiter (19), enerzijds, omdat aan het scherpziend oog van dezen onderzoeker weinig details ooit ontgaan zijn, anderzijds, omdat hij aangaande den bouw van het tweewortelige type een bijzondere opvatting huldigt, die de moeite van het citeeren alleszins waard is.

Mühlreiter geeft in zijn nauwgezet verslag over de wortels van M_1 inf. als zijn meening te kennen, dat voor een linguale wortel in de smalle onderkaak geen plaats is en dat, gezien de overeenkomsten in hun bouw, de beide ondermolaarwortels gelijk te stellen zijn met de beide buccale bovenmolaarwortels²⁾. Immers, zoo zegt Mühlreiter, de mesiale wortel is, evenals bij de bovenmolaren, grooter en breeder — soms ook korter — dan de distale, die een afgeronden vorm bezit. Als wij dus Mühlreiter's opvatting in een Bolk'sche formule willen weergeven, moet deze voor de ondermolaarwortels luiden: $A_1 - A_2$. Eén blik op de volgens Bolk opgestelde formule (blz. 346) verduidelijkt het diepgaand verschil tusschen beider inzicht. Wij zullen later zien, dat Mühlreiter de z.g. radix praemolarica van Bolk als het homologon van den ontbrekenden palatalen wortel beschouwt.

Ook de groeven op de ondermolaarwortels vindt Mühlreiter op dezelfde wijze aangebracht als bij de buccale bovenmolaarwortels: op de naar elkaar toegekeerde zijden is altijd een groef aanwezig; de vrije vlakte van den distalen wortel bezit of geen of een zwakke overlangsche groef; de mesiale wortel heeft zijn aan vrije vlakte een breede inzinking, die zich soms tot twee groeven differentieeren kan, zoodat de wortel in drieën gedeeld schijnt²⁾ (zie fig. 4, naar Mühlreiter-De Jonge). Dieper doorlopende splitsingen worden bij M_1 zeer zelden aangetroffen, wel eindigt de mesiale wortel dikwijls in twee aparte, zeer korte wortelpunten (l.c. pag. 124/126).

Voor M_2 inf. gelden volgens Mühlreiter dezelfde wetten als voor M_1 , alleen zijn de wortels soms — geheel of gedeeltelijk — samengegroeid.

Grooter is het aantal variaties bij M_3 inf., evenals in de bovenkaak. De wortels zijn dikwijls sterk omgebogen en hebben een grootere neiging tot versmelting zoo-wel als tot differentiatie. Ook komen overtallige wortels voor. Mühlreiter beschrijft echter niet de plaats, die deze overtallige wortels innemen, noch geeft hij cijfers omtrent de frequentie der wortelversmeltingen.

Wat de melkmolaren betreft, hiervan komt de bouw in hoofdzaak overeen met dien der permanente molaren, alleen is de divergentie in het algemeen grooter, terwijl de wortels zelden in een stompe punt uitloopen, doch met een recht afgesneden of zwak uitgehouden rand eindigen. Bij m_2 inf. is volgens von Lenhossék (17) de mesiale wortel in 58% der gevallen gespleten, terwijl de distale wortel steeds toegespitsd uitloopt.

In andere anatomische werken kan men gelijklopende beschrijvingen vinden betreffende den normalen bouw der ondermolaarwortels. Zij geven dan ook weinig aanleiding tot bijzondere opmerkingen.

¹⁾ Dr. Jansma beveelt o.i. terecht het woord „overtallig” inplaats van „overtollig” aan. T. v. T. 1942. Afl. XII, blz. 597.

²⁾ Curs. van ons.

Een uitgebreide literatuur bestaat echter naar aanleiding van de groep der overtallige wortels, omdat juist in de onderkaak twee karakteristieke voorbeelden hiervan gevonden worden.

a. Als eerste noemen wij die, welke optreden kan aan de *linguale* zijde van den *distalen* wortel, vooral bij M_1 inf. Deze overtallige wortel is rond en haakvormig omgebogen en hij doet, volgens *Mühlreiter* denken aan een weinig ontwikkelde palatinalen wortel van een bovenmolaar, een gedachtengang, die logisch aandoet, wanneer wij bedenken, dat *Mühlreiter* in de normale ondermolaar-wortels de aequivalenten van de *buccale* bovenmolaarwortels ziet. *Carabelli* (8) heeft reeds een eeuw geleden dezen afwijkende vorm, dien wij in fig. 5 afbeelden, beschreven. Uit zijn tekst lichten wij de volgende zinsnede:

„Oft findet man an dem ersten Mahl Zahn, nur höchst selten an dem zweiten, eine dritte (Ansatz) Wurzel, welche meistens rundlich ist und immer nach einwärts gegen die grosse Mundhöhle steht. Durch diese Wurzel erhält der *untere*, eine mit einem *oberen*, regelmässig geformten Mahlzahne etwas ähnliche Gestalt; allein, da die Appendixwurzel des untern Mahlzahnes immer von dem obersten Theile des innern Randes der hintern Wurzel ausgeht, wodurch sie das Ansehen hat, als wäre sie bloss durch eine Spaltung von dieser getrennt, so kann ein solcher Zahn auch nicht leicht mit einem obern Mahlzahne verwechselt werden, dessen runde Wurzel immer in der Mitte des Zahnhalses entspringt“ (l.c. pag. 114).

Bestaat dus bij *Mühlreiter* de neiging, dezen overtalligen wortel homoloog te stellen met den palatinalen bovenmolaarwortel, *Carabelli* ziet hem als een splitsingsproduct van den distalen wortel en merkt daarbij op, dat hij bijna uitsluitend aan den eersten ondermolaar voorkomt.

Bolk (4), die aan dit verschijnsel een speciale studie wijdde, heeft dezen radix zelfs geheel uitsluitend bij M_1 inf. waargenomen, een ervaring, waarop zijn theorie betreffende dezen wortel gegrond is.

Hij beschouwt hem namelijk als een laatste manifestatie van den derden praemolaar der platyrrhinen — een element dat bij de catarrhine primaten en den mensch verloren is gegaan — en hij heeft er daarom den naam *radix praemolarica* aan gegeven.

Met nadruk beweert *Bolk*, dat hier sprake is van een echten overtalligen wortel en niet van een differentiatieproduct, getuige het volgend citaat:

„Die akzessorische linguale Nebenwurzel am distalen Teil des ersten Molaren ist ein höchst interessantes Gebilde, denn es ist, das muss sofort betont werden, nicht das Product einer Spaltung der hinteren Wurzel. Wäre das der Fall, dann sollte man an der letzteren Spaltungserscheinungen in verschiedenen Grade wahrnehmen müssen, welche schliesslich zur Entstehung von zwei Tochterwurzeln führte. Solches ist nun überaus nicht der Fall. Es zeigt die distale Wurzel des ersten Molaren nicht die geringste Tendenz zur Verdopplung“.

Bolk is met zijn hypothese omtrent dezen radix bij verschillende onderzoekers op grooten tegenstand gestuit en dat wel op verschillende gronden.

Voor al *Dloff* (1) uit zich op agressieve wijze als volgt:

„Diese überzählige linguale Wurzel soll nun der bleibende P_4 darstellen. Eine nähere Begründung dieser phantastischen Idee hat *Bolk* nicht für notwendig gehalten. Jeder aber, der nur einige Kenntnis von der Entwicklung des Zahnsystemes hat, weisz, dass die Wurzel durch Vermittlung der Epithelscheide erst ganz zuletzt fertiggestellt wird. Wird ein Zahn zurückgebildet, so kommt mit weiter fortschreitender Reduktion die Wurzel überhaupt nicht mehr zur Ausbildung; die ganze Anlage besteht schliesslich nur aus einer Schmelz-Dentinkappe,

bis auch die Abscheidung von Hartsstoffen unterbleibt und nur noch ein . . . rudimentärer Schmelzkeim übrigbleibt. Wie aber eine überzählige akessorische Wurzel allein den zur Reduktion gelangten Ersatzzahn des betreffenden Zahnes repräsentieren soll . . . ist mir wenigstens absolut unverstänlich" (l.c. pag. 93).

In Scheff's Handboek neemt M. von Lenhossék (17) uit anderen hoofde stelling tegen Bolk's verklaring: Deze auteur heeft het verschijnsel, zij het in minder frequente mate ook bij M_2 en M_3 inf. gevonden en terecht komt hij dus tot de conclusie, dat alleen reeds hierdoor Bolk's hypothese haar steun verliest. Vooral het voorkomen van dezen wortel aan M_3 is in dit opzicht vol betekenis, want deze zou dan op zijn minst de herinnering aan een vijfden praemolaar moeten beduiden, terwijl het zoogdiergebit, voor zoover bekend is, ten hoogste ooit vier praemolaren rijk is geweest. Von Lenhossék wil met het oog hierop den naam radix praemolarica laten vervallen en hij spreekt van een *radix entomolaris*, daarbij in het midden latend, welke betekenis eraan te hechten is (l.c. pag. 190).

In ons land heeft van Loon (18) de Utrechtsche verzameling aan een nauwgezet onderzoek onderworpen en in zijn publicatie komt hij tot dezelfde slotsom als Von Lenhossék. Van Loon is het bovendien niet eens met Bolk's bewering, dat hier sprake is van een echten overtalligen wortel.

Op blz. 53 van zijn verhandeling schrijft hij:

„In tegenstelling met Bolk meen ik, dat men bij dezen disto-lingualen overtolligen wortel wel degelijk een gradueele afsplitsing waarneemt. . . . Steeds heb ik dezen overtolligen wortel opgevat als een afsplitsingsproduct van den distalen wortel, juist om deze verschillende afsplitsingshoogte. Mijn meening is bevestigd door gevallen, waarin ik werkelijk de geheele radix praemolarica tot aan den apex vergroeid vond met den distalen wortel.”

Tenslotte, en dit is zeer belangrijk, heeft van Loon den z.g. radix praemolarica aan melkmolaren waargenomen. Afbeeldingen in zijn werk bevestigen de juistheid dezer waarneming.

In zijn *Odontographie der Menschenrassen* doet M. de Terra (23) opgaven, die ontleend zijn aan Busch (7), die 258 gevallen verzamelde . . . „welche fast ausschliesslich den ersten unteren Molaren betreffen”. Volgens de bijgevoegde afbeeldingen is ook hier van dezen bijzonderen wortel sprake. Busch heeft zich beziggehouden met de vraag of het verschijnsel symmetrisch is en komt op grond van zijn onderzoekingen tot de conclusie, dat,

„wenn der eine untere Molar die dritte Wurzel trägt, eine zweidrittel Wahrscheinlichkeit dafür vorliegt, dass der entsprechende Molar der andere Seite dieselbe gleichfalls haben wird" (l.c. pag. 171).

Busch ziet, evenals van Loon in dezen overtalligen wortel het voorstadium van de afsplitsing van een zelfstandige tandkiem, die, zooals hij opmerkt:

„. . . im weiteren Fortschreiten zu der Ausbildung eines Doppelgebildes aus dem normalen und einem kleinen überzähligen Zahnkeim führt, um in letzter Instanz zur Bildung eines überzähligen Zahnes, welchen sich neben dem betreffenden Molaren einstellt, wie das auch bei unteren Molaren nicht ganz selten beobachtet wird" (l.c. pag. 173—174).

Ook De Jonge (11) heeft het symmetrie-vraagstuk van dezen wortel nader bestudeerd en meent, naar aanleiding van een geval, waar hij den radix slechts aan één zijde vond, dat — waar overigens de eerste molaren rechts en links bij eenzelfden persoon juist een nimmer falende congruentie vertoonen — de conclusie moet luiden,

„dat de radix praemolarica genetisch niets met den eersten molaar gemeen heeft, dan alléén, dat zij tezamen tot één element versmolten zijn" (l.c. pag. 502).

De Jonge, wiens opvatting ten aanzien van dezen wortel dezelfde is als die van Bolk (4), ontkent ook de door van Loon genoemde overgangsvormen. Tot zoover de mededeelingen uit de literatuur over de radix praemolarica.

b. Zoals bekend is, kunnen wij nog een tweeden overtalligen wortel memoreeren, die bij de ondermolaren niet tot de uitzonderingen behoort, en wel die, welke aan de mesio-buccale zijde van M_2 en M_3 wordt gevonden. Het is wederom Bolk (5), die dezen extra-wortel met een karakteristieken naam heeft aangeduid en ook van dit verschijnsel zijn verklaring heeft gegeven. Het betreft hier de z.g. *radix paramolaris*.

Wij weten, dat z.g. paramolaren soms als afzonderlijke, eenvoudig gebouwde elementen buccaal tusschen M_1 en M_2 of tusschen M_2 en M_3 worden aangetroffen. Volgens Bolk (5) hebben zij hoogstens twee knobbels en één wortel. Meestal echter vinden wij de paramolaren niet als vrije elementen, doch vergroeid met het distaal volgens element (i.c. M_2 resp. M_3), aan welks mesio-buccale zijde zij zich dan dus bevinden.

Deze manifestatie kan op drieërlei wijze geschieden:

- a. de geheele paramolaar is vergroeid en verschaft het betrokken element dus een of twee extra-knobbels en een extra-wortel
- b. alléén de kroon komt daarbij tot ontwikkeling (tuberculum paramolare)
- c. alléén de wortel manifesteert zich (radix paramolaris).

Bolk vestigt de aandacht op de omstandigheid, dat de onder b. genoemde variatie speciaal in de bovenkaak en de onder c. genoemde — als overtallige wortel — juist in de onderkaak voorkomt. De redenen daarvan zijn hem, zooals hij toegeeft, niet bekend.

Daar Bolk de paramolaren *nooit* aan M_1 kon waarnemen in zijn waarlijk toch zeer uitgebreide Amsterdamsche verzameling, staat voor hem vast, dat er een innige samenhang bestaat tusschen deze elementen — in welken vorm dan ook — eenerzijds en M_2 en M_3 anderzijds. En omdat zij steeds mesio-buccaal van M_2 en M_3 liggen, d.w.z. dezelfde relatie vertoonen als de melkelementen ten opzichte van de blijvende, zijn Bolk's gevolgtrekkingen deze:

- 1° de paramolaren (resp. tuberc. s. rad. paramolares) representeren de melkelementen, die ooit aan M_2 en M_3 zijn voorafgegaan.
- 2° M_1 behoort niet tot de rij der blijvende elementen, doch is zelf een permanent geworden melkmolaar.

Ook deze conclusies zijn nogal eens aangevochten, o.a. door Adloff (1) en van Loon (18). Adloff ziet in de paramolaren een reductieverschijnsel. Hij begint met den radix paramolaris — zeer ten onrechte, zooals wij later zullen zien — eenvoudig te ontkennen. „... Überzählige Wurzeln an der Auszenseite der Molaren sind nämlich so gut wie unbekannt”, lezen wij op pag. 99—100 en de auteur meent, dat Bolk „... seine Molaren falsch orientiert und Auszen- und Innenseite verwechselt hat”, m.a.w. dat hij een z.g. radix praemolarica voor een radix paramolaris heeft gehouden.

Bolk (4) is niet in gebreke gebleven, Adloff van repliek te dienen!

Adloff beperkt zich in zijn besprekingen dus tot het tuberculum paramolare en merkt dienaangaande op, dat de overtallige knobbeltjes vooral bij de molaren met reductieverschijnselen voorkomen. Geen wonder dus, zegt hij, dat M_3 ze het meest vertoont. Het element, dat in reductie verkeert, valt volgens zijn meening uiteen in de componenten, waaruit het oorspronkelijk is opgebouwd en zoo is dan het tuberculum paramolare de praelacteale component, die zich weer vrijmaakt. Daarom ontbreekt het ook bij M_1 : dit element is het minst aan reductieverschijnselen onderworpen (pag. 102/103). Van Loon (18) meent bovendien, dat het tuberculum paramolare zich ook niet altijd tot den mesio-buccalen knobbel beperkt. In de Utrechtsche verzameling ontdekte hij een exemplaar, waar het zich op den *disto*-buccalen knobbel bevond. Ook schijnt het dezen onderzoeker niet absoluut bewezen, dat M_1 de door Bolk beschreven uitzondering altijd maakt.

Inderdaad is het absolute bewijs hiervoor nooit te leveren, maar wij weten, dat, B o l k (6) in een latere periode van zijn leven de oplossing van het probleem tot welke gebitsrij de eerste molaar behoort, nog langs een geheel anderen weg benaderd heeft en dat hij bij de ontwikkeling van zijn *foetalisatie- en retardatie-theorie* de juistheid van zijn bewering, dat M_1 een permanent geworden melkmolaar is, wel zeer waarschijnlijk heeft gemaakt.

De retardatie-theorie leert ons, dat verschillende levensprocessen, waaronder ook de gebitsontwikkeling, bij den mensch een veel trager verloop hebben, dan bij de overige primaten, tengevolge waarvan de volwassen mensch in zekere opzichten een „gefoetaliseerden”¹ vorm vertoont.

Op blz. 35 van zijn verhandeling over het ontstaan van den menschelijken vorm schrijft B o l k (6):

„... Nun habe ich schon vor mehreren Jahren — als ich vom Retardationsprinzip noch keine Ahnung hatte — nachgewiesen, dass dieser Unterschied (tusschen platyrrhine en catarrhine apen, doordat bij laatstgenoemde m_3 en P_3 ontbreken, Ref.) derart erklärt werden musz, dass der dritte Milchmolar der platyrrhinen Affen seinen ursprünglichen Charakter als infantiler Zahn verloren hat. Er ist zu einem bleibenden Zahn geworden, der bei den katarrhinen Primaten als erste permanent Molar funktioniert. Dieser Fall ist in mehrfachen Hinsicht interessant. Denn er liefert nicht nur ein Beispiel für die Verlangsamung der Entwicklung — die Anlage eines Organes wird auf ein höheres Alter verschoben und dessen Ausbildung verzögert —, sondern gleichzeitig und im Anschluss an diesem Vorgang findet die Elimination eines anderen Organes statt. Ich kann im Anschluss an dieses Beispiel nicht umhin, darauf hinzuweisen, dass nicht nur die phylogenetische Entwicklung des Primatengebisses in dem Retardationsprinzip ihre natürliche biologische Erklärung findet, sondern auch die bekannten Varietäten des menschlichen Gebisses: Verlust des lateralen oberen Schneidezahnes, des dritten permanenten Molaren und Persistenz des zweiten unteren Milchmolaren, mit Ausschaltung von dessen Ersatzzahn”.

Uit dit citaat blijkt, dat B o l k's theorie omtrent den eersten molaar, oorspronkelijk gebaseerd op het verschijnsel der paramolaren, later geheel in overeenstemming bleek te zijn met het retardatieprincipe en wij hebben het slechts zoo uitvoerig weergegeven, om duidelijk te laten uitkomen, hoe deze geniale onderzoeker, met waren ziensblik, zich in vroeger jaren omtrent verschillende gebitsproblemen een meening gevormd had, die veel later, door onderzoekingen in ander en grooter verband, op zoo treffende wijze bevestigd werd.

Overigens zijn wij er ons, op grond van waarnemingen van D e J o n g e (12) en van het eigen onderzoek, zeer wel van bewust, dat de radix paramolaris niet altijd even gemakkelijk te diagnostiseeren is, zooals wij straks nog zullen zien.

Eigen onderzoek.

Het materiaal van het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium te Amsterdam, dat bestond uit

1954 M_1	76 m_1
2086 M_2	139 m_2
1405 M_3	

werd, terwille van ons onderzoek, wederom in verschillende rubrieken verdeeld, waarbij rekening gehouden werd met het op blz. 347 genoemde onderscheid tusschen de worteldifferentiatie-door-splitsing en de vorming van overtallige wortels. Bij de bespreking van het materiaal hebben wij den voorrang verleend aan de gevallen van wortelvermeerdering.

Het aantal bruikbare melkelementen was door resorptieverschijnselen gering. Voor de ondermolaren, waar differentiatie — en dan nog juist aan den apex —

de meeste belangstelling eischt, viel nog meer onbetrouwbaar materiaal af, dan bij de bovenmelkmolaren, waar de versmeltingen de aandacht trokken, die ondanks wortelresorptie dikwijls nog goed waarneembaar bleken (26).

De volgende rubrieken werden gevormd:

- I. ondermolaren met twee wortels (normale vormen)
- II. vermeerderingsverschijnselen aan den *mesialen* wortel
 - A. door splitsing van den wortel zelf (meest beperkt tot den apex)
 - B. door vorming van een overtallig product.
- III. vermeerderingsverschijnselen aan den *distalen* wortel, met dezelfde onderafdeelingen A en B.
- IV. versmelting der beide wortels, waarbij onderscheid gemaakt is, of deze aan de buccale of aan de linguale zijde dan wel in het midden haar aangrijpingspunt vond.

In onderstaand schema vindt men de resultaten van de indeeling:

Aantal elementen	I		II		III		IV			
	twee wortels	vermeerd. <i>mesiale</i> wortel		vermeerd. <i>distale</i> wortel		versmelting der beide wortels				
		A splitsing	B overtallig	A splitsing	B overtallig	A bucc.	B midden	C ling.	D totaal	
1954 M ₁ inf	1719 (88%)	199 (19,2%)	—	9 (0,5%)	21 (1%)	—	6	—	6 (0,3%)	
2086 M ₂ „	1550 (74,3%)	61 (3%)	11 (0,5%)	7 (0,3%)	3 (0,2%)	184	198	72	454 (21,7%)	
1405 M ₃ „	968 (68,9%)	83 (6%)	28 (2%)	44 (3,1%)	12 (0,9%)	15	209	46	270 (19,2%)	
76 m ₁ „	38 (50%)	38 (50%)	—	—	—	—	—	—	—	
139 m ₂ „	70 (50,4%)	69 (49,6%)	—	—	—	—	—	—	—	

I. In rubriek I is de frequentie weergegeven van het aantal elementen met twee wortels. Wij leeren eruit, dat deze van M₁ tot M₃ afneemt, evenals het geval was met de driewortelige bovenmolaren, alleen is de daling van het percentage bij de ondermolaren inderdaad veel geringer, waaruit men dus mag besluiten, dat de ondermolaarwortels een constanteren vorm vertoonen. Ter vergelijking diene de volgende tabel.

	M ₁	M ₂	M ₃
Bovenkaak 3 wortels	90%	54,3%	28,2%
Onderkaak 2 wortels	88%	74,3%	68,9%

Wij herinneren ons, dat de sterkere daling bij de bovenmolaren voor verreweg het grootste deel het gevolg was van de vele versmeltingen (26).

Over den aard van de „normale” ondermolaarwortels kunnen wij zeggen, dat deze het meest beantwoorden aan de door Bolk beschreven morphogenese,

neergelegd in de formule $\left(\frac{A_1}{B_1}\right) - \left(\frac{A_2}{B_2}\right)$. Vooral voor den mesialen wortel is dit

evident. Gewoonlijk zijn de beide componenten A_1 en B_1 door een dun tusschenschot verbonden, dat in mesiale richting eenigszins convex is, waardoor de indruk wordt gewekt, dat de wortel driedeelig is, zooals ook Mühlreiter vermeldt (fig. 4). Op doorsnede toont dit tusschenschot macroscopisch hetzelfde voorkomen als die septa, welke bij de bovenmolaren *de versmelting van een buccalen wortel met den lingualen tot stand brachten* (26). Wij zien óók bij de ondermolaren een uit twee lamellen bestaand beenseptum; óók hier liggen bij niet volgroeide elementen deze lamellen nog vrij ver uiteen (fig. 6a en b).

Dit overeenstemmend beeld sterkt ons in de overtuiging, dat bij den enkelvoudigen ondermolaarwortel *het linguale derde deel homoloog is met den lingualen wortel der bovenmolaren*, zooals ook Bolk (3) meent. Deze uitspraak is dus in tegenspraak met de opvatting van Mühlreiter. Juist de door Mühlreiter-zelf opgemerkte deeling in drieën van den mesialen ondermolaarwortel met een mesiaal-waarts gerichte werving op het wortelvlak lijkt ons in dit opzicht veelbetekenend.

Bovendien vertoont ook de distale wortel het beeld van een buccalen en een lingualen component, verbonden door een septum, terwijl daarentegen de disto-buccale bovenmolaarwortel een meer afgeronden vorm heeft.

Op grond van deze overwegingen komt ons Mühlreiter's opvattingen in de gegevens van grotere schommelingen onjuist voor; zij stellen daarentegen Bolk's opvattingen in het gelijk.

Wat de melkmolaren betreft, men zou uit de gegevens van de statistiek op blz. 12 geneigd zijn op te maken, dat hun wortels aan grotere schommelingen in structuur onderhevig waren dan die der blijvende ondermolaren, gezien het geringere percentage met „normale” wortels. Dit is echter niet zoo. De overige 50% vertoonen slechts een geringe differentiatie van den mesialen wortel, waardoor deze in twee wortelpunten uitloopt. Voor het overige sluiten de melkmolaren zich in hun wortelbouw geheel bij de blijvende ondermolaren aan en bezitten dus ook een zeer constanten vorm.

IIA. Kolom IIA, die de differentiaties van den *mesialen* wortel bevat, laat zien, dat er bij alle ondermolaren sprake is van de mogelijkheid tot splitsing, die, gelijk de literatuur vermeldt, in het midden van den wortel aangrijpt en beperkt is tot de apices. Volgens onze bevindingen spannen de melkmolaren in dit opzicht de kroon. De gevonden percentages wijken niet ver af van die van von Lenhossék (17), die voor m_2 inf. $\pm 58\%$ aangeeft. Verder is M_1 in 10% der gevallen vertegenwoordigd, waarna M_2 en M_3 volgen met 3% resp. 6%. In alle genoemde gevallen komen dus, zij het slechts aan den apex, de protomere en de deuteromere component (A_1 en B_1) duidelijk te voorschijn. Een hoogst enkele maal zagen wij, dat de differentiatie zich over den geheelen wortel uitstrekte, zoodat de oorspronkelijke componenten in twee aparte, ronde wortels tot uiting kwamen (fig. 7).

IIB. Met deze kolom komen wij direct in het gebied der z.g. radices paramolares. In ieder geval leert rubriek IIB ons direct, dat alléén bij M_2 en M_3 overtallige wortels aan de mesiale zijde van het element voorkomen, bij M_1 overigens aanzienlijk meer dan bij M_2 . Daarentegen zijn noch M_1 , noch de melkmolaren in deze kolom vertegenwoordigd en dit feit op zichzelf is weer een bevestiging van de verwantschap, die blijkbaar ook bij de ondermolaren tusschen deze elementen bestaat.

Zien wij een oogenblik af van de vraag, of alle in kolom IIB genoemde overtallige wortels werkelijk radices paramolares in den zin van Bolk's theorie zijn, het feit blijft, dat wij in deze rubriek weer te maken hebben met twee mesiale wortels. Doch het beeld is geheel anders dan bij de elementen in groep IIA. Betrof het daar een splitsing in het midden van den wortel, als het ware door gedeeltelijke of totale verdwijning van het bij de normale vormen genoemde beenseptum, hier is onze eerste indruk die van een breeden (oorspronkelijken) en een veel smalleren (aangegroeiden) wortel, kortom het echte kenmerk van een overtallige element

(vgl. fig. 4 en 7 met fig. 8). Deze indruk wordt nog versterkt, doordat de opening tusschen de beide wortels zich als een groeve op het kroonglazuur voortzet, zoodat het dikwijls lijkt, alsof daar een extra-knobbelte gevormd wordt (fig. 8a), dat dus aan het tuberculum paramolare zou beantwoorden. Zooals gezegd, vinden wij het verschijnsel volgens kolom IIB frequenter bij M_3 dan bij M_2 .

Het is nu vooral bij de tweede molaren, dat wij zouden aarzelen, of wij in alle gevallen met een echten radix paramolaris te doen hebben, met een authentiek overvallige wortel dus. In deze twijfelgevallen zouden wij iets kunnen voelen voor de argumenten van Adloff (1), wiens opvattingen wij op blz. 10 in het kort weergaven, zij het dan, dat deze auteur zich tot het kroondeel beperkte.

Het is echter de verdienste van Th. E. De Jonge (12), ons aan de hand van eenige zeer duidelijke afbeeldingen, waaraan onze fig. 8 ontleend is, attent te hebben gemaakt op twee verschillende vormen, die wij binnen het kader van de elementen uit groep IIB scherp dienen te onderscheiden.

Wanneer wij met een echten radix paramolaris te doen hebben — zoo zegt deze auteur — dan verwachten wij het beeld, dat in fig. 8a is weergegeven. De mesiale wortel heeft daarbij zijn oorspronkelijke breedte behouden, vertoont zelfs de door Mühlreiter beschreven deeling in drieën, die ook aan de glazuurgrens tot uiting komt. De overtallige wortel komt daar a.h.w. als 4e element bij, terwijl bovendien aan de kroon een differentiatie, in den vorm van een extra-knobbelte, kan worden waargenomen. Daarnaast kennen wij den in fig. 8b afgebeelden vorm, waarbij wij ons niet aan de gedachte kunnen onttrekken, dat wij in dit geval eerder met een afsplitsing van den buccalen component (volgens Adloff (1) te maken hebben. Het overblijvende deel van den oorspronkelijken wortel is dan ook smaller.

Uit eigen waarneming kunnen wij deze bevindingen van De Jonge volkomen bevestigen. Laatstgenoemden vorm zagen wij zelfs frequenter dan eerstgenoemden. Het schijnt daarbij, alsof van het oorspronkelijke, Bolk'sche schema: protomeer-septum-deuteromeer (fig. 4 en 6) het protomeer zelfstandig is geworden, terwijl het septum met het deuteromeer verbonden is gebleven. In fig. 9 zijn eenige doorsneden van onvolgroeide wortels geteekend, die in de Amsterdamsche verzameling gevonden werden en die duidelijk aan dit type beantwoorden.

Men denke echter ook aan de mogelijkheid, dat in deze gevallen de in principe aanwezige overtallige wortel (radix paramolaris) innig met het protomeer is vergroeid.

Het komt ons bij het bestudeeren van de afbeeldingen bij het desbetreffende artikel van Bolk (5) voor, dat deze auteur het door De Jonge beschreven onderscheid niet maakt. Uit zijn text blijkt, dat hij den in fig. 8b afgebeelden vorm wel degelijk tot de rad. paramolares rekent. Volgens Bolk is in dit geval de paramolaar geheel in den mesialen wortel opgegaan. Hij schrijft:

„Die Geschichte der Paramolaren erscheint sehr lehrsam, denn sie beweist, dass in Reduktion sich findende Zähne einer der beiden Gebisseriesen mit einem Element der anderen Reihe verschmelzen können. Und das ist ontogenetisch auch leicht erklärbar. Denn ist ein Element auf dem Wege der Reduktion schon weit fortgeschritten, dann wird auch der bezügliche Teil der Schmelzleiste den Rückschlag davon empfinden, die Anlage des bezüglichen Elementes wird retardiert, die Differenzierung der Anlage erleidet ebenfalls Unregelmäßigkeiten und es kann dabei zu einer abnormalen Verbindung mit einem benachbarten Zahnkeime kommen . . .” (l.c. pag. 116).

Terwijl dus Adloff van meening is, dat een wortel atavistisch nooit zelfstandig kan optreden (zie blz. 348), daar dit gedeelte van een element-in-reductie niet meer tot ontwikkeling komt, acht Bolk het dus mogelijk, dat een zoodanig element — i.c. een paramolaar — zóó intensief met de naburige tandkiem vergroeit, dat alleen de wortel manifest wordt. Weliswaar heeft Adloff's uitspraak betrekking op de z.g. radix *praemolarica* van Bolk en niet op de radix *paramolaris* (waarvan hij het bestaan abusievelijk ontkent), doch in principe betreft het hetzelfde verschijnsel.

Het lijkt ons onmogelijk, om in dit geschil een definitieve uitspraak te doen en wij bepalen ons er toe, na te gaan, in welke mate de verschillen, door De Jonge (12) genoemd, bij de elementen van onze rubriek IIB (blz. 12) worden aangetroffen. (vgl. fig. 8a, b). Daartoe is van deze elementen onderstaand apart statistiekje vervaardigd. Het toont behalve de verhoudingen van de bovenvermelde verschillen tevens, dat niet uitsluitend de *buccale* zijde van den mesialen wortel de aanhechtingsplaats is voor overtallig materiaal.

Kolom IIB blz. 12	1		2		3		4	
	volgens fig. 8a (indeeling van De Jonge)		volgens fig. 8b		linguaal aangegroeid		linguaal vrij	
11 M ₂ inf.	—		10		1		—	
28 M ₃ „	9		7		4		8	

Wij merken daarbij op, dat van de 11 M₂ inf. er 10 beantwoorden aan het type, dat in fig. 8b is weergegeven, zoodat er geen enkele is met een geheel vrije radix paramolaris in den zin van fig. 8a. Bij M₃ is de verhouding ten gunste van rubriek 1 verschoven. Van de 28 elementen zijn er 9 met een vrije radix paramolaris.

Op grond van deze uitkomsten kunnen wij ons volkomen vereenigen met de resultaten van De Jonge (12); wij wenschen echter in het midden te laten, of wij aan de gevallen uit kolom 2 van bovenstaande tabel een principieel andere beteekenis moeten hechten, door ze niet als echte rad. paramolares, doch als afsplitsingsproducten te beschouwen, hoewel wij zeker tot deze opvatting geneigd zijn, daar zij merkwaardige overeenkomst toonen met de z.g. schizogene variaties, die speciaal bij den lateralen bovenincisief worden waargenomen en die wij in een aparte studie hopen te behandelen.

Wat echter hun beteekenis ook zij, opnieuw heeft dit onderzoek steun gegeven aan Bolk's uitspraak, dat deze verschijnselen nooit aan M₁ gevonden worden, noch aan de melkmolaren, waardoor de verwantschap tusschen deze elementen ook bij de ondermolaren tot uiting komt.

In de onderrubrieken 3 en 4 vindt men de vermeerderingsverschijnselen aan de *linguale* zijde van den mesialen wortel. De eenige M₂ in rubriek 3 vertoont daarbij een beeld, dat in principe overeenstemt met de gevallen uit kolom 2; men zou meenen, dat bij dit element het deuteromere deel van den wortel geneigd is, zich af te splitsen, of het is een overtallige wortel, die geheel met de hoofdmassa van den mesialen wortel vergroeid is (fig. 10).

Bij de derde molaren komen meer variaties voor. In kolom 3 zijn vier elementen ondergebracht van het in fig. 10 afgebeelde type, terwijl in kolom 4 acht elementen zijn geplaatst, die duidelijk een vrijstaand extra-worteltje linguaal van den mesialen wortel vertoonen. Deze extra-worteltjes zijn zeer weinig ontwikkeld en met De Jonge gelooven wij, dat het zuiver teratoïde vormen zijn, waaraan wellicht phylogenetisch niet de minste waarde te hechten is. De Jonge duidt deze rudimentaire vormen aan met den naam *radiculae appendiciformes*.

IIIA. In kolom III van onze statistiek op blz. 352 zijn de gevallen van wortelvermeerdering aan den *distalen* wortel genoteerd. Rubriek IIIA omvat de elementen, waarbij deze wortel een splitsing in het midden vertoont, op dezelfde wijze dus, als in kolom IIA voor den mesialen wortel is beschreven.

Uit de statistiek blijkt, dat M₁ en M₂ weinig neiging tot differentiatie van den distalen wortel vertoonen, dat daarentegen M₃ een vrij groot aantal van dit soort oplevert. De verhoudingen zijn dus geheel anders dan bij den mesialen wortel. De 9 exemplaren van M₁ uit deze groep zijn over het geheel van forschen bouw; steeds is bij deze ook de mesiale wortel in het midden gespleten, zonder dat nochtans de

splitsing ooit verder gaat dan tot de vorming van twee apices. Voor de 7 tweede molaren uit deze groep geldt in hoofdzaak hetzelfde.

Het merkwaardige is nu, dat bij de 44 derde molaren de splitsing zich niet beperkt tot den apex, maar zich verder voortzet. De doorgaans sterk distaalwaarts gekromde wortel valt daarbij uiteen in twee aparte ronde wortels (fig. 11).

Het naar verhouding groote aantal van 44 exemplaren en ook de vergevorderde differentiatie — tot aan de kroon toe — is wel treffend. In rubriek IIA onderscheidde M_3 zich in dit opzicht allerminst en onwillekeurig denken wij aan een analogie met den derden bovenmolaar, waar de meeste versmeltingen mesiaal, de grootste differentiatie distaal gevonden werd.

IIIB. In rubriek IIIB zijn de overtallige wortels, die zich aan den distalen wortel voordoen, ondergebracht en geheel volgens de verwachting is het de z.g. radix praemolarica van Bolk (rad. entomolaris volgens v. Lenhossék), die den belangrijkste factor in deze groep vormt.

Wij hebben reeds vermeld (blz. 348), dat Bolk en De Jonge overtuigd zijn van het feit, dat hier geen sprake is van een afsplitsingsproduct van den distalen wortel, zooals Adloff en van Loon meenen, daar volgens beide eerstgenoemde auteurs overgangsvormen ontbreken.

Ons eigen onderzoek kon deze meening slechts bevestigen. Steeds was de kenmerkende haakvorm van dezen merkwaardigen wortel aantoonbaar. En hoewel de distale wortel, zooals wij zoeven zagen, een — zij het zeer beperkte — neiging tot splitsing vertoont, kunnen wij dezen karakteristieke vorm onmogelijk als een vergevorderd stadium daarvan beoordeelen.

Wij behoeven slechts een vergelijking te treffen tusschen de in fig. 5 en fig. 11 afgebeelde exemplaren — waarvan de laatste wél een vergevorderd stadium van splitsing voorstelt — om in te zien, hoezeer wij in het eerste geval met een authentieke overtalligen wortel te doen hebben en wij kunnen ons niet met de opvattingen van Adloff (3) en van Loon (18) vereenigen.

Wél zagen wij bij wijze van hooge uitzondering, hoe deze overtallige wortel tot aan den apex met den oorspronkelijken distalen wortel vergroeid kon zijn, een verschijnsel, dat ook door De Jonge (13) beschreven is (fig. 12).

De meening van Bolk (4) echter, dat deze radix uitsluitend bij M_1 inf. voorkomt, moeten wij, op grond van ons eigen onderzoek, mét v o n L e n h o s s é k en v a n L o o n beslist van de hand wijzen. In het zorgvuldig uitgezochte materiaal van de Amsterdamsche verzameling troffen wij hem bij de verschillende elementen in een frequentie, die in onderstaande tabel — een specificatie van kolom IIIB op blz. 352 — nog eens is weergegeven. Bij de exemplaren van M_2 en M_3 was de kenmerkende haakvorm ook weer duidelijk aanwezig, zoodat er geen twijfel mogelijk was. Hoogstens was hij bij laatstgenoemde elementen iets minderforsch, misschien dank zij de geringere afmetingen over de geheele linie.

Kolom IIIB blz. 352	radix entomolaris (praemolarica)	dezelfde (aangegroeid)	radiculae appendiciformes
21 M_1 inf.	19	2	—
3 M_2 „	3	—	—
12 M_3 „	10	—	2

Men zou geneigd zijn te denken, dat speciaal bij M_3 verwarring mogelijk ware, omdat hier ook de in rubriek IIIA genoemde splitsing van den distalen wortel in zijn beide componenten niet zelden tot twee aparte distale wortels aanleiding geeft. Maar de bijzondere vorm, eigen aan den overtalligen wortel, sluit verwisseling der beide verschijnselen uit. Integendeel, het is een bewijs te meer, dat deze radix praemolarica een authentieke overtallige wortel is.

Nu uit de statistiek blijkt, dat ook M_2 en M_3 dezen radix kunnen bezitten, zou men theoretisch nog kunnen denken, dat hij bij M_1 en M_2 de herinnering beteekende aan een 3en resp. 4en praemolaar — immers de oerprimaten hadden 4 praemolaren — terwijl wij dan bij M_3 van een radix distomalaris zouden moeten spreken, als uiting van den door B o l k (5) beschreven distomolaar, die zooals bekend is, distaal van M_3 soms wordt aangetroffen.

In dat geval zou de distomolaar zich precies gedragen als de paramolaren, namelijk door in de bovenkaak meer de kroon, in de onderkaak juist den radix tot ontwikkeling te laten komen. In het algemeen wordt echter aangenomen, dat van de 4 praemolaren der oerprimaten niet de 3e en de 4e, doch de 1e en de 4e verloren zijn gegaan, zoodat B o l k's radix praemolarica — aan M_1 — P_4 voorstelt, terwijl dan de extra-wortel aan M_2 onverklaarbaar is.

Het overtuigendste bewijs tegen B o l k's theorie is echter het feit, dat óók aan de melkmolaren deze wortel gevonden is. Zooals reeds eerder is opgemerkt, heeft v a n L o o n hiervan reeds melding gemaakt en in zijn publicatie (18) geeft hij de afbeeldingen van eerste en tweede melkmolaren, die het verschijnsel op karakteristieke wijze vertoonen.

Wij danken nu aan de welwillende medewerking van Dr. Th. E. D e J o n g e de omstandigheid, dat wij in fig. 13 een exemplaar uit zijn particuliere verzameling kunnen afbeelden, dat aan duidelijkheid niets te wenschen laat. Het lijdt geen twijfel of de overtallige radix, dien deze tweede melkmolaar bezit, is het homologon van B o l k's radix praemolarica. Bij M_1 zou hij niet op kenmerkender wijze te voorschijn kunnen komen.

Bij de bespreking van de onderpraemolaarwortels zullen wij aantoonen, dat — althans naar onze meening — deze wortel ook aan P_2 inf. kan voorkomen. Uit deze gegevens blijkt genoegzaam, dat de benaming *radix praemolarica* onmogelijk de juiste kan zijn. Wij willen ons dus van nu af voorloopig houden aan den door v o n L e n h o s s é k (17) voorgestelden naam *radix entomolaris* en wij zijn er ons daarbij terdege van bewust, dat hiermede nog geenszins een verklaring voor dit phaenomeen gegeven is.

Nu gebleken is, dat de radix entomolaris aan nagenoeg alle postcanine elementen kan voorkomen, is er eenerzijds veel aantrekkelijks in de gedachte van M ü h l r e i t e r (19) om er het homologon van den palatinalen wortel der postcanine bovinelementen in te zien. Wij hebben echter op blz. 13 als onze meening weergegeven, hoe deze laatste, in overeenstemming met de dimeertheorie reeds in den enkelvoudigen ondermolaarwortel besloten ligt. Daarbij komt, dat — althans in de Amsterdamsche verzameling — geen overgangsvormen te vinden zijn, waardoor de geleidelijke ontwikkeling van dezen overtalligen wortel duidelijk zou worden. Want ook al vinden wij hem een hoogst enkele maal tot aan den apex met den distalen wortel vergroeid, dan is dat toch nog geen bewijs, dat wij hier met een overgangsvorm te doen hebben, waaruit wij — gelijk v a n L o o n wil — moeten concludeeren, dat de radix entomolaris géén authentieke overtallige wortel is, doch een afsplitsingsproduct.

Desnoods zou men de z.g. radicae appendiciformes nog als een eersten aanleg van den linguale wortel kunnen beschouwen. De bijzondere tabellen op blz. 355 en blz. 356 leeren echter, dat de meeste elementen, waaraan deze rudimentaire organen in de Amsterdamsche verzameling gevonden werden, derde molaren waren; elementen dus, die zich onderscheiden door inconstante en grillige vormen en die wij daarom niet gaarne als uitgangspunt voor theoretische bespiegelingen zouden kiezen.

Overigens, zelfs wanneer wij een oogenblik M ü h l r e i t e r's zienswijze zouden deelen, dan nog dringt zich direct de vraag op, waarom juist de *distale* wortel de plaats van aanhechting voor den radix entomolaris moet vormen. In verband hiermede herinneren wij aan een publicatie van J. F. v. R e c k o w (21), die overtallige wortels enkele malen in het midden tusschen de beide normale wortels waarnam en eenmaal zelfs aan den *mesialen* wortel. Ook v a n L o o n meldt een geval en wij denken ook aan het in fig. 10 afgebeelde element uit de Amsterdamsche verzameling, waar het lijkt, of een zoodanige wortel in zijn geheel met de linguale zijde van den mesialen wortel versmolten is.

Naar aanleiding van al deze mogelijkheden stelt van Loon zich voor, dat ieder der beide ondermolaarwortels 4 componenten herbergt, die hij van buccaal naar linguaal met de letters A, B, C en D aangeeft (waarbij natuurlijk D niets uit te staan heeft met Bolk's symbool voor het deuteromeer), Volgens van Loon moet dus een ondermolaar met in totaal 8 wortels denkbaar wezen, al geeft hij toe, dat een zoodanig exemplaar nooit beschreven is.

Bij een molaar met een radix *paramolaris* nu neemt van Loon aan, dat de component A zich heeft afgesplitst, zoodat dan de formule voor den mesialen wortel moet luiden: $A(B + C + D)$. Dit herinnert aan het schema van De Jonge, voorgesteld in fig. 8a. Het groote verschil is echter direct duidelijk: terwijl De Jonge, met Bolk den factor A als een werkelijk overtalig product beschouwt, denkt van Loon zich dezen factor als steeds aanwezig, zij het meestal latent. Hieruit volgt, dat hij, behalve de dimeer-theorie, ook Bolk's hypothese omtrent de paramolaren van de hand wijst, immers volgens zijn opvatting is A ook besloten in M_1 .

In gevallen met een radix *entomolaris* luidt van Loon's formule $(A + B + C) - D$ en bij splitsing in het midden (rubr. IIA en IIIA blz. 12) noteert hij $(A + B) - (C + D)$.

De theorie van van Loon komt ons, op grond van ons onderzoek, onjuist voor. Maar ook al zou zij juist zijn, dan verklaart zij nog niet de voorkeur van de factoren A en D, om zich bij bepaalde wortels los te maken.

Kunnen wij ons, als gevolg van ons onderzoek, wat betreft de z.g. radices *paramolares* in hoofdzaak met Bolk's inzichten vereenigen, ten aanzien van de beteekenis van de radix *entomolaris* tasten wij nog in het duister. Het ziet er naar uit, dat de verklaringen daaromtrent een te speculatief karakter dragen.

Wij willen ons beperken tot het mededeelen der uitkomsten, terwijl wij ons van een definitieve uitspraak onthouden. Wellicht zou een vergelijkend onderzoek tot de oplossing van dit probleem kunnen bijdragen.

Tenslotte deelen wij mede, dat ondermolaren met meer dan drie wortels niet in de Amsterdamsche verzameling werden waargenomen, hoewel de literatuur daarvan soms melding maakt.

IV. Wij willen nu nog in het kort de uitkomsten van kolom IV met de versmeltingen der ondermolaarwortels (in sagittale of mesio-distale richting dus) beschrijven. Statistisch is hierover in de literatuur heel weinig vermeld. Wij noteren de volgende, door v. Lenhossék (17) heergegeven waarden, die voor een deel ontleend zijn aan een onderzoek van Hillebrand (10).

M_1	versmeltingen (ook partieel)	5%	(Hillebrand)
"	"	2,3%	(v. Lenhossék)
M_2	"	36%	(Hillebrand)
M_3	"	50%	"

Versmelting tot een kegel is volgens dezen auteur zeldzaam. Bijna altijd zijn de wortelgrenzen duidelijk waar te nemen.

M. de Terra (23) vindt onderstaande uitkomsten:

M_1	—	3%	versmeltingen
M_2	—	1%	"
M_3	—	20%	"

Het verschil tusschen deze cijfers en die van v. Lenhossék-Hillebrand is, waar het M_2 en M_3 betreft, zeer in het oog loopend. Het aantal onderzochte elementen zal hier wellicht weer van invloed geweest zijn.

Wij citeeren hier volledigheidshalve nog Gorjanovič-Kramberger (9), die als resultaat van zijn onderzoek bij den *Homo primigenius* een veel hooger versmeltingspercentage vindt, dan in het algemeen bij den recenten mensch voorkomt, namelijk: bij 7 M_1 inf. 3 exemplaren (43%)

"	6 M_2	"	4	"	(68%)
"	M_3	"	alle	"	(100%)

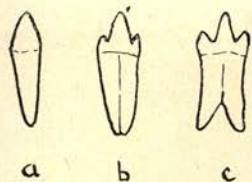


Fig. 1. Schema v. wortel-differentiatie volgens Osborn

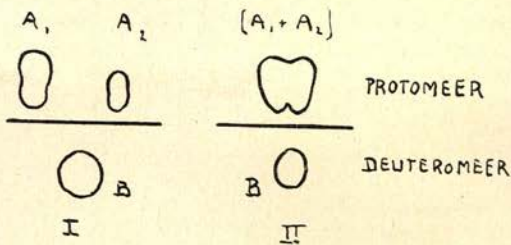


Fig. 2

I Doorsnede door wortels v.e. bovenmolaar
 II " " " " " " bovenpraemolaar

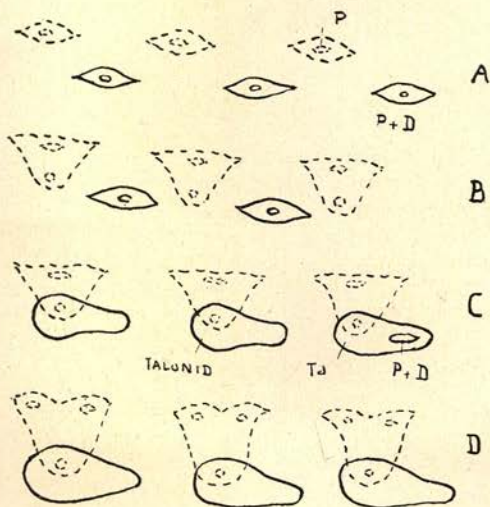


Fig. 3. Schema v/d ontwikkelingsgang van boven- en ondermolaren (uit Bolk)
 boven — onder

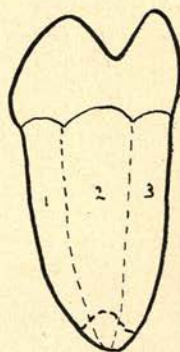


Fig. 4. Schema van een ondermolaarwortel (naar Mühlreiter-De Jonge)

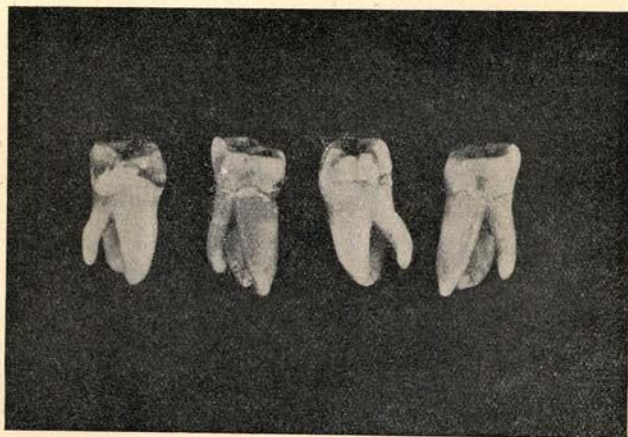


Fig. 5. Rad. praemolarica (entomolaris)

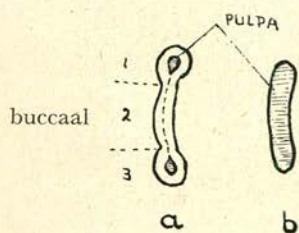


Fig. 6. Doorscheiding mesiale ondermolaarwortel
a. volgrooide toestand
b. onvolgrooide „



Fig. 7. M₂ inf.
 (Kolom IIA)

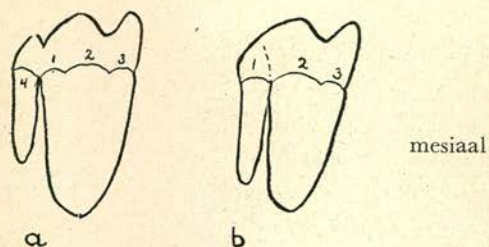


Fig. 8. *a.* rad. paramolaris (Bolk)
b. afsplitsing (Adloff)
 naar (De Jonge)

protomeer buccaal



distaal

Fig. 9



Fig. 10. M₂ inf. mes. wortel



Fig. 11. M₃ met
 2 distale wortels,
 rubr. IIIA

linguaal

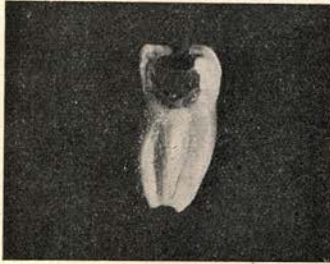


Fig. 12. M_1 id met radix praemolarica (aangegroeid)

—linguaal



Fig. 13. m_2 inf. met rad. entomolaris

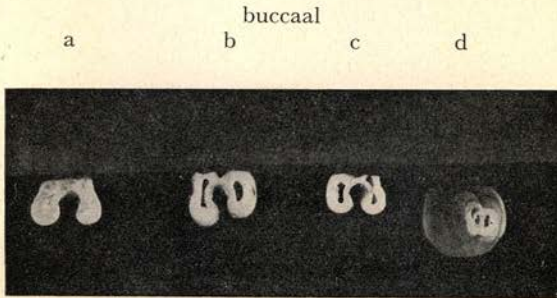


Fig. 14. Worteldoorsneden M_2 inf. met vorming v. deus in dente

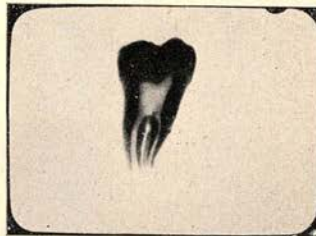


Fig. 15. M_2 inf. met dens in dente (zie fig. 14d)

Hierbij zijn echter ook eenige gevallen van z.g. prismatische wortels, die op het terrein van de pathologie der ontwikkeling liggen en dus buiten het bestek van dit artikel vallen.

Keeren wij terug tot kolom IV van onze statistiek op blz. 352, dan blijkt daaruit, dat nog onderscheid gemaakt is of de versmelting aan de buccale of aan de linguale zijde dan wel in het midden haar aangrijppingspunt vond.

Evenals bij de bovenmolaren is de frequentie der versmeltingen bij M_1 verreweg het geringst. Er werden slechts 6 gevallen gevonden en steeds was daarbij de samengroeiing tot de apices beperkt. Bij M_2 en M_3 ging het proces in de meeste gevallen verder, zoodat de wortels zich door „directe” versmelting, dus zonder tusschenkomst van een beenseptum, hadden samengevoegd. Wij herinneren hierbij aan de overeenkomst in dit opzicht met de bovenmolaren. Daar waren versmeltingen in sagittale richting (i.c. tusschen mesio- en disto-buccalen wortel) ook altijd van directen aard, terwijl in transversale richting de versmelting bijna steeds door middel van een beenseptum tot stand kwam (26).

Het bleek voorts, dat bij de ondermolaren de versmelting inderdaad nooit zoover gaat tot de wortelgrenzen verdwenen zijn, uitgezonderd misschien bij een enkele in ontwikkeling achtergebleven M_3 . Merkwaardig is, dat in tegenstelling tot de uitkomsten bij de bovenmolaren de versmeltingsfrequentie bij M_2 het grootst is. Wij zien verder, dat onze percentages voor M_2 en M_3 nog vrij aanzienlijk verschillen met de door v. L e n h o s s é k, H i l l e b r a n d en de T e r r a aangegeven waarden. Tenslotte vestigen wij de aandacht nog op een eigenaardig verschil tusschen M_2 en M_3 , dat tot uiting komt in de kolommen IVa en IVc van onze statistiek op blz. 352.

IVa-c. Het bleek namelijk, dat bij de tweede molaren een versmelting heel dikwijls van buccaal af tot stand komt, d.w.z. bij de nadering der wortelmassa's tot elkander raken — bij eenigszins duidelijke differentiatie der wortels — eerst de protomeren elkander aan (fig. 14a). Zijn de wortels minder gedifferentieerd, dan ontstaat het beeld, waarvan fig. 14 b-c de doorsnede weergeeft. In beide gevallen is aan de linguale zijde versmelting uitgebleven.

Eénmaal echter troffen wij in de verzameling een M_2 inf. aan, waarbij de aan de buccale zijde begonnen versmelting in linguale richting zoover was voortgeschreden, dat het element ook aan deze zijde geheel „gesloten” was, tengevolge waarvan zich, zooals fig. 14d duidelijk maakt een fraaie *dens in dente* had afgesnoerd. Wij zien hierin een treffende bevestiging van de hieromtrent opgestelde theorie van D e J o n g e (14, 15), die dit merkwaardige verschijnsel uitvoerig heeft beschreven voor een onderpraemolaar, waar het zich op geheel analoge wijze had ontwikkeld. Bij de bespreking van de onderpraemolaarwortels zullen wij in de gelegenheid zijn, deze analogie nader toe te lichten. Voorloopig verwijzen wij naar de desbetreffende publicaties van D e J o n g e. Inmiddels beelden wij in fig. 15 een Röntgenfoto van het betrokken element af.

Bij den tweeden ondermolaar zijn versmeltingen, die van de linguale zijde uitgaan, veel zeldzamer, zooals kolom IVc leert.

Daarentegen is bij M_3 juist het omgekeerde het geval. Daar komt dus het contact tusschen de wortels frequenter aan de linguale zijde tot stand.

De oorzaak van dit verschil laat zich slechts gissen. Het zal waarschijnlijk samenhangen met het feit, dat M_3 geneigd is, aan de binnenzijde van den ramus ascendens door te breken, zoodat de ruimte aan de linguale zijde der wortels wel zeer beperkt is. Dit is een omstandigheid, waarvan men mag verwachten, dat zij de versmelting aan die zijde in de hand werkt.

Samenvatting

Een onderzoek werd ingesteld naar de wortelvariëaties der ondermolaren, die zich bevinden in de verzameling van het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium der Universiteit te Amsterdam. Nadat het morphogenetisch verschil tusschen de onder- en bovenmolaarwortels aan de hand van B o l k's dimeertheorie in het licht was gesteld, werden eerst de gevallen van wortelvermeerdering besproken, speciaal de *radices paramolaris* en de *radix praemolarica*.

Konden onze onderzoeken Bolk's opvattingen ten aanzien van de eerste geheel bevestigen, bij de laatste bleek dit niet het geval. In tegenstelling tot Bolk's meening komt de radix praemolarica ook voor bij M_2 , M_3 en de melkmolaren. Hierdoor verliest de naam radix praemolarica haar grond en verdient de benaming *radix entomolaris* (v. L e n h o s s é k) de voorkeur.

Ook de versmeltingen tusschen de ondermolaarwortels werden nagegaan en de ontwikkeling van een *dens in dente* bij M_2 inf. werd beschreven.

Zusammenfassung

Die Wurzelvariationen der unteren Molaren, die in der Sammlung des Amsterdamer Anatomisch-Embryologischen Institutes anzutreffen waren, wurden einer Untersuchung unterworfen. Im Anschluss an die Erwähnung des morphogenetischen Unterschiedes zwischen den oberen und unteren Molarwurzeln im Sinne der Bolk'schen Dimertheorie folgte die Besprechung der Differenzierungen, wobei der Nachdruck auf der Bildung überzähliger Wurzeln lag. Vor allem wurden die radices paramolares und die radix praemolarica nach Bolk besprochen. Für die erstere wurde Bolk's Auffassung völlig erhärtet, während die letztere, nach unserem Material zu schliessen, anzuzweifeln war. Im Gegensatz zu Bolk's Meinung kommt nämlich die radix praemolarica auch bei M_2 , M_3 und bei den Milchmolaren vor. Hierdurch verliert die Benennung „radix praemolarica“ jede Bedeutung und wir ziehen den Namen radix entomolaris (nach v. L e u h o s s é k) den obigen vor.

Es wurde auch die Verschmelzung zwischen den Wurzeln der unteren Molaren untersucht und die Bildung eines „dens in dente“ bei M_2 beschrieben.

LITERATUUR

1. Adloff, P. Die Entwicklung des Zahnsystems der Säugetiere und des Menschen (Eine Kritik der Dimertheorie von Bolk). Berlin, Herman Meusser, 1916.
2. Bolk, L. Odontologische Studien I. Jena, G. Fischer, 1913.
3. Bolk, L. Odontologische Studien II. Jena, G. Fischer, 1914.
4. Bolk, L. Bemerkungen über Wurzelvariationen an menschlichen unteren Molaren. Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol. Bd. XVII, Heft 3, 1914.
5. Bolk, L. Welcher Gebissreihe gehören die Molaren an? Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol. Bd. XVII, Heft 1, 1914.
6. Bolk, L. Das Problem der Menschwerdung. Jena, G. Fischer, 1926.
7. Busch. Über die Verschiedenheit in der Zahl der Wurzeln bei den Zähnen des menschl. Gebisses. Verhandl. d. deutschen odontol. Gesellschaft. Bd. 7, 1896.
8. Carabelli, Edlen von Lunkasprie, Georg. Systematisches Handbuch d. Zahnheilk. Wien, bei Braumüller und Seidel, 1844.
9. Gorjanovič-Kramberger K. Die Kronen u. Wurzeln der Mahlzähne des Homo primigenius u. ihre genetische Bedeutung. Anat. Anzeiger. Bd. XXXI, 1907.
10. Hillebrand, in J. Scheff's Handbuch d. Zahnheilk. Wien-Leipzig. G. Freytag, 1922.
11. De Jonge, Th. E. Radix praemolarica unilateralis. Tijdschr. v. Tandh. jaarg. XLIII. Afl. 3 (Jubiläumnummer Nord), 1936.
12. De Jonge, Th. E. Enkele beschouwingen naar aanleiding van de onderzoeken van Gottardi. Tijdschr. v. Tandheilk. jaarg. XXXV. Afl. 1. 1928.
13. De Jonge, Th. E. Bijdrage tot de kennis van enkele gebitsanomalieën. Tijdschr. v. Tandh., jaarg. XXXVI, afl. 8/9, 1929.
14. De Jonge Th. E. Bijdrage tot de morphogenese v/d „dens in dente“. Tijdschr. v. Tandh., jaarg. XXV. Afl. 8, 1918.
15. De Jonge Th. E. Nieuwe bijdrage tot de morphogenie van den „dens in dente“. Tijdschr. v. Tandh., jaarg. XXXIX. Afl. 8/9, 1932.
16. Kükenthal, W. Über den Ursprung u. die Entwicklung d. Säugetierzähne. Jena'er Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XXVIII, 1893.

17. Lenhossék, M. von., in J. Scheff's Handbuch d. Zahnheilk. Wien-Leipzig. G. Freytag, 1922.
18. Loon, J. A. W. van, De morphologische variaties der molaren v/h menschelijk gebit in het licht der Bolk's theorieën. Tijdschr. v. Tandh. Jaarg. XXIII, 1916.
19. Mühlreiter, E., Anatomie des Menschl. Gebisses, 5e druk, bewerkt door Dr. Th. E. De Jonge. Leipzig, Arthur Felix, 1928.
20. Osborn, H. F. Evolution of Mammalian Molar Teeth. New York, London. Mc. Millan, 1907.
21. Reckow, J. F. von, Über eine wenig beachtete Wurzelanomalie an unteren Molaren. Deutsche Z. M. und Kieferheilk., Bd. 3, Heft 7, 1936.
22. Röse, C., Über die Entstehung u. Formabänderungen d. menschl. Molaren. Anat. Anzeiger. Bd. 13 en 14, 1892.
23. Terra, M. de., Odontographie der Menschenrassen. Berlin. Verlagsanstalt, 1905.
24. Terra, P. de, Vergleichende Anatomie d. menschl. Gebisses u. d. Zähne der Vertebraten. Jena, G. Fischer, 1911.
25. Tomes, Ch., A. Manual of Dental Anatomy (Human and comparative). 7th Ed. London. J. en A. Churchill, 1914.
26. Visser, J. B., Wortelyersmeltingen aan de bovenmolaren van het menschelijk gebit. Tijdschr. v. Tandh. Jaarg. XLIX. Afl. 1, 1942.
27. Visser, J. B., Wortelversmeltingen aan de bovenpraemolaren van het menschelijk gebit. Tijdschr. v. Tandh. Jaarg. XLIX, Afl. 11, 1942.

Blijvende immuniseering van de wortelpunt

door J. H. R. Schlijecher, tandarts

Vreugde en dankbaarheid vervullen mij, nu ik mij zet tot het schrijven van dit artikel. Vreugde, omdat ik als Nederlandsch tandarts als eerste de Nederlandsche professie deelgenoot kan maken van de nieuwe mogelijkheden op het gebied der wortelkanaalbehandeling, die geschapen zijn door de vinding, in samenwerking met den chemicus H. E. Witsenburg, ontstaan. Dankbaarheid — omdat na vele jaren theoretische en practische studiën, na vele mislukkingen, na veel zoeken in verkeerde richting, het mij mocht gelukken een definitieve, anti-bacterieele afsluiting van de regio ramificatoria te vinden, die positief non-irritant voor de omliggende weefsels is en bovendien eenvoudig is uit te voeren. Gezien het groote belang eener dusdanige mogelijkheid, indachtig vooral de gevaren eener haardinfectie na wortelbehandelingen tot nu toe, is dankbaarheid zeker gerechtvaardigd, want de gevolgen zullen voor de conserveerende tandheelkunde en evenzeer voor brugwerk waar wortelkanaalbehandeling onontbeerlijk is, zeer verstrekkend zijn: niet minder betekenen, dan een groote stap voorwaarts bij de pogingen der tandheekkundige professie om, tot heil van den algemeenen gezondheidstoestand tot het behouden van tandelementen werkzaam te mogen zijn. Het geheele vraagstuk der wortelkanaalbehandeling kan slechts door een blijvende anti-bacterieele, weefsels niet irriterende afsluiting der wortelpunt tot een bevredigende oplossing gebracht worden, want hoe mooi de extirpatie- en sterilisatie-technieken ook zijn uitgedacht, zonder de garantie, dat het bereikte resultaat blijvend zal zijn, verliezen al die ernstige pogingen veel, zoo niet alles van hunne waarde.

Ieder tandheekkundige moet het gegaan zijn als mij: een gevoel van onbehagen bekruipt ons, zoodra wij onze manipulaties op het gebied der pulpa-behandeling doordenken. De oorzaken van dit onbehagen zijn niet ver te zoeken; ze zijn van tweeërlei aard en wel: het besef der moeilijkheden van het terrein, waarop wij moeten werken en daarnaast het besef, dat we de wetten van physica en chemie nooit kunnen ontgaan en erkennen moeten, dat in vele in zwang zijnde technieken werkzaamheden voorkomen, die juist tegen deze wetten indruischen. Anders gezegd: in de beschrijvingen van velerlei behandelingsmethoden worden denkfouten aangetroffen. De tandarts moet doordrongen zijn van de groote verantwoordelijkheid, die op hem rust, als hij zich bezighoudt met het behandelen van een wortelkanaal, omdat hij weet, dat een mislukking een hard van infectie kan doen ontstaan, waardoor in meer gevallen dan ons lief is de algemeene gezondheidstoestand van den patiënt geschaad kan worden in den vorm van rheuma, of aandoeningen van het hart e.d. Het onbehaaglijke gevoel om wortelkanaalbehandelingen — eigenlijk tegen beter weten in — uit te voeren is dan wel zeer sterk en de vraag zeker gewettigd, of wortelkanaalbehandeling in het stadium, waarin deze kunst verkeert, eigenlijk wel verdedigbaar is. Indien deze vraag onomwonden openhartig beantwoord moet worden, dan dient het antwoord te zijn: „neen”, ondanks het feit, dat er technieken zijn gepubliceerd, waardoor het mogelijk is om *a.* een pulpa steriel te extirpeeren, of *b.* om een eenmaal geïnfecteerde kanaalinhoud (gangraen) te steriliseeren, zelfs met een bacteriologische controleproef, die zekerheid geeft over het bereikte resultaat op het moment der behandeling. Wortelkanaalbehandelingen mogen hoogstens plaats vinden in beperkte mate en waar na-controle (Röntgencontrole) regelmatig geschieden kan, omdat een definitieve, de weefsels niet beschadigende, maar anti-bacterieel blijvende wortelvulling niet bestaat. Deze stelling werd nog in April 1946 door prof. Hess uit Zürich te Utrecht in zijn voordracht voor de Vereeniging van Nederlandsche tandartsen, zij het onopvallend, uitgesproken, maar in een kort privé-gesprek daarna volmondig erkend. Dergelijke erkenningen van onmacht op het gebied der wortelkanaalbehandeling door de officieele tandheekkunde kan men op vele plaatsen in de litteratuur aantreffen.

Alvorens over te gaan tot het beschrijven der methode, waardoor het thans mogelijk is geworden om — zooals de titel van dit artikel vermeldt — een wortelpunt blijvend te immuniseeren, wil ik even kort recapituleeren, welken weg ik ga om een sterielen wortelkanaalinhoud na extirpatie te behouden, of wel, na gangraen b.v., te verkrijgen.

Duidelijk spreek ik hierbij uit, dat er meer wegen naar Rome leiden om een dusdanig resultaat te bereiken. Het zou dan ook verleidelijk kunnen zijn om een uitgebreide studie samen te stellen omtrent allerlei technieken, de wordingsgeschiedenissen en gebleken bezwaren, maar aangezien ik op deze plaats slechts de bedoeling heb om een samenvatting te geven van *een complete* methode, die ik zeer eenvoudig en weinig tijdrovend durf noemen en voor elk soort praxis uitvoerbaar acht, zal ik mij op geen enkelen zijweg begeven.

I. Extirpatie na cauterisatie

Het is bekend, dat een min of meer recht kanaal niet regelmatig voorkomt, men kan zeggen: niet bestaat. Reeds in de uitgave van 1909 van Fischer's „Mundhöhle des Menschen" vindt men op blz. 88 t.m. 110 zeer duidelijke illustraties, die de illusie van het min of meer simpel rechte kanaal vernietigen. Dit feit mag als algemeen bekend aangenomen worden. Steeds moet rekening gehouden worden met het feit, dat zijtakjes van het kanaal en wel speciaal in het moeilijkst bereikbare terrein, n.l. aan de wortelpunt, veelvuldig voorkomen. Ergo is een totale extirpatie met mechanische hulpmiddelen alleen, zeker tot mislukking gedoemd. Hierop wees o.a. O. Heinemann reeds voor vele jaren en op grond van deze terreinmoeilijkheden zijn immunificatie-methoden uitgedacht.

Om die moeilijkheden van het terrein te overbruggen, beveelt O. Heinemann het gebruik van zoutzure pepsine tegelijk met de extirpatienaald aan teneinde de niet meer levende pulpadeeltjes na cauterisatie op analoge wijze als in een maag gebeurt, op te lossen. In plaats van achtergebleven propjes dood weefsel, die later als voedingsbodem voor bacteriën zouden kunnen dienen, wilde Heinemann den geheelen inhoud van het hoofdkanaal en die der fijne zijkanaaltjes in vloeibaren toestand brengen. Zijn techniek was er dan verder op gericht, de eene vloeistof door de andere te verdringen en ten slotte den heelen kanaalinhoud en dien der zijkanaaltjes met chloroform te bezetten, waarin dan hars als eindvulling kon worden opgelost. Teneinde bij de bewerking zelf geen infectie te maken geschiedt de gansche behandeling onder cofferdam en na grondige reiniging van caviteit en element met tinct. Iodii. Een zeer eenvoudig, onontbeerlijk hulpmiddel is de Flaherty-sterilisator. Deze sterilisator is niets anders dan een bakje, met vloeibaar lood boven een spiritusvlam. Een Millernaald, omwikkeld met watten, een extirpatienaald, de punten van een pincet, zijn na onderdompeling in het lood na b.v. 2 sec. positief steriel. Aangezien er momenteel door de tijdsomstandigheden geen cofferdam verkrijgbaar is, moet noodgedwongen deze techniek verlaten worden en is drooglegging van het terrein met watten en wateklem de gebrekkige vervanging. Aanstippen met tinct. Iodii van het te behandelen element, de buurelementen en het tandvleesch, is aan te bevelen.

Aangezien ik bij wortelkanaalbehandeling met gangraen veel gebruik maak van chirurgische diathermie en dus met dit hulpmiddel zeer vertrouwd ben geworden, gebruik ik bij extirpatie ook gaarne chirurgische diathermie in het kanaal, 2 à 3 seconden. Een groot voordeel is dat de extirpatie dan zoo gemakkelijk verloopt en dat geen bloeding optreedt. Als we voor oogen houden, dat de intensiteit van den stroom toeneemt als het lumen van het kanaal vermindert, dan mag verwacht worden, dat aan het einde van de vertakkingen van het kanaal, waar zij overgaan in het periodontium, door den stroom de pulpa door coagulatie als het ware wordt afgesneden. Bij nauwe kanalen, of waar men met groote moeite met een Millernaald (diathermienaald) diep naar de apex kan komen, is de overweging om met zoutzure pepsine en een spoortje rivalon met guttapercha-stopping tot een volgende zitting af te sluiten zeker niet misplaatst.

Duur dezer behandeling, inclusief cofferdam aanleggen en als geen cofferdam

verkrijgbaar is, isoleeren van het te behandelen element met watten, inwrijven met tinct. Iodii en de definitieve of tijdelijke afsluiting is — ruim genomen — 15 minuten.

II. Gangraen

De moeilijkheden bij behandeling van gangraen zijn natuurlijk belangrijk grooter. Ook hiervoor is een techniek, die gemakkelijk uitvoerbaar en weinig tijdrovend is.

Isolatie van het element met cofferdam, of bij gebrek aan beter, met watterollen. Zoutzure pepsine wordt in het kanaal gebracht met behulp van een pipetje, of desnoods door een druppel in een pincet te vatten en dezen druppel aan den kanaalingang te brengen. Verwijding van het kanaal onder bad van pepsine met Millernaalden, handreamers, vijltjes, in gemakkelijke gevallen met de boormachine. Daarna H_2O_2 33 %, chloramin, hypochloriet in het wortelkanaal. Eenige malen herhalen. Diathermie enkele seconden.

Duur dezer behandeling \pm 10—15 minuten.

De werking van diathermie in het wortelkanaal heb ik vroeger o.a. in dit Tijdschrift beschreven (Maart 1931, Juni 1931, Juli 1931), met vermelding van de resultaten in samenwerking met en onder contrôle van Dr. de Groot, directeur van het Tandheelkundig Instituut te Utrecht, van de proeven, op dat Instituut verkregen. Ook vele buitenlandsche publicaties handelen over de toepassing van chirurgische diathermie in het wortelkanaal.

In het kort zal ik hier even een samenvatting geven van den gedachtengang die aan de toepassing van dit zeer effectieve hulpmiddel ten grondslag ligt.

Diathermiestroom is een hoogfrequente wisselstroom die door levend weefsel wordt verdragen en o.a. warmte afgeeft. Zijn de polen van gelijke grootte dan is, afgezien van de verschillen in weerstand van de verschillende weefsels t.o. van den stroom, de warmteontwikkeling gelijkmatig. Naarmate de eene pool kleiner wordt gemaakt, wordt de warmteontwikkeling aan de kleine pool grooter. Zodoende kan de z.g. „medizijnische” warmte-ontwikkeling, die gebruikt wordt om doorwarming aan zieke weefsels te verstrekken, veranderd worden tot de z.g. „chirurgische”, waarmede coagulatie van levend weefsel bereikt kan worden. Wordt de kleine pool nog kleiner gemaakt (punt van een naald), dan kan met zulk een naaldpunt „gesneden” worden, d.w.z. door de groote warmteontwikkeling vlak onder de naaldpunt barsten de cellen en een gladde, niet bloedende, snede kan gemaakt worden. Hierbij dient opgepast te worden voor te hooge dosering, waardoor verkoling van het weefsel ongewenschte wondranden zou maken.

Een merkwaardige eigenschap is, dat, als een poot van het diathermie-apparaat in den vorm van een Millernaald, gevat in een naaldhouder, in het wortelkanaal wordt gebracht, dat dan de wortelkanaalinhoud gesteriliseerd kan worden.

Deze werkwijze heb ik op het congres te Parijs in 1932 voorgedragen en gemonstreerd; de proeven zijn uitvoerig verricht in het Tandheelkundig Instituut te Utrecht in samenwerking met Dr. de Groot. Officieel werd gangraen vastgesteld (bact. contr.), de tand geïsoleerd en korten tijd diathermie in het kanaal geapliceerd (enkele seconden). Onder steriele voorwaarden werden de behandelende elementen onmiddellijk door Dr. de Groot geëxtraheerd en op het laboratorium onderzocht. Zonder uitzondering werd dan steriliteit van den kanaalinhoud, ook van die der adn xen, zoomede van granulomen, geconstateerd. In ernstige scherts noemde Dr. de Groot deze methode in staat, hem als kaakchirurg voor apexresecties overbodig te maken en hij meende de toepassing van diathermie in het wortelkanaal ter sterilisatie te mogen noemen een even belangrijken stap voor de conserveerende tandheekunde als het gebruik van Röntgenologie voor de tandheelkundige diagnostiek.

Wanneer door diathermie het lumen van het hoofdkanaal gesteriliseerd blijkt, dan mag als zeker worden gesteld, dat de zijkanaaltjes van aanmerkelijk geringer diameter dat ook moeten zijn; immers, als elke elektrische stroom neemt de intensiteit ook van diathermie toe, omgekeerd evenredig aan de wijdtje van het kanaal.

Een gelukkige omstandigheid is, dat, waar bekend is dat diathermie alleen een

wortelkanaalinhoud kan steriliseeren en dit ook (met meer tijd) door de medicamenten H_2O_2 33 %, hypochloriet (B r a u n) en chloramine bereikt kan worden, de diathermie door de warmteontwikkeling (onder 100 %!) de werking dezer medicamenten verhoogt en versnelt. De combinatie blijkt dan ook een zeer gelukkige te zijn, immers tijdsbesparend, omdat de genoemde chemische en physische reacties elkander aanvullen en versterken.

In de praktijk is het al of niet gelukken eener sterilisatie van het wortelkanaal en dat der adnexus gemakkelijk en objectief te controleeren. Met een steriel pincet (Flaherty-sterilisator) wordt een paperpoint (S c h a p e r), die in formalinedamp is bewaard, in het vochtige kanaal geschoven en aldaar met guttapercha-stopping in de caviteit afgesloten. Na enkele dagen wordt onder aseptische voorwaarden (cofferdam etc.) de point uitgenomen en in broedbouillon gebracht. Indien de broedbouillon in de broedstoof op 37° na dagen helder blijft, moet de paperpoint steriel geweest zijn en, gezien den vochtigen inhoud van kanaal en adnexus en den tijd, die verstreken is, moeten de kanaalinhoud en de zijkanaaltjes ook steriel zijn. Indien de bouillon troebelt, dan was de kanaalinhoud niet steriel of op den weg van kanaal tot broedbouillon werd de point geïnfecteerd.

In mijne ervaring gebeurt zoo iets zeer zelden. Tot nu toe bleek een herhaling der behandeling, die men toepast bij getroebelde bouillon, steeds afdoende om sterciele, d.i. heldere bouillon, of sterielen kanaalinhoud te bereiken.

De beschrijving dezer sterilisatie-methode en de buitengewoon bevredigende controle-proef is aanleiding, dat vele collegae den indruk krijgen, dat zulk een behandelingstechniek niet geschikt is voor de gewone praktijk en hoogstens academische waarde kan hebben. Dit is zeer *positief niet* het geval. Voor steriliseeren liefst tevens met diathermie, zijn slechts ± 15 min. noodig, inclusief cofferdam etc. Zelden of nooit behoeft deze zitting herhaald te worden. In aansluiting met een bacteriologische controle-proef als beschreven, wordt de zitting met enkele minuten verlengd. Het controleeren van de point in bouillon vergt een tweede zitting, maar deze duurt niet langer dan b.v. 10 minuten en zulk een zitting is wel zeer goed besteed, want zij geeft den operateur zekerheid omtrent den uitslag van zijn werk.

III. Résumé : een steriele kanaalinhoud is na cauterisatie en extirpatie te behouden. (Cauteriseeren zelf is reeds steriliseeren, onder voorbehoud, dat de caviteit van waaruit het wortelkanaal bereikt wordt, behoorlijk is gereinigd!) Een geïnfecteerd kanaal is in korten tijd met weinig inspanning steriel te maken. Een geringe inspanning méér en het al of niet gelukken der bewerking is nog bacteriologisch aantoonbaar ook.

Onafhankelijk ervan, of men bovenomschreven techniek al of niet heeft toegepast volgt thans :

IV. De definitieve afsluiting van het te voren geleegde, resp. gesteriliseerde kanaal.

Hiermede kom ik tot het eigenlijke onderwerp dezer publicatie: *blijvende immunisering van de wortelpunt met zilver*.

Overwegende, dat een neutrale, vaste afsluiting door de anatomische moeilijkheden niet lukt, (b.v. en o.a. de pogingen om in acetone, of chloroform hars op te lossen en door verdamping van het oplosmiddel een dichte afsluiting van kanaal en zijkanaaltjes te krijgen, mislukken, omdat het volume van het hars kleiner wordt, de wortelvulling m.a.w. krimpt en er lacunes ontstaan, waar men later bacteriën verwachten mag, welke dan ook steeds gevonden worden) en er dus slechts middelen overschieten als „dauer antiseptikum”, die uit hoofde van hun eigenschappen een prikkelende werking moeten uitoefenen en anders geen antisepticum meer zijn, had ik op theoretische gronden reeds lang het oog gevestigd op *zilver*. Immers, uit ruime ervaring is bekend, dat zilver weefsels niet beschadigt en door de oligodynamische werking bacteriën belet in de *omgeving* tot ontwikkeling te komen. De moeilijkheid was om een „vehikel” te vinden om zilver tot in de

fijnste kanaaltjes te kunnen brengen. Zilver als zoutoplossing in de kanalen te brengen en aldaar als spiegel neer te slaan, zooals Percy Howe voor caviteten beschrijft, kan natuurlijk niet in aanmerking komen door de zeer sterk etsende werking van zilvernitraat, die op de periapicale weefsels te verwachten zou zijn. Het is onnoodig uit te weiden over de vele litteratuur, die gelezen moest worden, noch om alle wegen, waarlangs het onderzoek liep en die afgespeurd moesten worden, nog eens te verhalen. Genoeg zij, dat het den chemicus H. E. Witsenburg tenslotte gelukte om een vloeistof samen te stellen, die 20 % zilver bevat, een heel lage viscositeit heeft (alcohol) en waaruit zilver door middel van een electrolyt gemakkelijk en vlug in zeer fijn verdeelden toestand „neerslaat.” Deze vloeistof doopten wij *jetri* (*jetri* is in het sanskrit: overwinnaar). Zoo eenvoudig als dit moge lijken, zoo ingewikkeld en vooral „vreemd” is het geweest deze vloeistof te maken. Tot nu toe onbekende gebieden uit de colloïd-chemie moesten doorzocht worden, want wel is colloïdaal zilver reeds lang bekend, maar in waterige oplossing en in uiterst geringe concentratie.

Eigenschappen van het door Witsenburg gemaakte jetri.

Jetri is een alcoholische, colloïdale zilver-suspensie, die behalve ruim 17 % zuiver zilver ± 2 % schutcolloïd bevat. Door de bijzonder groote dispersie van dit zilver is de vloeistof blauw-zwart gekleurd. De grootte van de erin zwevende zilverdeeltjes is ten hoogste 0.001 mm, waardoor ze met monochromaat blauw licht in de ultra-microscop zichtbaar zijn. Behalve deze partikeltjes bevat de vloeistof ook nog deeltjes van kleiner doorsnede tot waarschijnlijk mono-moleculaire deeltjes toe. In het algemeen kan gezegd worden, dat de grootte der deeltjes zich bevindt tusschen 0,00004 mm en 0,001 mm. Na het inbrengen van deze vloeistof in een nauw kanaal kan uitvlokking van metallisch zilver in belangrijk toegenomen grootte der deeltjes verkregen worden door toevoeging van een electrolyt, aan welker samenstelling nog bijzondere aandacht moet worden besteed om te voorkomen, dat juist in nauwe kanalen de toegevoegde electrolyt ook de geheele ingebrachte colloïdale suspensie voldoende snel kan bereiken, daar anders het gevaar zeker niet denkbeeldig is, dat vooral in de verst verwijderde en nauwste deelen van het kanaal het zilver in den hierboven omschreven bijzonderen colloïdaal-toestand zou blijven, waardoor de kans groot is, dat door diffusie de zilverdeeltjes zouden verdwijnen en dat deel van het kanaal daardoor onbeschermd zou zijn. Met de gebruikte speciale alcoholische electrolyt is dit volkomen uitgesloten.

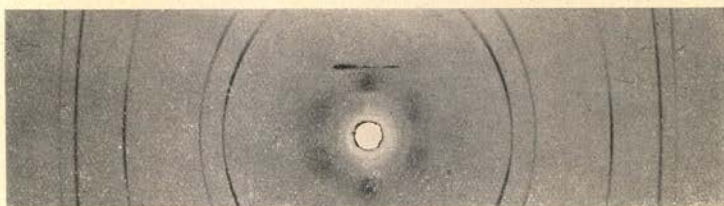
Ten bewijze, dat zuiver metallisch zilver op deze wijze uitgevlokt wordt zijn twee Debye—Scherrer diagrammen bijgevoegd.

Fig. H 1007 vertoont de vier bekende Ag. lijnen, gemaakt door opname van een staafje zuiver zilver. Fig. H 1008 bevat een opname van een monster gepraecipiteerd zilver, verkregen uit een actueel gepraecipiteerd *jetri*. De overeenkomstige lijnen uit het Röntgenspectrum H 1007 zijn op het diagram H 1008 op gelijke wijze gemerkt.

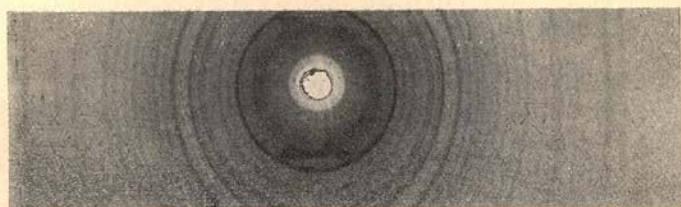
Jetri wordt in ampullen vervaardigd door de Amsterdamsche Chininefabriek. Een fleschje speciale praecipitaatvloeistof behoort hierbij. Elke ampulle is voldoende voor een behandeling, hetgeen als voordeel biedt, dat niet door verdamping van alcohol ontijdig praecipitatie kan ontstaan en voor elke bewerking de vloeistof gegarandeerd in goede conditie is.

Techniek voor definitieve kanaalafsluiting

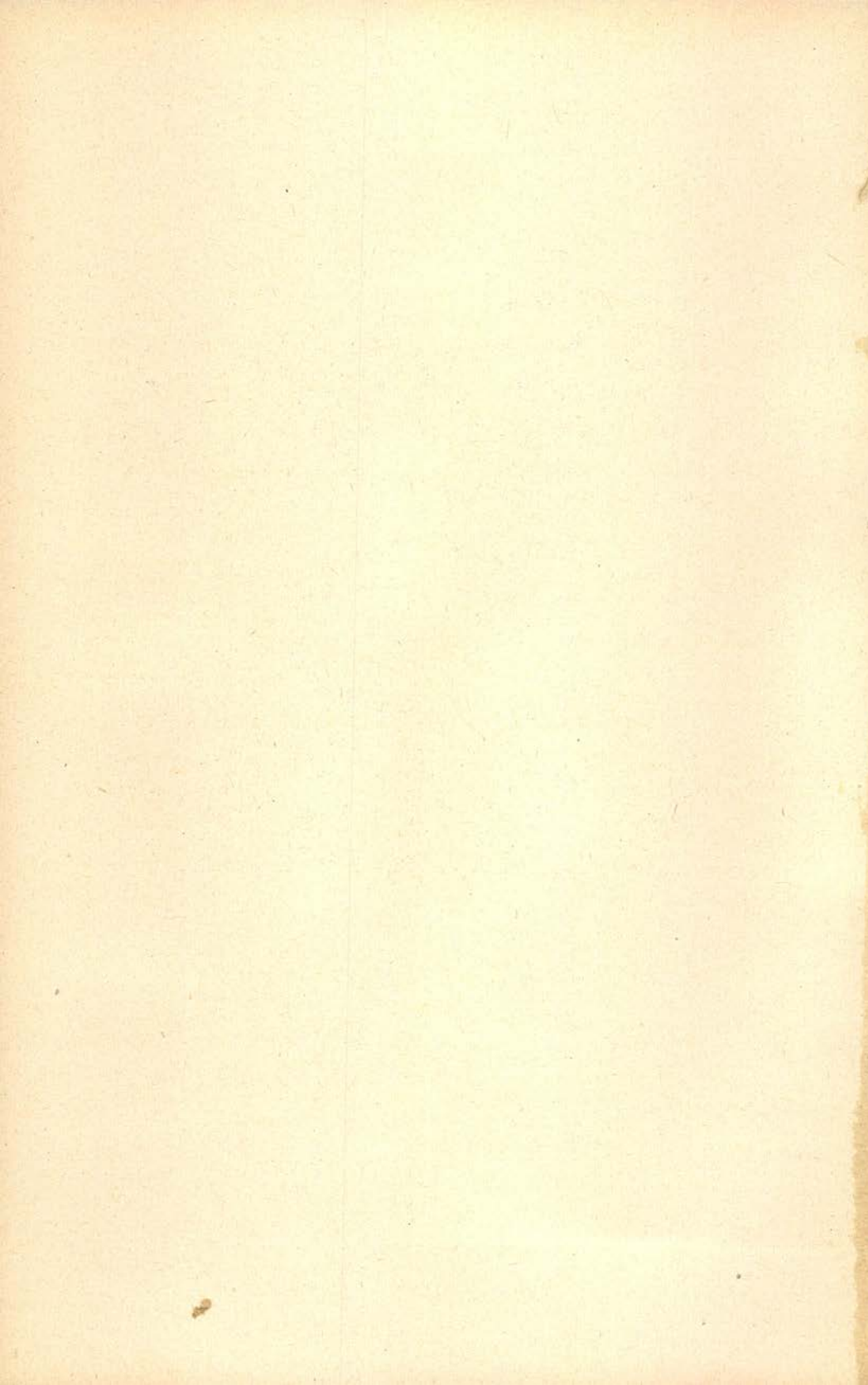
De techniek voor toepassing is uiterst eenvoudig. Als het kanaal steriel is gebleven of gebleken, wordt met een injectiespuit, pipetje met fijne punt, of desnoods eenvoudig met een pincet een druppel gevat en aan den kanaalingang gebracht. Voor de bovenkaak houde de patiënt het hoofd achterover. Caviteit en kanaal zijn te voren zeer zorgvuldig gedroogd (alcohol, warme lucht, warme naald). Krachtens de eigenschappen van *jetri* dringt deze vloeistof dadelijk door, ook in de fijne



H 1007



H 1008



zijkanaaltjes. (Capillaire werking eener vloeistof met lage viscositeit). Dat zulks inderdaad geschiedt, kan gemakkelijk worden aangetoond. Als men n.l. een geëxtraheerd element met gelegden kanaalinhoud vat in een wattenprop met alcohol en men brengt jetri in het kanaal, dan ziet men oogenblikkelijk een zwart puntje aan de apex en, indien er zijkanaaltjes zijn, ook terzijde, nabij de apex.

Indien men zulk een element met een steen op de boommachine voorzichtig aan den zijkant op den wortel afslijpt, dan kan men den zwarten neerslag overal, waar het kanaal zijkanaaltjes heeft, met het bloote oog waarnemen. Onder een sterke loupe ziet men dan glinsterende korreltjes als een soort miniatuur-anthraciet.

Na het inbrengen van jetri wordt de praecipitatievloeistof (een electrolyt) aan den ingang van het wortelkanaal gebracht met een watje en het zilver in het kanaal „slaát neer”, „vlokt uit” of „groeit”. Deze vreemde uitdrukkingen mogen gebruikt worden, omdat colloïd-chemici niet met zekerheid kunnen zeggen, wat deze toestandsverandering precies is. Physisch-colloïd-chemisch kan men aan deze toestanden namen geven, zooals men wil, *maar Ag verschijnt op de gewenschte plaatsen in tot dusverre ongekend fijn verdeelden toestand en dat is precies, wat we nodig hebben!* De uiterst fijne verdeling — het aantal moleculen op een hoopje is b.v. 500 of 1500 maar zeker niet millioenen of milliarden, waaruit andere korreltjes Ag bestaan — verhoogt aanzienlijk de oligodynamische werking, omdat de oppervlakte zoo enorm groot is, ook bij zeer kleine hoeveelheden, dat een vergelijking met ander zilver eenvoudig niet meer mogelijk is. Deze sterke oligodynamische werking is bacteriologisch aangetoond. Een cultuur van streptococci, uit het wortelkanaal genomen, groeit n.l. met een breedte van millimeter, dat men bereid heeft uit de colloïdale suspensie. De breedte van den kier is méér dan 1 mm! en is breeder dan die welke ontstaat met zilverpoeder, of vast zilver. Deze breedte is ruimschoots voldoende voor de fijne zijkanaaltjes, aangezien deze afmetingen hebben, van de orde van grootte in tienden van mm. Een uiterst geringe hoeveelheid zilver, op bovenomschreven wijze in het kanaal gebracht, moet dan ook op theoretische gronden afdoende zijn, om het kanaal steriel te houden, terwijl prikkeling van periapicaal weefsel met stelligheid uitgesloten blijft. De techniek is trouwens van dien aard, dat een beschadiging door het inbrengen eenvoudig onmogelijk is.

De klinische resultaten zijn zóó goed, dat ik ze verbluffend durf noemen. Elementen, rijk voor de tang, en omgeven door pus, kunnen in ééne (eene!) zitting van 20 à 30 min. voorbehandeld worden, als boven voor gangraenbehandeling beschreven.

Jetri wordt ingebracht, „neerslag” gemaakt, desnoods eenige malen herhaald, het geheel zorgvuldig *gedroogd* (alcohol, warme lucht, warme naald) en meteen hermetisch afgesloten. Tot nu toe is er nog niet één mislukking geweest, *subjectieve* klachten bleven uit en den volgenden dag was de percussietoon helder.

Het is jammer, dat op deze wijze in het kanaal gebracht zilver Röntgenologisch niet aantoonbaar is. De hoeveelheid is n.l. te gering en vergelijkbaar met een laagje dentine extra van 0.01 mm. Dit is geen fout van de methode, wèl een „Schönheitsfehler”. Maar jammer blijft het. Er mag niet verwacht worden, dat een practische Röntgen aantoonbaarheid van zilver nog volgen zal. Dit is op een, voor mij afdoende wijze bestudeerd in het laboratorium der Technische Hoogeschool te Delft. Wel mocht het mij gelukken Ag op een foto te krijgen in een bijzonder gunstig geval en waar ik 10× Jetri inbracht en praecipiteerde, maar alleen in het wijde lumen van het kanaal.

Résumé van wortelvulling: Afvullen, d.w.z. ten slotte afsluiten van het wortelkanaal met Jetri is heel eenvoudig en weinig tijdroovend. De techniek is niet anders dan inbrengen van een druppel vloeistof in het wortelkanaal, daarna wortelkanaal-ingang bevochtigen met een watje, in praecipitaat vloeistof gedrenkt en dan drogen. Dit drogen moet zeer zorgvuldig geschieden. Het bijbrengen van alcohol 96% met het doel te drogen is voor het praecipiteeren geen bezwaar, want ook zuivere alcohol is voor Jetri een praecipiteervloeistof.

Jetri dringt in fijne kanalen door krachtens zijn eigenschappen van vloeistof van lage viscositeit. De praecipiteervloeistof dringt krachtens zijn eigenschap alcoholisch te zijn, in het Jetri met kracht en voortvarendheid door.

De voordeelen zijn:

- 1°. het blijvend steriel houden van hoofdkanaal en fijne zijkanalen door oligodynamische werking.
- 2°. de uiterst eenvoudige techniek, die weinig tijd vraagt.
- 3°. het doordringingsvermogen van Jetri krachtens zijn fysieke eigenschappen.
- 4°. het doordringingsvermogen van electrolyt voor zilver metallisch uit te vlokken krachtens zijn fysieke eigenschappen.
- 5°. de onmogelijkheid om eenig weefsel te beschadigen.

Deze voordeelen zijn zoo groot, dat de „Schönheitsfehler“ n.l. de onmogelijkheid om na afloop der behandeling, Ag Röntgenologisch aan te toonen, daarbij in het niet verzinkt.