

HET KAAKGEWRICT TIJDENS DE EMBRYONALE ONTWIKKELING *)

DOOR DR. J. M. F. LANDSMEER

De embryonale ontwikkeling van het temporo-mandibulaire gewricht vraagt in de embryologie van de gewrichten een aparte plaats, aangezien aan het totstandkomen van dit gewricht een geheel eigen histogenetisch proces vooraf gaat. De ontwikkeling der gewrichten van romp en extremiteiten kan stellig bezien worden, zo niet als direct gevolg van de voortschrijdende kraakbeendifferentiatie in deze gebieden, dan toch in nauwe samenhang met dit proces. De kraakbeendifferentiatie zet haardvormig in het mesenchym in, dus vindt plaats uitgaande van bepaalde kernen. Er ontstaat op deze wijze een kraakbeenskelet, waarvan de elementen elkaar meer en meer gaan naderen. Op de plaatsen waar de kraakbeenelementen elkaar bereiken en gaan raken en zelfs tijdelijk met elkaar kunnen vergroeien, treedt in het weefsel een spleet op en is het gewricht in beginsel gevormd. Al moge het mechanisme van de vorming van de gewrichtsspleet in histogenetische zin vooralsnog vrij onduidelijk zijn, er is ongetwijfeld daaromtrent vast te stellen, dat in het gebied van de gewrichtsspleet geen voorwaarden zijn, noch voor een vezelvorming, noch voor een blijvende afzetting van kraakbeen-tussensubstantie. Het is namelijk zoals *Whillis* (1940) aangeeft, wel mogelijk dat de embryonale skeletstukken tijdelijk en slechts in een beperkt centraal areaal van de gewrichtsvlakken met elkaar vergroeien. Deze auteur neemt aan dat de kraakbeenafzetting in het weefsel tussen de naar elkaar groeiende skeletstukken, die ook van deze skeletdelen uitgaat, wordt opgewekt door de omstandigheid, dat de skeletstukken op elkaar en op het tussenliggende weefselmesenchym, plaatselijk, namelijk axiaal, een sterkere druk zouden uitoefenen. Echter ziet deze auteur naar onze mening over het hoofd, dat van een *plaatselijk* verhoogde druk eerst sprake kan zijn, *nadat* het tussenliggende weefsel tot kraakbeen is geworden. Immers bij mesenchym zal zich de druk gelijkelijk in alle richtingen voortplanten, zodat nooit een plaatselijke verhoging zal optreden. Voor het optreden van de spleet heeft *Whillis* geen verklaring; zijn waarnemingen evenwel lijken ons steun te geven aan de gedachte hierboven ontwikkeld, dat een weefseldiscontinuïteit, zoals

*) Voordracht, gehouden op de 14e algemene ledenvergadering van de Ned. Ver. voor Orthod. Studie, 5 oktober 1956 te Utrecht.

een gewrichtsspleet, begrepen zou kunnen worden, indien de voorwaarden voor vezelvorming en kraakbeenafzetting zouden kunnen worden opgespoord, ofwel dat inzicht zou worden verkregen in de factoren, die de uiteindelijke *vorm* der kraakbeendifferentiatie bepalen.

De ontwikkeling van het kaakgewricht laat, zoals reeds werd opgemerkt, een andere histogenetische ontwikkelingsgang zien. Spleetvorming treedt ook hier op een bepaald ogenblik op, evenwel niet, zoals aanstonds zal worden beschreven, tussen kraakbeenelementen, zodat het nu voor de hand ligt zich de vraag voor te leggen, of aan deze splijting en aan die, welke wij kennen in andere gebieden, histogenetische processen ten grondslag liggen, die hoewel in volslagen verschillende substraten plaats vindend toch aan één overeenkomend beginsel zijn onderworpen.

Er werden door ons serie coupes onderzocht van menselijke embryonen van resp. 29,5; 47; 115; en 195 mm kop-stuitlengte. Het temporo-mandibulaire gewricht ontwikkelt zich in het gebied van de eerste kieuwboog. In een stadium van 29,5 mm kop-stuitlengte heeft zich in het mandibulaire gedeelte van dit gebied — de mandibulaire boog — reeds gevormd het zogenaamde kraakbeen van *M e c k e l*, een lang gerekte, op doorsnede rond kraakbeen, dat zich uitstrekt van de ventrale mediaanlijn — waar deze kraakbenige spangen van weerszijden elkaar raken — tot in het gebied bezijden het gehoorblaasje.

In dit gebied heeft zich reeds een tweede kraakbeentje gevormd, de *incus* (aambeeld), dat met het kraakbeen van *M e c k e l* in articulerend verband komt te staan. Dit gewricht wordt, nadat de *malleus* (hamer) zich van het kraakbeen van *M e c k e l* heeft afgesplitst, het gewricht tussen de in de eerste kieuwboog aangelegde gehoorbeentjes, de *malleus* en de *incus*. In de eerste kieuwboog treden nu differentiaties op, die leiden tot de ontwikkeling van de onderkaak en van het temporo-mandibulaire gewricht. Aan de laterale zijde van het kraakbeen van *M e c k e l* vindt een dubbele laminaire botafzetting in het mesenchym plaats, waarmede de benige onderkaak in aanleg is gegeven. Tussen de beide laminae van deze aanleg treffen wij de *n.alveolaris mandibularis* aan. De botaanleg volgt het kraakbeen van *M e c k e l* niet tot aan het toekomstige *malleus*-gebied, maar stijgt hiervóór langs het kraakbeen omhoog en verliest zich in een gebied waar mesenchymverdichtingen de aanleg van het kopje van de *mandibula* verraden. In ditzelfde gebied treffen wij aan een vezelsysteem, dat behoort tot de reeds duidelijk te onderscheiden *m.pterygoideus externus* en dat, uitgaande van deze spier, in deze mesenchymcondensatie uitstraalt, en zich naar achteren uitbreidt in een min of meer gericht veld met enige vezels, dat tenslotte aan de kop van de hamer insereert. Naar craniaal gaande nemen wij in de coupes waar, dat de condensatie meer en meer het „veld ruimt” om plaats te maken voor een doorlopend gericht mesenchymaal systeem — doortrokken door fijne vezels — dat zich uitstrekt van de *m. pterygoideus externus* tot aan de hamer. Weer iets meer naar craniaal gaande houdt dit systeem op, en treedt in enkele coupes een verijling van het mesenchym op, die vervolgens plaats maakt voor de verdichting, die de aanleg

is van de fossa glenoidalis en als een uitbreiding van de squama temporalis ontstaat.

S y m o n s (1952) deed reeds eerder waarnemingen bij een embryo van 22 mm., waarbij hij wel aangeeft, dat de m.pterygoideus externus uitloopt in het terminale gedeelte van de mesenchymcondensatie — volgens S y m o n s de aanleg van de mandibulaire kop — doch niet dat er een doorlopend mesenchymaal systeem is van deze spier naar de hamerkop. Wel beschrijft hij dit systeem bij embryonen van resp. 34; 57 en 180 mm. kop-stuitlengte.

M u n d a c a (1948) geeft aan, dat het stadium van 55 mm. kop-stuitlengte de eerste verbindingen toont tussen de m.pterygoideus externus en de discus articularis, terwijl deze auteur geheel zwijgt over de voortzetting van het systeem naar de kop van de hamer. Dit is merkwaardig, aangezien deze schrijver toch K j e l l b e r g (1904) aanhaalt, die het desbetreffende systeem bij een embryo van 76 mm beschrijft en er bovendien een uitvoerige vergelijkend-anatomische beschouwing aan vastknoopt.

— In een stadium van 47 mm kop-stuitlengte konden wij de ontwikkeling van het systeem tussen de m.pterygoideus en de hamer nader vervolgen. Vastgesteld kan worden, dat in dit systeem sterke verdichtingen, naast verijlingen, van mesenchym optreden. Het gebied, dat de kop van de mandibula zal vormen, wordt door een dergelijk verdicht mesenchymgebied begrensd (fig. 1), terwijl in het terrein, dat tussen de aanleg van de kop en de aanleg van de fossa glenoidalis is gelegen opnieuw een verdichting — overigens van geringere intensiteit — is waar te nemen. Opgemerkt zij dat van gewrichtsspleten nog niets is te bespeuren. De verhoudingen — kort samengevat — komen hierop neer: In het gebied van het toekomstige temporo-mandibulaire gewricht komen cellulaire concentraties voor als aanleg van de mandibulaire kop en van de discus articularis. Dit gehele gebied wordt gevangen in vezeluitstralingen, die afkomstig zijn van de m.pterygoideus externus en van de kop van de toekomstige hamer. Aan de mediale zijde van dit gebied met zijn cellulaire concentraties treffen wij een doorlopende bundel aan, die als voortzetting van de m.pterygoideus externus aan de kop van de hamer insereert.

Naar het ons wil voorkomen is het zeker belangwekkend er op te wijzen, dat de insertie van de m. pterygoideus externus aan de hamerkop geen enkele betekenis kan hebben voor enige beweging. Het traject van deze „pees” (eigenlijk kan men beter spreken van een embryonaal „peesveld”) overspant immers geen enkel gewricht. Wij kunnen slechts bij wijze van beschrijving — en niets meer dan dat — vaststellen dat het kraakbeen van M e c k e l door middel van deze verbinding een zekere verankering aan het kraakbenige schedelbasis-gebied heeft verkregen. Welke functionele draagwijdte deze beschrijving heeft is voorshands niet te beslissen. Evenmin is dit het geval met de vaststelling van het — ook in de literatuur bekende — feit, dat op één plaats in het ventrale gedeelte van de kieuwboog, kraakbeen van M e c k e l en benige onderkaak met elkaar verbonden zijn. Zien wij nu tenslotte het feit, dat de aanleg van de mandibulaire kop en van de discus geschiedt in het vezelsysteem



Fig. 1. Fragment uit een transversale coupe door het kopgebied van een menselijk embryo van 47 mm kop-stuittlengte. In het „peesveld” van de m. pterygoideus externus (p.e.), dat zich uitstrekt tot aan de kop van de toekomstige hamer, dus het dorsale gedeelte van het kraakbeen van Meckel (M), is een sterke verdichting van het mesenchym waarneembaar (x).



Fig. 2. Fragment uit een transversale coupe door het kopgebied van een embryo van 11.5 cm kop-stuittlengte. Waar te nemen is de bindweefselverbinding (x) tussen de discus articularis (d) en het kraakbeen van Meckel (M).
s = gewrichtsspleet; f.g. = facies glenoidalis van het os temporale.

m. pterygoideus externus-malleus, dan is de gedachte, dat in het systeem van kraakbeen van *M e c k e l*, onderkaak aanleg en m. pterygoideus externus, histogenetisch en mogelijkterwijls functioneel — embryologisch een zeker verband zou bestaan, zeker niet te gedwongen.

In de literatuur vindt men bij *S y m o n s* de beschrijving van het gebied bij een embryo van 48 mm., waar zich nu een markante ontwikkeling voordoet in de kop van de mandibula, namelijk de ontwikkeling van een — secundaire — kraakbeenkop.

Deze kern zal zich belangrijk uitbreiden en de vorm van de mandibulakop bepalen. De uitbreiding van deze kraakbenige kern in de latere stadia vindt evenwel in de richting van het kaakgewricht steeds een begrenzing aan de mesenchymale condensatie, die dus de eigenlijke begrenzing van de kop aangeeft.

Omtrent 55 mm. vindt de vorming der gewrichtsspleten plaats (*M u n d a c a*, *S y m o n s*) in een gebied dat derhalve reeds in een veel vroeger stadium een zonale opbouw laat zien. In deze opbouw speelt de m. pterygoideus externus histogenetisch een grote rol. Wij vermelden nog eens met nadruk, dat deze spier — of het peesveld van deze spier — niet overeenkomt met wat wij later als discus kennen. In dit peesveld worden zowel de discus als de kop van de mandibula aangelegd.

Reeds voor de kraakbeenontwikkeling in de kop is het gebied van de kop naar de toekomstige gewrichtsspleet afgegrensd door een mesenchymale condensatie. Deze condensatie, in de loop der ontwikkeling meer en meer vezelrijk, wordt door de kraakbeenkop, die geleidelijk gaat verbenen, niet doorbroken. De oppervlakte van de kop, eveneens trouwens die van de fossa glenoidalis, blijft daarmee bedekt door een bindweefsel, waarin overigens vooral op latere leeftijd wel kraakbeen kan optreden (*O r b a n*, 1944). *M u n d a c a* beschrijft het voorkomen van kraakbeen in de discus tijdens de embryonale periode, maar zijn afbeeldingen vermogen ons nog niet te overtuigen.

In de verdere ontwikkeling zien wij, dat de hamer van het kraakbeen van *M e c k e l* losraakt doordat de hamer verbeent en het aansluitende gedeelte van het kraakbeen van *M e c k e l* gaandeweg reduceert tot een bindweefselstreng. In het ligamentum anterius mallei en in het lig. sphenomandibulare moeten wij deze bindweefselresten van het *M e c k e l s e* kraakbeen herkennen. Het gedeelte van het kraakbeen, dat in de onderkaak was gelegen, gaat geheel verdwijnen. De verbinding van de m. pterygoideus externus met de discus articularis en met het kopje van de mandibula blijft bestaan. Met de ontwikkeling van het os tympanicum (grotendeels na de geboorte) gaat de bindweefselcontinuïteit, die bestaat tussen de discus articularis en het mandibulakopje enerzijds en de hamerkop anderzijds (fig. 2), uiteraard verloren. Het bij de hamer behorende gedeelte wordt geïncorporeerd in het lig. anterius mallei, terwijl het buiten het middenoorgebied gesloten gedeelte in het bindweefsel zal overgaan, dat aan de achterzijde van het gewricht is gelegen.

Opmerkelijk dus in de ontwikkeling van het kaakgewricht is wel, dat de spleetvorming, die in het mesenchym en niet op de grens van een

kraakbeendifferentiatie plaats vindt, ruimschoots tevoren wordt voorbereid door een differentiatie in het mesenchym, die men zou kunnen beschrijven als het optreden van zonale condensaties. Deze condensaties, plaats vindend in het veld van de uitstraling van de *m. pterygoideus externus*, blijken in een zeer vroeg stadium elementen van het temporo-mandibulaire gewricht te vertegenwoordigen. In histogenetische zin ligt het probleem der gewrichtsvorming bij de vraag naar het ontstaan van deze condensaties. Het blijkt hiermede, dat een algemeen vraagstuk aan de vorming van het kaakgewricht, vergeleken met andere gewrichten, ten grondslag ligt. Het is het vraagstuk van de bepaling der uitbreiding van optredende differentiaties, of deze nu kraakbeenvorming, dan wel mesenchymale condensatie met vezelvorming zijn.

Symons' beschrijvingen menen wij wel te kunnen volgen en bevestigen, al geloven wij dat aan het pterygoideus externus-systeem in de vroege embryologie nog meer aandacht dient te worden besteed.

Een ander belangrijk aspect van de ontwikkeling betreft de verhoudingen van het bloedvaatstelsel ter plaatse. Tijdens de ontwikkeling is de *discus articularis* een rijk gevasculariseerd terrein, even zo goed als na de geboorte bloedvaten in de *discus* te vinden zijn. De betekenis van het stelsel tijdens de ontwikkeling zal slechts na diepgaande studies benaderd kunnen worden.

De ontwikkeling van het kaakgewricht biedt fylogenetisch, histogenetisch en embryologisch-topografisch zoveel verrassende aspecten, dat het stellig noodzakelijk is de studie hiervan te onderhouden. Problemen aangaande misvormingen, orthodontische behandeling, zullen hiermede uiteraard niet onmiddellijk tot een oplossing geraken, doch wel diepgaander bezien en doorwerkt kunnen worden

Literatuur :

- Kjellberg, K. 1904 Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Kiefergelenks. *Morph. Jahrbuch* **32** : 159—184.
- Mundaca, C. L. 1948 Contribución a la histogénesis de la articulación temporomaxilar en la especie humana. *Arch. Esp. de Morf.* **6** : 175—187.
- Orban, B. 1944 *Oral histology and embryology*. The C.V. Mosby Co, St. Louis.
- Symons, N. B. B. 1952 The development of the human mandibular joint. *J. Anat.* **86** : 326—332.
- Whillis, J. 1940 The development of the synovial joints. *J. Anat.* **74** : 277—283.