

Het bijzondere systeem: de kaken *)

door P. H. Buisman.

Wanneer ik op dit ogenblik de aandacht vraag voor dit centraal in de aangezichtsschedel geplaatste orgaansysteem, dan heeft zulks een bijzondere rechtvaardiging. Want van geen onderdeel van het aangezicht, en wellicht van het gehele organisme zijn zo duidelijk de voortdurende veranderingen af te lezen, die zich in het lichaam voltrekken, als juist aan de kaken; zij toch zijn de dragers van die bijzondere anatomische vormsels, de tanden, voor welke bouw en samenstelling in het verdere organisme geen object van vergelijking wordt aangetroffen. In geen orgaan is van ontstaan, groei, bloei, slijtage, verandering tijdens de verschillende leeftijdsfasen en de uiteindelijke ondergang van het individu een zo aanschouwelijk beeld vervat als juist in die delen van het gelaat, waarin het kauworgaan functioneel is ondergebracht.

Hierover op deze plaats te spreken vindt tevens zijn beweegreden in de omstandigheid, dat in de latere jaren het inzicht is gegroeid in de biologische factoren, waardoor de levenskromme van het gebit wordt beheerst en waaruit de tragische neergang kan worden verklaard. Dit is temeer van belang omdat de kaken met de tanden, ten dele de aanhechting maar tezamen de vaste onderlaag vormen en dus steun verlenen aan de functie der mimische spieren, welke harmonische werking een overheersende rol vervult bij de karakteristieke uitdrukking van het gelaat en de wisselende, en daardoor levendige gelaatsexpressie tot markante weerspiegeling maakt — gewild of ongewild — van de gevoelens en gewaarwordingen van het ogenblik.

*) Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de Tandheelkunde, op 16 Mei 1949.

Niets verraadt uiterlijk bij de pasgeborene, dat het inwendige van zijn nietige, haast nog vormloze kaken geheel is opgevuld met tandkiemen, die al in een vergevorderd stadium van ontwikkeling verkeren en waarvan de verkalking der melktanden voor tweederde, reeds vier maanden vóór de geboorte werd ingezet. De onderkaak bestaat, om deze kiemen te bergen, uit een groef waarvan de bodem slechts iets dikker is dan de zijwanden.

Het behoeft geen betoog dat de lengtegroei der toekomstige tanden en de successieve verkalking voortdurend meer ruimte opeisen en aanleiding zijn tot een verticale groei van de kaakranden, die weldra ook zichtbaar de dragers zullen zijn van het geleidelijk doorbrekende melkgebit.

De lengtegroei van de kaken, nadat het melkgebit zijn plaats heeft ingenomen, wordt na het 4e jaar voor een aanzienlijk deel beheerst door het groei- en doorbraakpotentieel van de drie achtereenvolgens achter in de tandenrijen doorbrekende ware kiezen van het blijvende gebit. In de bovenkaak zijn zij ondergebracht hoog in de achterwand, om stuk voor stuk geleidelijk af te dalen tot het niveau van het reeds doorgebroken gebit, aldus plaats makend voor de enige jaren later volgende kies om zich op die verborgen plaats eveneens te ontwikkelen. Bij die afdaling draait de aanvankelijk achterwaarts gerichte kroon een kwart slag naar beneden, terwijl de in lengte toenemende kaak in zijn geheel aan een voorwaartse verplaatsing is onderworpen.

In de onderkaak liggen de kiemen der blijvende kiezen nog opgeborgen in de ramus ascendens, het gewrichtdragende verlengstuk, om bij hun achtereenvolgende ontwikkeling zich eveneens een kwart slag, maar nu opwaarts om te draaien en hun plaats in te nemen tussen de reeds doorgebroken voorganger en de opgaande tak, die hun tijdens de groei tot schuilplaats diende.

Niet alleen als kweekplaats voor de blijvende kiezen, ook bij de lengtegroei en de verticale ontwikkeling van de onderkaak zelf speelt de opgaande tak een voorname rol. In 1940 stelde Brodie vast dat de kraakbeen-bekleding van het gewrichtskopje het belangrijke groeicentrum bevat van de onderkaak. Het zich aldaar snel ontwikkelende kraakbeen wordt tezelfdertijd niet verkalkt, doch inwendig geheel vervangen door beenweefsel, daarbij de rol vervullend van het epiphysaire kraakbeen bij de lengtegroei der lange pijpbeenderen. Dit aldus voortdurend aangroeiende gewrichtskopje, (bij die groei vergezeld door het uitsteeksel, waaraan de

slaapspier is vastgehecht) verleent aan de ontwikkeling der onderkaak een schuinbenedenwaartse vormvergroting, waarvan de horizontale ontbondene, de verplaatsing van de kin dus, in harmonie is met de zoëven genoemde voorwaartse groei van de bovenkaak, tezamen passend bij de gehele ontwikkeling van de aangezichtschedel. De benedenwaartse groeiverplaatsing van het lichaam van de onderkaak vindt naar boven compensatie in de groei van de tandkassen, waardoor het contact der tandrijen wordt bewaard.

Maar niet alleen de lengtegroei, ook de breedte der gebits-elementen, die bij voorbaat in de tandkiem ten volle aanwezig is stelt eisen aan ruimte, waaraan moet worden voldaan. Voor het melkgebit, dat na twee en een half jaar in zijn geheel functioneert, is door voorwaartse groei, verlenging van de kaken, voldoende plaats beschikbaar. Voor het zich tezelfder plaatse ontwikkelende blijvende gebit is het ruimte-probleem, dat de natuur heeft op te lossen, minder eenvoudig, ja zelfs nijpend. Dit ruimteprobleem, hetwelk in de kleine kinderschedel ruimtegebrek betekent, maakt het de natuur onmogelijk om in de kinderkaken met één dentitie te volstaan; voor de bij het volwassen gezicht passende, d.w.z. brede tanden is eenvoudig nog geen plaats. Een, voorlopig klein stel tanden en kiezen is ingelast om de kaken tijd te gunnen hun vorm aan die van het, voor het verdere leven bestemde gebit aan te passen. Dit aanvankelijke ruimtegebrek alleen, niet het veelal veronderstelde gemis aan duurzaamheid der tandconstructie, geeft een verklaring voor het bestaan van twee dentities.

Ondanks deze oplossing moet nog met de ruimte gewoekerd worden. Voor de blijvende tandkiemen, waarvan, zoals reeds werd opgemerkt, de volle breedte bij de verkalking reeds is vastgelegd, is naast elkaar geen plaats achter de wortels der kleine melktanden; een coulissengewijze of gedraaide rangschikking biedt de oplossing, waarvan de overeenkomstige doorbraak bezorgde ouders nodeloos schrik aanjaagt. Nodeloos omdat (wanneer althans geen andere oorzaak aanwezig is) deze elementen vanzelf door de druk van tong en lippen hun normale stand verkrijgen en van deze op elkaar gedrongen situatie der tandkiemen een machtige prikkel uitgaat ten gunste van een zo noodzakelijke concentrische breedtegroei der kaken, mede om deze gelijke tred te doen houden met de groei van de overige delen van de aangezichtsschedel. Deze breedtegroei manifesteert zich aan het einde van het 4e jaar in het ontstaan van ruimten tussen de melktanden. Maar hiermede is het vraagstuk der

ruimte-economie niet ten volle opgelost. Daarvoor is nog nodig een étagegewijze rangschikking der tandkiemen, waarbij aan de bovenhoektanden een verdieping hoger, ongeveer bij de binnen ooghoek, de onderhoektanden een verdieping lager in de kaak is aanwezig. Een rangschikking, waaraan tevens de verklaring kan worden ontleend voor de doorbraak dezer hoekstenen nadat de eerste voorkezen hier hun plaats in het blijvende gebit bereids hebben ingenomen.

Maar niet alleen de breedtegroei, ook de ontwikkeling in lengte van de kaken hangt ten nauwste samen met de drang der gebits-elementen naar hun plaats in het gelid der tandrijen. De ontijdige toepassing der extractie als eenvoudige en radicale geneeswijze voor juveniel tandlijden neemt met het pijnverwekkende element helaas tevens de *groei prikkel* weg, die de kaak nodig heeft om tot normale wasdom te geraken van het volgroeide kaakbot. Anders gezegd: het verwijderen van een kies uit de nog in ontwikkeling zijnde kaak heeft een evenredig uitvallen van het daarin vertegenwoordigde groeipotentieel tot gevolg. Sterk in het oog lopende gelaatsmisvormingen door verschrompeling van vooral de onderkaak door het uitvallen van deze groeiprikkel zijn het overblijfsel van een beenmergontsteking in de jonge jaren, waarbij de tandkiemen in het ontstekingsgebied gewoonlijk verloren zijn gegaan. Laten wij deze catastrophale aandoening verder buiten beschouwing, dan wordt de groeiprikkel feitelijk ontnomen aan het achter de extractie-ruimte thuis horende element, dat (behalve onder de invloed van een verderop te bespreken biologische kracht) langs de weg van de minste weerstand in schuine richting in de kunstmatig geschapen ruimte versneld doorbreekt en zich daar a.h.w. gemakshalve nestelt. Met dien verstande dat bij extractie van melkmolaren de onderliggende kiem als obstakel werkt en het onheil ten dele stuit. Het „ten dele” moge hier onverklaard blijven om orthodontische uitweidingen te ontgaan.

Ging het tot dusver om de ontwikkeling der kaken, vooral onder de invloed van de vorming en doorbraak der gebits-elementen, ook het mechanisme van de doorbraak verdient voor de verdere beschouwing enige aandacht. Het innemen van zijn functionele plaats door de nog slechts ten dele ontwikkelde tand wordt mogelijk gemaakt eensdeels door de groei van de wortel, daarnaast door de vorming van been onder de kiem, waarbij de omvorming van het oorspronkelijk deze omhullende tandzakje tot een soort hangmat,

de tand belet in de kaak naar beneden te groeien. De tand wordt door deze beide factoren gedwongen zich rechtstandig omhoog te bewegen en door druk het zich daarbij in de weg bevindende been en tandvles tot oplossing te brengen. Inmiddels gaat aan deze doorbraak een snelle groei van de kaakrand gepaard, die mede het doorbraakproces zijn lineaire afmeting verleent. Deze dynamiek wordt een halt toegeroepen zodra het element zijn antagonisten ontmoet; de *actieve* doorbraak is hiermede ten einde, met dien verstande dat nog enige verschuiving nodig is om de goede interdigitatie, het wederzijdse in elkaar sluiten van kauwheuvels en -groeven, en over elkaar glijden te bewerkstelligen. Aan het einde van deze actieve doorbraak vindt men dus de toestand dat slechts een deel van de anatomische tandkroon zich buiten het tandvles bevindt, de rest van de kroon en de nog onvoltooide wortel steken in de kaak.

Is nu met het op elkaar sluiten en in elkander grijpen van de wederzijdse tandenrijen de functie van kauworgaan tot stand gekomen, dan is aan alle voorwaarden van de doorbraak voldaan. Physiologisch ware alzo niets meer nodig dan een aanpassing met het oog op de afslijting, waaraan het gebit uit hoofde van zijn functie onderhevig is. Maar hiermede is de doorbraak naar omvang niet bepaald; zij gaat door, alleen in een andere vorm en tempo. Want wat ziet men gebeuren? Nu de kroon zich niet verder uit de kaak kan verheffen kruipt de tandvleszoom terug in de richting van de wortel, doordat de ringvormige bevestiging van de bekleedende cellaag, die het tandvles met het tandglazuur verbindt, voort gaat met aan de uiterste rand los te laten, waardoor dus een steeds groter deel van de tandkroon voor de dag komt. Want met de geleidelijke loslating van deze epitheelaanhechting van tandvles aan glazuur smelt ook de daaronder gelegen rand van de tandkas evenredig weg. Er komt na een zeker aantal jaren een ogenblik waarop dit proces zover is voortgeschreden dat de gehele anatomische tandkroon is zichtbaar geworden; de klinische, d.w.z. de zichtbare en anatomische kroon zijn nu aan elkaar gelijk. Maar ook deze mijlpaal betekent niet het einde van dit natuurlijke verschijnsel, hetwelk *Gottlieb* ter kenschetsing als de *passieve* doorbraak heeft onderscheiden. Deze raadselachtige, onophoudelijke, zij het individueel naar omvang en tijd zeer sterk wisselende wortelwaartse woekering van de epitheelaanhechting kent geen bepaalde grens; na de anatomische kroon schuift zij zich verder ook

langs de wortel omlaag of omhoog, hoe men het zien wil. En eens zal het ogenblik komen dat ook de gehele wortel, van zijn bevestiging in de kaak beroofd, zal zijn doorgebroken en uitvallen gelijk dit in de jeugd zij het ook door een geheel ander mechanisme en met geheel andere consequenties, met de melktanden het geval is geweest. Volgens het schema van H u l i n zou deze vorm van fysiologisch ouderdomsverval zich voor het gehele kauworgaan op 95-jarige leeftijd hebben voltrokken. Het behoeft echter geen betoog dat de steeds ongunstiger wordende verhouding tussen de in lengte toenemende hefboomsarm van het doorgebroken gedeelte ten opzichte van de steeds kleiner wordende, overblijvende bevestiging tot een overbelasting van het element leidt, waarvan de pathologische gevolgen het uitstotingsproces verhaasten. Afgezien echter van deze bijkomende ziekelijke omstandigheid hebben wij volgens G o t t l i e b dit onafwendbare, maar normale fysiologische verloop niet anders op te vatten dan als een ononderbroken doorbraak van het gebit, die met het eerste verschijnen van de kroontop begint en in de uitstoting van de tand zijn afsluiting vindt.

Bij het begin van deze schets van het doorbraakproces werd gewezen op de gecoördineerde groei van been en wortel om de tand naar het niveau van het kauwvlak te stuwen. Dit vermogen van de tandkas tot lengtegroei door nieuwe beenvorming blijft ook verder nog bestaan. Eensdeels is dit het middel om de reeds genoemde afslijting, dus korter worden van de kroon biologisch te vereffenen. Maar deze latente kracht treedt te allen tijde onmiddellijk in werking wanneer en zodra de kauwdruk uitvalt door verlies van de antagonist, hetzij door tandbederf of als gevolg van de kunstmatige verwijdering (tandextractie). Aldus functieloos geworden groeit deze kies steeds verder boven het niveau van het kauwvlak uit tot een nieuw contact is verkregen, hetzij met de wortelstomp dan wel met het tandvlees van de andere kaak.

Nog een andere geheimzinnige, maar doelgerichte kracht leeren wij reeds kennen in de neiging van doorbrekende elementen om zich ook in voorwaartse richting te verplaatsen tot contact met de achterste tand in de rij is verkregen. De afslijting, vooral van de kiezen, vindt niet alleen aan het kauwvlak, maar ook op de bolle aanrakingsvlakken der naast elkaar staande elementen plaats, waarbij de oorspronkelijke contactpunten door de, zij het geringe beweeglijkheid in de tandkas tot contactvlakken worden vervormd. De kiezen worden bijgevolg iets kleiner van diameter. Dit zou zich

merkbaar maken in het ter plaatse ontstaan van spleetvormige ruimten, hinderlijk door het vasthechten van vezelige spijsresten en ophoping daarvan op de, tussen de tanden verheven tandvleespapil, als deze latente voorwaartse druk niet zorgde voor de handhaving van dit contact. Welke waarde deze physiologische verschuiving vertegenwoordigt laat zich duidelijk waarnemen bij individuen en vertegenwoordigers van primitieve volken, die, zoals tabakpruimers of Eskimovrouwen bij het kauwen van de te naaien zomen van dierenhuiden, hoge en langdurige eisen stellen aan hun kauworgaan: de oorspronkelijke contactpunten zijn herleid tot contactvlakken, die vaak de gehele breedte van de tandkroon beslaan. Over de door deze normale afslijting tevens onderhouden harmonie tussen de versmalde z.g. interproximale ruimte, en de onder de invloed der passieve doorbraak in omvang gereduceerde tandvleespapil moge hier verder worden gezwegen.

Vraagt men nu, hoe gaat deze verplaatsing in het stugge bot in zijn werk, een materiaal dat immers niet kan uitwijken, dan opent zich een belangwekkend gebied van kennis omtrent de voortdurende vormverandering, waaraan dit op twee na *) hardste weefsel is onderworpen. Het eerste biologische kenmerk van been, dat materiaal-technisch over een grote druk- en trekvastheid en elasticiteit beschikt, is — hoe paradoxaal het ogenschijnlijk moge lijken — zijn bijzondere plasticiteit, een vervormbaarheid die alleen tot stand kan komen door afbraak ener- en opbouw anderzijds. Buitengewoon gevoelig voor druk, ondanks de algemene belasting waaraan het bij voortduring wordt onderworpen, beantwoordt het beenweefsel deze prikkel ter plaatse met oplossing van de organische grondstof en tevens van de minerale bestanddelen, door het mobiliseren van speciaal daarvoor uit samensmelting van bepaalde bindweefselcellen tot grote, in veelkernige eenheden omgebouwde, z.g. osteoclasten. Trek daartegenover leidt tot nieuwe beenvorming, waarvoor ook speciale, kleinere, kubusvormige cellen in het geweer worden gebracht, die zich normaal in de naar het bot gekeerde, doorlopende laag van het beenvlies van die taak kwijten. Elders differentiëren zij zich uit anders gespecialiseerde cellen. Ontstaat de genoemde prikkel tot beenvorming, dan scheiden die cellen een stof af, die de benige matrix vormt, welke onmiddellijk daarna verkalkt wordt. Hoe die prikkel tot deze beide werkingen zich aldus realiseert is nog een zaak van veronderstellingen.

*) glazuur en tandbeen.

Beschouwt men dit voorwaartse streven van de tand als een druk *) op het van voren in de weg staande beenweefsel en aan de achterzijde als trek door middel van het wortelvlies op het daarmee verbonden bot van de tandkas, dan leidt de uit het eerste voortvloeiende beenoplossing tot de nodige bewegingsmogelijkheid. De trek aan het achterwaarts gelegen bot resulteert in een functionele prikkel tot nieuwvorming van been. Het is dus min of meer als met een ijsbreker die zich moeizaam in een ijsveld voortbeweegt, waarbij achter de boot het ijs weer aaneenvriest. Het is deze specifieke eigenschap van beenweefsel, die in de orthodontie, bij het verplaatsen van verkeerd staande tanden wordt uitgebuit. Blijft daarentegen de uitgeoefende druk binnen functionele grenzen in de richting waarin hij wordt uitgeoefend, dan leidt hij tot versterking, d.i. vermeerdering van beenweefsel, hetzij in omvang van de dichte beenomhulling (compacta) of van de inwendige structuur (mergholte), waarbij het aantal beenbalkjes niet alleen vermeerderd, doch deze ook worden omgebouwd in de richting van de druk. Dit alles in dien zin, dat met een minimum aan materiaal naar de constructief grootste sterkte wordt gestreefd. Het steunende beenweefsel van kiezen, die door verlies van de tegenbijter aan de normale kauwdruk onttrokken worden, lijdt omgekeerd weldra schade in zijn architecturale structuur: de beenbalkjes worden geringer in aantal en dikte, waarbij uitdrukking wordt gegeven aan de verminderde functie. Wanneer echter door een artificiële, tandheelkundige constructie, b.v. een brug, het buiten werking zijnde element weer in de kauwactie wordt ingeschakeld, neemt ook de inwendige beenstructuur rondom de tand weer een gecompliceerder vorm aan. Het microscopisch-ontleedkundig onderzoek heeft klaarheid gebracht in het mechanisme dezer voortdurende aanpassing aan zich wijzigende functionele behoeften. Voorwaarde is een zekere bestendigheid van de wijziging, niet alleen opdat het zin heeft dat het weefsel er zich op gaat instellen, doch ook omdat het ombouwproces tijd vergt, al is het binnen enge grenzen.

Nog is het beeld dat zojuist ontworpen werd niet volledig, want elke, zij het ook summiere verklaring werpt nieuwe vragen op. Zoals gezegd, been, dus ook het bot der kaken, is ook bij de volwassene in een voortdurende staat van vernieuwing bij ogenschijnlijk gelijkblijvende uiterlijke bouw. Tijdens de groei wordt aan de buitenzijde nieuw been afgezet, hetwelk na het bereiken van een

*) in feite door het wortelvlies.

zekere dikte begeleid wordt door oplossing in het inwendige, waarbij vast been wordt omgebouwd tot sponzig been onder de vorming van beenbalkjes, zodra de totale dikte van het been de grenzen der mechanisch noodzakelijke sterkte overschrijdt. Het economische principe der natuur is gericht op maximale sterkte bij een minimum aan materiaal. Ook de algehele uitholling van de bovenkaak, die bij de pasgeborene nog massief is, tot een restant van dunne wanden, moet aldus worden verklaard. Dat hierbij de sterkte niet in gevaar gebracht wordt blijkt uit het feit dat de ogenschijnlijk zo luchtig gebouwde bovenkaak, volgens *W e t z e l*, het 80 tot 90-voudige verdraagt van de gemiddelde kauwdruk. Beenweefsel waaraan uit een oogpunt van sterkte geen behoefte (meer) is wordt afgebroken, d.w.z. opgelost.

Naast de breuk- en trekvastheid is vooral ook de taaiheid van het been een belangrijke eigenschap, en het gevolg van de talrijke kalkrijke vezels, tot bundels verenigd, die het in verschillende richtingen doorkruisen. Het zijn deze vezels, genoemd naar hun ontdekker *S h a r p e y*, die ook de sterkte van het wortelvlies beheersen en zich vanuit het bot van de tandkas in de cementbekleding van de wortel voortzetten en verankerd zijn. Zij zijn het, die de trek bij verplaatsing van de tand op het bot, maar ook op het wortelcement overbrengen en niet alleen tot nieuwvorming van beenweefsel leiden, maar ook het cement als verwant weefsel prikkelen tot verdikking. Wanneer een tand zich nu in de kaak verplaatst moet men zich voorstellen dat bij oplossing van been de vezels van Sharpey daaruit ten dele vrijkomen en in de onmiskenbare, zij het korte perioden van rust in het afbraakproces tijdig opnieuw bevestigd worden. De trek aan de andere zijde prikkelt het been en cement om door nieuwvorming de vrijkomende vezels met een nieuwe laag te omhullen, ongeacht nog de vezels, die in dit proces onophoudelijk nieuw gevormd worden. Aldus wordt de continuïteit in het bestaan en de functie van het wortelvlies temidden der processen van opbouw en afbraak gewaarborgd. Op de dikte van dit sterke, doch in gezonde toestand zeer dunne vlies (gemiddeld bij volwassenen slechts drie tiende millimeter) is ook de functie van invloed. In zijn taak van hechte verbinding tussen de tandwortel en de tandkas, wordt het bij geringe belasting tijdens de kauwactie dunner en de regelmatige rangschikking der vezels gaat verloren. Functieherstel door hernieuwde belasting van het element (b.v. door inschakeling als brugpijler), kan binnen

physiologische grenzen tot regeneratie leiden, gelijk dit ook bij het been van kaak en tandkas (waarop reeds werd gewezen) het geval is.

Wanneer wij derhalve de uiterlijke vormbestendigheid van de volwassen kaak moeten zien als een evenwicht tussen de voortdurende afbraak- en opbouwprocessen, dan is de ononderbroken passieve doorbraak van het gebit volgens *Gottlieb*, waarvan de geleidelijke verschrompeling van de tandkasrand een kenmerk is, te zien als een verminderde opbouw tegenover de voortdurende afbraak. De normale oplossing van verouderd beenweefsel wordt niet volledig gecompenseerd door adaequate vervanging.

Tot nu toe werd in deze beschouwing veel aandacht gewijd aan het gedrag der afzonderlijke delen en weefsels. Aan *Weski* komt de verdienste toe als eerste de functionele samenhang — als — eenheid van tand, tandkas en tandvles te hebben onderkend. Vooral de waarneming dat de vezels van *Sharpey*, die gelijk vermeld de bevestiging van de tand door middel van verankering van het wortelvlies aan de tandkas en het wortelcement tot stand brengen, ook uitstralen in het tandvles en verder door vervlechting met die van de buurtanden een doorlopende verbinding over de kaak-tussenschotten tussen alle gebitselementen onderhouden, wierp een nieuw licht op de organische samenhang van alle gebitsdelen. Voor de genoemde functionele eenheid voerde *Loos* het begrip *paradentium*, juister genaamd: *parodontium*, in, welke *paradentia* dus op de zoëven vermelde wijze onderling verbonden zijn. Ook voor de kaken geldt, dat functioneel, dus biologisch gezien, een orgaan geen optelsom vertegenwoordigt van de samenstellende weefsels, die alleen het materiaal voorstellen. Het systeemkarakter komt in de bouw ervan tot uitdrukking door de (op een bepaalde wijze aan het skelet zichtbaar te maken) spanningslijnen, die in de compacte buitenlaag samengedrongen zijn, doch in het inwendige sponzige been uit elkaar wijken. Deze spanningslijnen tonen aan de onderkaak, door hun uitwendig overwegend horizontaal verloop, de weerstand tegen buiging. In de bovenkaak verlopen zij verticaal, uiteenvloeiend aan en over de grenzen, om te symboliseren de overdracht van de kauwdruk — door middel van de zuil, in de vorm van een omgekeerde pyramide, van de bovenkaak — op de belendende delen van de schedel. Ook in de slijmvliesbekleding zijn deze spanningslijnen te herkennen; het slijmvlies ontspant a.h.w. de kaak met een beschermend omhulsel, door welks openingen de strak omsloten tanden steken. (*Bennhoff*).

Wanneer wij nu in dit biologische samenspel van krachten en weerstanden de functie van het paradentium nader bezien dan blijken er enkele factoren aanwezig te zijn die op de organisatie van de gebitsbevestiging in de kaak, de gomphosis, een ongunstige invloed uitoefenen. Bij de twee-armige hefboom, die de afzonderlijke tand in wezen voorstelt en waarbij het aangrijppingspunt van de zijdelings gerichte kracht van de maalbewegingen zich ter hoogte van het kauwvlak bevindt, vormt niet de tandkasrand het draaipunt. Als gevolg van de elastische „ophanging” van het element in de tandkas (aan de vezels van Sharpey) ligt het „scharnier” in werkelijkheid nog onder het midden van de bevestiging in de alveole. Bij de geleidelijke, de passieve doorbraak van het gebit, dus de toename in de lengte van de klinische kroon *) en evenredige verkorting van de bevestiging van de wortel in de kaak betekent zulks een voortdurende daling van de draai-as in de richting van de wortelpunt. In de praktijk komt dit neer op een toenemende belasting per eenheid van oppervlakte, ook voor de druk in de lengterichting. De zijdelingse druk zal zich boven het draaipunt openbaren in een compressie in dezelfde richting, er beneden in een druk aan de tegenovergestelde zijde van de tandkas. Bij dierproeven was inderdaad (op grond van de uiteengezette biologische reacties van beenweefsel op druk) resorptie van de tandkas aan de buitenzijde boven de as en aan de binnenzijde er van beneden het draaipunt duidelijk zichtbaar.

Daarbij voegt zich een andere verzwarende omstandigheid. Reeds werd gesproken over de physiologische afslijting van het kauwvlakrelief door de wrijving of schuring van het voedsel en van de kauwvlakken onderling. De tendenz dezer afslijting was gericht op een compensatie voor de verlenging van de klinische kroon (als gevolg van de passieve doorbraak), daarnaast en als gevolg daarvan een reliefverlaging, afvlakking van de kauwknobbels resp. snijrand van de tandkroon, die de hefboomswerking vermindert.

Deze afslijting is bij de gemiddelde mens in de westerse samenleving meer theorie dan werkelijkheid. Door de zuiverheid der grondstoffen en het ontbreken van schurende verontreinigingen (die bij een primitieve voedselbereiding niet te vermijden zijn), zomede door de weekheid der spijzen wordt in die richting aan het gebit geen noemenswaardige, althans onvoldoende verandering toegebracht

*) waaronder verstaan moet worden de anatomische kroon, benevens het reeds vrijgekomen deel van de wortel.

om belangrijke wijziging te brengen in de oorspronkelijke structuur van het kauwvlak resp. snijrand (omvorming tot snijvlak). De blokkering van de gesloten tandrijen door een te sterke interdigitatie oefent derhalve in toenemende mate een zijdelingse druk op de tandkas uit, waardoor deze in het bijzonder gevoelig is.

Dat in de aldus geschetste situatie een overmatige druk op de tandkasbevestiging niet uitgesloten is, behoeft na het voorgaande weinig betoog. Het gevaar is dus niet denkbeeldig dat in de loop der jaren deze druk de fysiologisch verdraagbare grenzen overschrijdt, met alle gevolgen van dien bij de gevoeligheid van beenweefsel voor druk. Experimenteel hebben *Gottlieb* en zijn medewerker *Orban* bij honden met apparaatjes horizontale druk op verschillende gebitselementen uitgeoefend. Het eindresultaat van alle belastingproeven was, dat het gehele bot aan de drukzijde ten slotte werd opgelost in hoofdzaak van het wortelvlies uit. In de trekzone had reeds na $1\frac{1}{2}$ tot 2 dagen de beenvorming ingezet.

Dit losstaan is een belangrijk verschijnsel bij en gevolg van de voortdurende overbelasting bij de mens. Wil dit echter tot stand komen dan is blijkbaar nog iets meer nodig, de individuele factor, die door *Weski* als orgaanzwakte wordt aangeduid. Daaronder dient te worden verstaan het niet zonder schade verdragen van een functionele belasting, het normale niet overschrijdend en dus ogenschijnlijk blijvend binnen de fysiologische grenzen. In hoeverre deze orgaanminderwaardigheid als gestelsuiting moet worden beschouwd, dan wel het gestel als de som van de constituties der verschillende organen en weefsels, blijve hier buiten beschouwing.

Prophylactisch bij dergelijke dreigende afwijkingen is de beslijping van het gebit, (dat is dus: verwijdering van alle glijhindernissen, die zich, gegeven de vele afwijkingen van de normale, d.i. ideale articulatie) een alleszins gerechtvaardigde kunstmatige aanpassing geworden, die de natuur niet meer tot stand brengt. Volledigheids halve moge nog gewezen worden op personen, die door specifieke gewoonten, zoals nachtelijk tandknarsen, drubbewegingen (als nerveuse uiting), hun gebit of delen ervan aan intermitterende overbelasting blootstellen.

Al mag dan de normale involutie van het gebit op de lange duur binnen ruime grenzen voor vele individuen tot algehele of nagenoeg gehele tandeloosheid voeren, waarbij het fysiologische element doorgaans met pathologische factoren sterk verweven is, ook andere

oorzaken zijn in voldoende mate aanwezig om de discongruentie tussen de levensduur van het kauworgaan en het verdere organisme te accentueren. Allerlei vormen van voortgeschreden tandbederf zijn gereede aanleiding om door gewelddadige verwijdering van de aangetaste elementen de pijnlijke of hygiënische bezwaren te elimineren.

Gelijk reeds werd opgemerkt vormen in een orgaan de delen geen optelsom doch een zinvol samenstel van weefsels. Een functioneel systeem is niet statisch op te vatten. Een functioneel systeem, zegt *B e n n i n g h o f f*, streeft in de richting van een evenwichtstoestand, die het weer tracht te herstellen zodra hij wordt verstoord. Bij de kaken is dit o.a. het geval wanneer een kies of tand wordt verwijderd. Met behulp van een lange hefboom, de extractietang, wordt dan door een aantal wrikkende bewegingen enerzijds het elastische bot van de kaak uitgebogen en tezelfdertijd aan de tegenovergestelde zijde het wortelvlies (en ook het tandvlees) door overschrijding van de rekbaarheid der taaie vezels verscheurd. Hiermede is het bestaande biologische evenwicht in de organische samenhang dan verstoord en het systeem van de kaak streeft nu naar een nieuw evenwicht, hetwelk zichtbaar wordt verkregen door verschrompeling van de overbodig geworden tandkas, onder het scheppen van een nieuwe vorm, die aan de vereiste van sterkte is aangepast. Zo wordt in de onderkaak bij verlies van de kiezen na de resorptie van de inwendig spongieuze tandkas de bovenkaakrand voorzien van een vaste beenlaag, compacta, waardoor het bot op doorsnede in zijn bouw gelijkenis vertoont met de pijpbeenderen. Door de rondom gesloten compacta is bij de verminderde diameter door de natuur de buigingsvastheid gewaarborgd.

De resorptie bepaalt zich echter niet uitsluitend tot het overbodig geworden weefsel, maar breidt zich ook uit tot de rand van de belendende tandkassen der buurtanden, die aldus ook een deel van hun bevestigingsapparaat zien verloren gaan. Maar hiermede zijn de gevolgen der evenwichtsverstoring niet uitgeput. Want de latente voorwaartse druk, die wij bij de instandhouding van het onderlinge contact tussen de gebitselementen als physiologische factor hebben leren kennen, doet zich aanstonds gelden. Wanneer niet de inengrijping der kauwknobbels met de tegenbijters, de antagonisten, de kies achter het extractiehaat a.h.w. op zijn plaats vast houdt, dan zal deze zich voorwaarts willen verplaatsen. In het merendeel der gevallen zal onder de invloed van de verticale kauwdruk dit

element een naar voren gekantelde stand innemen. Vaak ook ver-tonen de elementen vóór de extractieopening een neiging om zich achterwaarts te verplaatsen, waarin men een streven zou kunnen zien om door verdeling der beschikbare elementen over de nieuw geschapen ruimte weer tot een nuttiger kauwendement te geraken. Indirect doet deze ruwe verstoring van het evenwicht zich ook verder gelden. De verschuiving der elementen verstoort het contact, of verlegt het en vervormt de configuratie der proximale tussen-ruimte, hetgeen door gebrek aan zelfreinigende werking en spijsrest-ophoping, de vatbaarheid voor tandbederf ter plaatse verhoogt, gelijk trouwens ook aan de tot inactiviteit gedwongen kauwvlakken tegenover de extractieruimte het geval is.

Vraagt men nu wanneer en waaruit kan blijken dat dit ver-stoorde evenwicht het stadium van definitief herstel heeft bereikt, dan moet men een stellig antwoord schuldig blijven. Bekend zijn uit schedelverzamelingen onderkaken, waarvan ook het corpus na het verlies van alle tanden tot een minimale doorsnede is ver-schrompeld, die spontane fractuur niet denkbeeldig zou maken. Ook het verhemelte kan tot papierdikte en minder teruglopen. Wellicht is bij deze uiterste graden van resorptie naast het uitvallen van alle functionele prikkels, extreme ouderdomsinvolutie in het spel. Maar niettemin er is blijikbaar wel een begin maar niet een vaststelbaar einde. In het voortdurend proces van afbraak en op-bouw is het uiteindelijke evenwicht van krachten niet aan de hand der ervaring te bepalen, tenzij in de vertraging van het aan-vankelijke tempo een praktisch bruikbare maatstaf wordt gezien. Een maatstaf, die klinische waarde heeft wanneer het er om gaat de overgebleven kaakrand te gebruiken als basis voor een kunst-matige gebitsvervanging. Want dit is het lot van de kaak, die zijn physiologische functie als drager der gebitseenheden uiteindelijk heeft verloren: opnieuw te worden belast en ditmaal met een functie van onbiologische orde, teneinde zijn oorspronkelijke taak van kauworgaan en vormgevend element van het gelaat ook verder te vervullen.

Een ervaring van enige eeuwen, die pas na de uitvinding van de afdruckmethode door P f a f f in 1756 en ten volle na de toepassing van het vulcanisatieproces van rubber door G o o d y e a r in 1855 zijn brede grondslag kreeg, heeft aangetoond dat ook voor deze zonderlinge onnatuurlijke belasting de kaken en hun slijmvlies-bekleding het biologische weerstandsvermogen kunnen opbrengen.

Omtrent het gedrag der kaken, hetgeen betekent de reactie der weefsels op de voortdurende bedekking met een kunstgebit (*corpus alienum*) staan bevindingen van microscopisch ontleedkundig onderzoek ter beschikking en zij luiden — gelukkig voor het prothesedragend mensdom — niet zo ongunstig.

Het mondslijmvlies bestaat uit twee onderscheiden delen: epitheel en vezelig bindweefsel, wisselend in aard en dikte in verschillende delen van de mond en bij verschillende individuen. De vezels lopen evenwijdig met de epitheelbedekkingen; zowel aan het verhemelte tot aan de plaats van de eerste grote kies als op de onderen bovenkaakwallen is het slijmvlies doorgaans dik en dicht, daarbij dunner uitlopend zowel naar de wang- als naar de tongzijde. Ook de bouw van het bot is daar het dichtst, behalve in gevallen van langdurige resorptie. Zoals reeds werd opgemerkt is er veel variatie in dichtheid en bouw der weefsels bij verschillende personen, mede afhankelijk van de ouderdom. Bij dragers van kunstgebitten op middelbare leeftijd is het doorgaans dicht, terwijl in een meer gevorderde levensfase de beenbalkjes dun worden en de mergruimten groter, ook aan het verhemelte, waar de atrophie nog het minst verandering teweeg brengt.

Volgens *Pendleton's* fraaie histologische onderzoekingen schijnen de weefsels zowel van boven- als onderkaak gunstig te reageren op de functionele druk van een prothese, op voorwaarde dat de gebitsbasis daarbij goed is aangepast. De dichte, vezelige structuur ervan maakt hen, zo zegt hij, van nature geschikt om de grootste druk tijdens de functie te verdragen, behalve de vaatrijke gedeelten aan de periferie, die daarvan verschoond dienen te blijven.

Het is een gelukkige omstandigheid dat de delen van de kaken, die aan de grootste druk van een kunstgebit zijn blootgesteld: de kaakwallen, door hun vorm en de aard van hun weefselbouw hen daarvoor geschikt maken. De benige processus is stevig en toch weer samendrukbaar genoeg om schokken op te vangen. Bovendien is de slijmvliesbedekking zeer geschikt om een behoorlijke druk te kunnen weerstaan. Lang niet altijd echter en zeker niet ten volle; resorptie van beenweefsel is dan het antwoord op de intermitterende of voortdurende druk, die hetzij als zodanig dan wel in ongunstige richting de grens van het verdraagbare te boven gaat. Deze reactie is een pathologisch gevolg van het mechanische insult. Want het zijn geen geringe eisen, die onder wel zeer ongewone voorwaarden aan het wondere systeem der kaken worden

gesteld! In de eerste plaats is daar de voortdurende bedekking van het slijmvlies met een nauwsluitende plaat, die de natuurlijke wisselwerking met de mondvlloeistof belemmert en de slijmkiertjes aan het verhemelte bij hun secretie daarvoor minstens moeilijkheden in de weg legt. Daarnaast is er dan nog de ongunstige omstandigheid dat de tandeloze kaak, uit zijn biologische functie ontzet, door de hieruit resulterende resorptie in de oorspronkelijke afmetingen aanmerkelijk is ingekrompen. Dit betekent, dat ook het voor bevestiging van de prothese beschikbare oppervlak aanzienlijk kleiner is dan in het natuurlijke kauwapparaat is vastgelegd. Ten aanzien van de mechanische functie van het kunstgebit kan als regel daarmee genoegzaam rekening worden gehouden, om bij het streven naar stabiliteit tijdens de kauwactie te blijven binnen de grenzen van physiologische verdraagzaamheid. Want de met een prothese uitgeoefende kauwdruk bereikt volgens metingen slechts een derde van de normale waarden bij het natuurlijke gebit, een omstandigheid die door de algeheel gewijzigde toestand voldoende kan worden verklaard; immers niet meer de tanden maar het tandvlees is thans de bemiddelaar bij de drukoverbrenging geworden.

Maar naast de functionele zijn er cosmetische voorwaarden, waaraan het kunstgebit dient te voldoen: en wel ondersteuning der betreffende gelaatsdelen, om de gelaatsvorm — contour en expressie — zo goed mogelijk te herstellen, teneinde de gebitsinvaliditeit aan het oog te onttrekken. Niet steeds zal men daarin ten volle kunnen slagen. Door de resorptie wordt niet zelden ook het aanhechtingsvlak van verschillende mimische spieren verkleind en dit dwingt uit overwegingen van stabiliteit tot een compromis tussen de veelal met elkaar strijdige belangen van goede functie en cosmetisch herstel. En juist dit laatste, de camouflage, niet alleen een zaak van aethetica doch ook van psychologie, kan zeker niet worden onderschat. Voor velen, zowel mannen als vrouwen, is hetzij uit hoofde van werkkring, maatschappelijke positie of gerechvaardigde ijdelheid, de cosmetische factor de dominerende en dit is niet zo onredelijk, naar mijn overtuiging.

Maar dit houdt in een uitbouw van het kunstgebit buiten de grenzen van de beschikbare basis. Gevolg: plaatselijke hefboomswerking, dus overbelasting en als reactie van de zwaarbeproefde kaken verdere beenoplossing, dus nieuwe inkrimping van het toch al sterk gereduceerde draagvlak. Dat hiermede de adaptatie van

de naar de kaken gekeerde zijde van het kunstgebit tevens verloren gaat behoeft geen verklaring.

In alle gevallen is het behoud van de functionele aanpassing afhankelijk van de verhouding tussen de duur van de perioden van druk en van rust, hoe korter de eerste en hoe langer de tweede, des te gunstiger is de tolerantie. Omgekeerd is ook de afwezigheid van elke druk van nadelige invloed op de structuur van het bot. Plaatselijk ongunstige reacties zijn evenredig aan de ongelijke verdeling van de functionele druk en in de zachte weefsels worden deze weerspiegeld; inplaats van het verdwijnende been wordt bindweefsel gevormd, dat de ruimte tussen de harde onderlaag en de prothesebasis opvult. Op die ongelijke verdeling van belasting zijn ook bewust of onbewust aangenomen kauwgewoonten en daardoor overmatige locale druk van grote invloed, al onttrekken deze zich ook voor een groot deel aan de waarneming.

Met deze schets heb ik getracht de tragische kringloop van tandeloosheid bij de geboorte tot haar wederkeer op latere leeftijd U voor ogen te stellen. In die vorm is, althans voor velen, het verschiep getekend. Maar het wetenschappelijk speuren naar de oorzaken van deze vroegtijdige verschijnselen der involutie en de begeleidende en versnellende pathologische vormen, kan de hoop levendig houden dat de biologische krachten die in het systeem der kaken schuilen, kunnen worden omgebogen in de richting naar een meer duurzaam bestaan van het kauworgaan. De tandbehoudkunst heeft daartoe in de strijd tegen het tandbederf grote successen geboekt; de veel jongere parodontologie, met haar verdiept inzicht in het wezen en de genezing der aandoeningen van het parodontium gaat eenzelfde weg. Mogen haar resultaten eerlang eenzelfde hoogte bereiken!

GERAADPLEEGDE LITERATUUR:

- A. Benninghoff: Die Architektur der Kiefer und ihrer Weichteilbedeckung. Parodontium n^o. 3, 1934.
- H. M. Goldman: Periodontia 1942.
- B. Gottlieb: Die Biologie des persistenten Milchzahnes. Tijdschr. v. Tandheelkunde 1938.
- A. Kantorowicz: Klinische Zahnheilkunde 1932.
- Hermann Mathis: Die sogenannte Parodontose 1948.

- B. Orban: Oral histology and embryology 1944.
- E. C. Pendleton: The minute anatomy of the denture bearing area.
Journ. Am. Dental Association 1934.
- E. C. Pendleton and H. Glupker: Research on the reaction of
tissues supporting full dentures. Journ. Am. Dent. Ass. 1935.
- H. Schröder: Lehrbuch der technischen Zahnheilkunde 1927.
- A. M. Schwarz: Lehrgang der Gebisregelung V en VI, 1944.
- M. Spreng: Die Prothese und die lebenden Gewebe 1946.