

DE BEHEERSING VAN DE BEWEGINGEN IN HET
KAAKGEWRICT: ONDERZOEKINGEN NAAR DE
INNERVATIE VAN HET GEWRICHT EN VAN DE
M. PTERYGOIDEUS LATERALIS*)

A. S. T. FRANKS. M.Sc., D.D.S., B.D.S.

Inleiding

Het kaakgewricht is door MOFFAT (1957) het meest onmisbare gewricht van het menselijke lichaam genoemd. Bovendien is het in verschillende opzichten uniek:

a. Het is het enige gewricht in het lichaam dat zowel scharnier- als glijbewegingen maakt (het is een ginglymo-arthrodiaal gewricht).

b. De gewrichten links en rechts zijn elk de helft van één functioneel geheel. Geen van deze gewrichten kan onafhankelijk van het andere werken en iedere verandering aan de ene kant heeft gevolgen voor de andere zijde.

c. Hoe de onderdelen van de gewrichten ruimtelijk ten opzichte van elkaar staan hangt niet alleen af van het spierevenwicht en van de vorm van het gewricht zelf maar ook van de occlusie. De mate waarin deze verschillende factoren met elkaar harmoniëren bepaalt grotendeels of de gewrichten normaal functioneren.

d. De pees waarmee de m. pterygoideus lateralis insereert is continu met de gewrichtsschijf.

Het is van groot belang deze bijzonderheden van het kaakgewricht in het oog te houden, vaak ziet men dat er geen rekening mee gehouden wordt en dat gegevens over gewrichtswerking verkregen aan andere gewrichten zonder meer worden toegepast in beschouwingen over het kaakgewricht. Voorbeelden hiervan zijn te vinden bij SHORE (1959), SILVERMAN (1961) en bij BROWN en READE (1963). Deze auteurs leiden zonder

*) Voordracht gehouden op de Najaarsvergadering van de Ned. Ver. v. Tandartsen op 22 nov. 1963.

bewijs af dat de beginselen van innervatie van spieren en gewrichten in het algemeen kunnen worden toegepast op het kaakgewricht en de bijbehorende spieren. Zo'n veronderstelling behoort te worden gesteund door feiten.

De beheersing van gewrichts-bewegingen

De basis van een onderzoek naar bewegingen in een gewricht dient te worden gevormd door de kennis van de betrokken proprioceptieve zenuwuiteinden (receptoren) en hun functie. Onderzoekingen op dit gebied zijn voornamelijk gedaan op het kniegewricht van de kat (BOYD, 1954).

Zowel ANDREW en DODT (1953) als BOYD en ROBERTS (1953) wijzen erop dat de receptoren in gewrichten zeer gevoelig zijn voor strekking door beweging. Zij geven informatie dóór naar het centrale zenuwstelsel over de snelheid van de beweging en over de stand van de beenstukken ten opzichte van elkaar. SKOGLUND (1956) en COHEN (1958) vulden deze gegevens aan door aan te tonen dat de receptoren ook de *richting* van de beweging kunnen signaleren.

Als een gewricht bewogen wordt prikkelen bepaalde receptoren de bijbehorende zenuwvezels, eerst snel, later in een tempo dat afhangt van de snelheid en de richting van de beweging. Als het gewricht een eindje bewogen is worden andere receptoren geprikkeld en later nog weer andere. Dit zal wel samenhangen met een verhoging of een verlaging van de spanning in het gewrichtskapsel die de oriëntatie van de receptoren ten opzichte van de omgevende bindweefselvezels beïnvloedt.

Men heeft verder gevonden dat de meeste receptoren in staat zijn tot lang aanhoudende ontladingen en zeer langzaam adapteren (d.w.z. „wennen” aan de nieuwe situatie en ophouden met seinen) (BOYD en ROBERTS, 1953). Dit betekent dat in een niet bewegend gewricht de in die stand gevoeligste receptoren nog geruime tijd doorgaan met het afzenden van prikkels (MOUNTCASTLE, 1957). Als het gewricht zó stil gehouden wordt dat de adaptatie volledig kan worden is de geringste beweging voldoende om de receptoren te prikkelen en opnieuw tot ontlading te brengen. Het is duidelijk dat in de onderzochte gewrichten de proprioceptieve zenuwuiteinden nauwkeurige inlichtingen geven over de stand van het gewricht en over de snelheid en de richting van eventuele bewegingen.

Bewegingen kunnen in twee categorieën onderscheiden worden:

- a. bewuste, gewilde bewegingen,
- b. onbewuste, reflectoire bewegingen.

De samenhang van de tweede categorie met de receptoren in de gewrichten is onderzocht. STENER (1959) laat zien dat prikkeling van gewrichtsreceptoren geen reflex-bewegingen in het gewricht teweeg brengt. Stimulering van receptoren in de zachte weefsels buiten de gewrichten en in de buurt van de ligamenten veroorzaakte wel langs reflectoire weg beweging van het gewricht.

Indien men zich afvraagt wat in dit verband de buiten het gewricht gelegen receptoren van het kaakgewricht zouden kunnen zijn komen de receptoren in het wortelvlies, het palatum durum, de wangen en de lippen in aanmerking. CORBIN en HARRISON (1940) en JERGE (1963) hebben reflectoire bewegingen van de onderkaak gevonden als het gevolg van de prikkeling van receptoren in het harde verhemelte en het periodontium. Wij weten trouwens allemaal uit ervaring dat de kaken reflectoir van elkaar gaan als we in de zachte spijsbrok op iets hards bijten. Deze reflex-beweging wordt wel een „nociceptieve reflex” genoemd – een snel en krachtig terugtrekken voor een schadelijke prikkel. Bij het pasgeboren kind zijn uitsluitend en alleen de receptoren van de lippen verantwoordelijk voor de door reflexen beheerste zuigbewegingen.

Nu gebleken is dat de buiten het gewricht gelegen receptoren in het geval van het kaakgewricht zoals bij de andere gewrichten te maken hebben met de reflexbewegingen, zou het heel wel kunnen zijn dat ook de eigen receptoren een functie hebben zoals die bijvoorbeeld gevonden is in het kniegewricht. Op deze vraag kan slechts het fysiologische experiment, gebaseerd op de vaststelling van de anatomische details, antwoord geven.

Zenuweindingen in de weefsels van het kaakgewricht

Er zijn in het lichaam drie grondpatronen van (sensibele) zenuweindingen:

- a. vrije eindingen,
- b. eindingen omgeven door een kapsel en
- c. samengestelde eindingen die echter geen kapsel hebben.

Alle drie types zijn gevonden in de veel onderzochte gewrichten (knie, schouder, elleboog, GARDNER, 1960) en in het menselijk kaakgewricht (THILANDER, 1961).

Een probleem bij het onderzoek van innervatiepatronen is de noodzaak zeer vers materiaal te onderzoeken opdat de neurohistologische techniek een zekere mate van betrouwbaarheid heeft. Dit is een van de redenen om dierlijk materiaal te verkiezen. Een andere is dat de verkregen resul-

taten kunnen dienen als uitgangspunt voor fysiologisch onderzoek op dezelfde diersoort.

In het hierna volgende zullen de uitkomsten van schrijvers eigen onderzoek (FRANKS, 1964) op het gebied van de innervatie van het kaakgewricht samengevat worden.

Het merendeel van de eindigingen in de onderzochte gewrichten (bij kat, konijn, cavia en rat) bleek te bestaan uit vrije eindigingen. Zij waren het talrijkst in het kapsel zelf en in het bijzonder in delen die aan druk onderhevig zijn. De eindigingen zijn tot dicht bij de synoviale membraan waargenomen. In werk over andere gewrichten, met name het kniegewricht (SAMUELS, 1952) wordt bewijsmateriaal aangevoerd voor een aanzienlijke innervatie, die voornamelijk van autonome aard zou zijn,



Afb. 1. Vrije zenuweindigingen in het antero-laterale deel van het kapsel. (CAVIA, Holmes' methode, 340 \times).



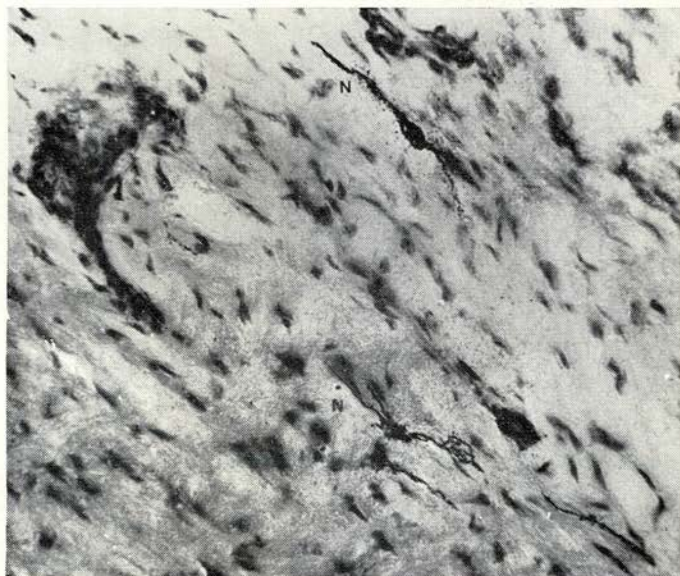
Afb. 2. Vrije zenuwvezels in het laterale deel van het kapsel. (KAT, Holmes' methode, 340 \times).

van de synoviale membraan zelf. Men is het nog steeds niet eens over de vraag of er werkelijk zenuweindingen in de synoviale membraan zijn maar het hier beschreven onderzoek heeft in het geval van het kaakgewricht geen steun gegeven aan de bewering dat ze er wel zijn.

De vrije eindingen werden gevonden aan fijne vezels van 2-4 μ in doorsnee. Deze eindigden in een fijn toelopende punt of met een verdikking (afb. 1). Soms waren zij ineengevlochten of de vezels eindigden klauwvormig of vormden een plexus in het kapsel (afb. 2). Vrij eindigende vezels kwamen ook voor in het achterste deel van de discus (afb. 3) en reikten bij het jonge dier zelfs tot het middendeel. Bij oudere dieren werden zij hier niet aangetroffen, dit in overeenstemming met de bevindingen van DIXON (1960).

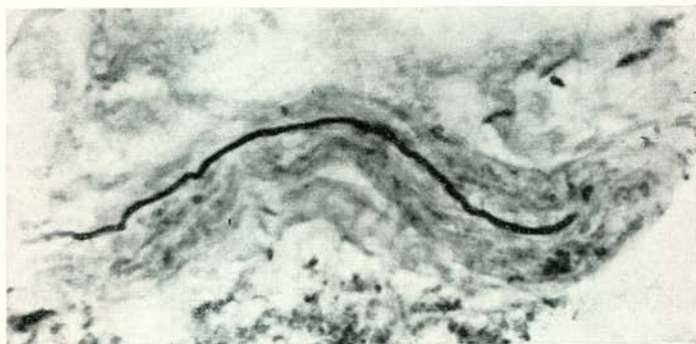
Zulke vrije eindingen golden lange tijd als receptoren van pijngewaarwordingen en ook al kan dit juist zijn, het sluit de mogelijkheid dat zij op het punt van proprioceptieve waarneming een rol hebben niet uit. In feite hebben WEDDELL (1940) en zijn leerlingen aangegeven dat elders in het lichaam (hoornvlies, oorschelp) vrije eindingen behalve pijn ook andere sensorische prikkels kunnen doorgeven.

De ingekapselde eindorgaantjes, wel genoemd naar PACINI, werden



Afb. 3. Zenuwvezels (n) in het achterste deel van de discus intra-articularis. (CAVIA, Holmes' methode, 420 \times).

niet in grote getale in de omgeving van gewrichten aangetroffen. Voorzover zij werden gezien bestonden zij uit een axon dat al dan niet vertakend eindigde in een of meer laagsgewijs gebouwde kapsels. SHANTHA-VEERAPPA en BOURNE (1963) hebben de lagen die als in een ui om elkaar heen liggen geïdentificeerd als heel dun epitheel (afb. 4 en 5). Deze receptoren registreren druk op het kapsel en signaleren zo trillingen en plotselinge bewegingen. Zij zijn van belang als waarschuwingssystemen doch nemen ook deel aan proprioceptieve functies (MCINTYRE, 1963). Zij rea-



Afb. 4. Eindorgaantje met kapsel (lichaampje van VATER-PACINI) uit het achterste deel van het kapsel. (RAT, Holmes' methode, 920 \times).



Afb. 5. Eindiging met kapsel uit het antero-mediale deel van het kapsel. (KAT, Holmes' methode, 400 \times).

geren en adapteren snel en doen dat eerder dan de andere eindorganen.

Het derde type eindigingen: de samengestelde doch niet ingekapselde worden soms aangeduid met de namen van GOLGI of RUFFINI. Zij werden gewoonlijk tezamen met de orgaantjes van PACINI gevonden, wat zou kunnen bevestigen dat zij een aanvullende functie hebben. Deze eindigingen werden gewoonlijk voorzien door zenuwvezels van $6-8\mu$ in doorsnee, die zich vertakken tot een dicht ineengevlochten eindnetwerk van fijne vezeltjes bezet met verdikkingen, zodat het geheel sprekend lijkt op een stuk breiwerk (afb. 6 en 7). Zulke eindigingen werden gevonden in het bindweefsel postero-lateraal en antero-mediaal van het gewricht. Waar ze werden aangetroffen maakte voor de bouw niet veel uit, ten hoogste waren de voorste groter en wat minder dicht gevlochten.



Afb. 6. Samengestelde eindiging zonder kapsel in het postero-laterale deel van het kapsel. (CAVIA, Holmes' methode, $440\times$).



50 μ

Afb. 7. Tekening, met behulp van een tekenprisma gemaakt van seriecouples van het samengestelde niet-ingekapselde eindorgaantje afgebeeld in afb. 6.

Zenuweindigingen in spierweefsel

Algemene beschouwingen

Wat ook de functie mag zijn van de zenuweindigingen om het kaakgewricht, de spieren bewerken de bewegingen, bewuste en onbewuste, en zij hebben hiertoe hun eigen voorziening met zenuweindigingen. De drie reeds besproken types van sensorische eindigingen zijn ook in spier aanwezig. Verder is er de innervatie (autonoom functionerend) van de vaten, die de wijdte van de bloedvaten beheerst. Motorische eindigingen zijn natuurlijk ook aanwezig, via de motorische eindplaten doen zij de spiervezels contraheren.

Bovendien bestaat er in spierweefsel een zeer specifiek sensorisch eindorgaan: de spierspoel. Het geeft aan het centrale zenuwstelsel proprioceptieve impulsen door die nauwelijks minder gedifferentieerd en rijk aan informatie zijn dan wat via het binnenoor of de retina binnenkomt.

De spierspoel bestaat uit een bindweefselig kapsel dat evenwijdig aan en terzijde van een bundel spiervezels ligt (WRIGHT, 1961). Hij bevat dunne speciale spiervezels die in de lengterichting gerangschikt zijn. Ter hoogte van het midden van de spierspoel liggen de kernen in een vrij scherp begrensde zone opeengehoopt.

De oriëntatie van de spierspoel, parallel aan de hoofdmassa van de vezels in de spier, suggereert al dat hij kan functioneren als een receptor van lengteverandering. Het was allang bekend dat een spier met een intacte innervatie op rekking reageert met contractie en de ontwikkeling van een spanning die de strekkracht tegenwerkt: de zogenaamde „strekreflex”. De informatie waar het op aan komt en die de spierspoel doorgeeft is de verandering in het lengteverschil tussen de spiervezels binnen en buiten het orgaantje. Zoals GRANIT (1955) het uitdrukte, het zijn „misalignment detectors”.

De kauwspieren

In het werk van de schrijver op dierlijk materiaal liet het onderzoek van de kauwspieren een normaal innervatiepatroon zien behalve in de m. pterygoideus lateralis. De innervatie van deze spier toonde de normale motorische eindplaten en de gewone types van sensorische eindigingen en autonome vezels. Er waren echter twee bijzonderheden:

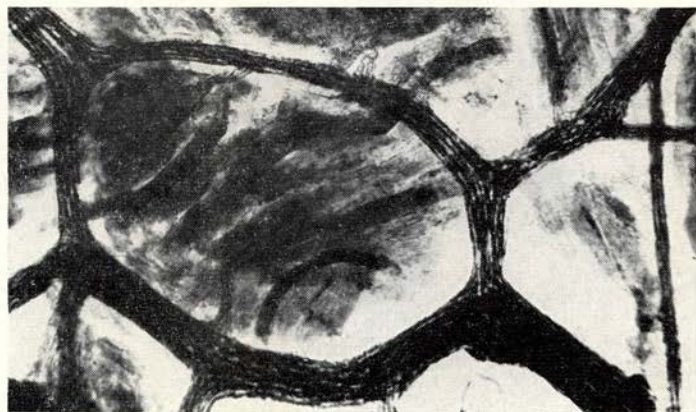
- a. de zenuwstammen binnen deze spier waren plexiform gerangschikt (afb. 8) en
- b. er konden in deze spier geen spierspoelen gevonden worden.

a. De intramusculaire zenuwplexus

FEINDAL, HINSHAW en WEDDELL (1952) hebben overwogen wat de rol zou kunnen zijn van een intramusculaire plexus. Zij hebben voorgesteld dat hij twee functies zou kunnen hebben: in de eerste plaats zou hij de mogelijkheid bieden van een hergroepering van de toe- en afvoerende vezels van de spier en in de tweede plaats zou de plexus het mogelijk maken dat één enkel neuron een aantal ver uiteenliggende spiervezels innerveert en zo wat de genoemde auteurs een „diffuse motorische eenheid” noemen, vormt. De histologische methoden die de schrijver kon toepassen lieten geen uitspraak toe over dit functionele aspect van de kwestie. Men heeft wel voorgesteld dat de aanwezigheid van polyfasische actiepotentialen bij elektromyografisch onderzoek zou wijzen op het bestaan van zulke diffuse motorische eenheden, maar dit onderzoek van de *m. pterygoideus lateralis* is nu nog een moeilijke opgave.

b. Afwezigheid van spierspoelen

Men heeft aangetoond dat spierspoelen bij zoogdieren in de meeste spieren voorkomen en dat ze niet, zoals eens gedacht werd, beperkt zijn tot spieren die tegen de zwaartekracht in moeten werken. In de meeste spieren die spierspoelen eerst leken te ontberen zijn ze nu gevonden, bijvoorbeeld in de extrinsieke spieren van het oog (COOPER et al., 1955), spieren van het gelaat (BOWDEN en MAHRAN, 1956) en in de musculatuur van de larynx (LUCAS KEENE, 1957). Dat er geen spierspoelen worden gezien in de *m. pterygoideus lateralis* geldt tot nu toe voor de

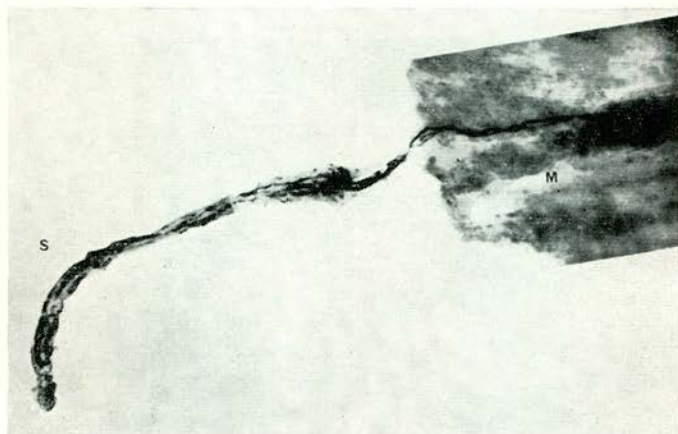


Afb. 8. Intramusculaire ronde zenuwplexus in de *m. pterygoideus lat.* (CAVIA, goudchloride methode, 135 \times).

mens (FREIMANN, 1954), de kat en de geit (COOPER, 1960) en – uit ons materiaal – voor cavia, rat, konijn en kat (FRANKS, 1964). De schrijver heeft in de *m. pterygoideus lat.* een eindorgaantje gevonden, waarschijnlijk van sensorisch karakter, dat voorzover bekend nog niet eerder beschreven is (FRANKS, 1964). Er liepen twee zenuwvezels naar toe, de ene 7 tot 8, de ander 3 tot 4 μ dik (afb. 9). Het orgaantje leek te zijn omgeven door een kapsel en het geheel lag parallel aan de spiervezels. In uiterlijk leek het op een structuur die BARKER (1899) afbeeldt en dat hij in de huid gevonden had.

Hij beschreef het als een „zenuwlichaampje van Ruffini”. De structuur en de ligging van het door de schrijver gevonden eindlichaampje deed vermoeden dat vormverandering van het kapsel tengevolge van spieractiviteit prikkels zou kunnen opwekken die door de dikke vezel werden doorgegeven.

Een aanwijzing, die zou kunnen bevestigen dat in de spier geen spierspoelen voorkomen, kon worden verkregen door een onderzoek naar de dikte van de individuele zenuwvezels in de zenuw die de spier verzorgt. Het bleek dat in de *nervus pterygoideus lat.* de verdeling van de dikten der vezels één top vertoont om de 7 tot 8 μ (FRANKS, 1964) zoals aangegeven in afb. 10. MURRAY (1957) steunt de suggestie van FERNAND en YOUNG (1951), dat spieren die in hun zenuw een dergelijke unimodale verdeling van de vezeldikten om een gemiddelde waarde hebben, weinig of geen proprioceptieve innervatie bezitten. Zonder twijfel kan de af-

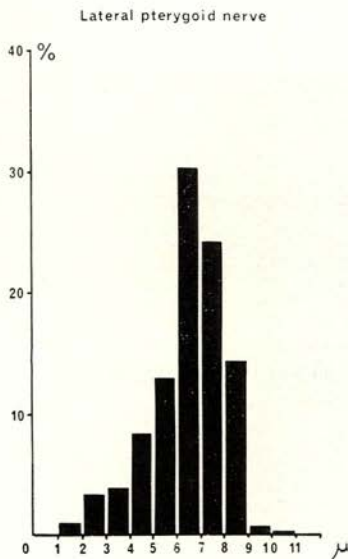


Afb. 9. Uit stukken samengestelde microfoto van een sensorische eindiging (s) in de *m. pterygoideus lat.* (KAT, goudchloride methode, 187 \times).

wezigheid van dikke vezels in de n. pterygoideus lat. verklaard worden door het ontbreken van de forse efferente sensorische vezels die de prikkels uit spierspoelen naar het centrale zenuwstelsel voeren. De motorische vezels naar de spiervezels in de spierspoel zijn volgens KUFFLER en HUNT (1949) dun; daar bij de vezelanalyse van de n. pterygoideus lat. slechts de normale dikte van motorische axonen voor de gewone spiervezels wordt gevonden, levert hij een extra aanduiding voor het ontbreken van spierspoelen.

Verklaring van de sensorische innervatie van de m. pterygoideus lateralis

Het sensorische eindorgaan dat gevonden werd in de m. pterygoideus lat. zou heel wel een fylogenetische voorloper kunnen zijn van de hoger ontwikkelde spierspoel. Men zou zich kunnen voorstellen dat het ontbreken van een sensorische innervatie zoals die in andere kauwspieren wordt aangetroffen moet worden toegeschreven aan de evolutionair gezien betrekkelijke onrijpheid van de m. pterygoideus lat. ADAMS (1919) doet het voorkomen dat, terwijl de m. pterygoideus med. sinds lang van de massa van de m. temporalis is afgescheiden, de m. pterygoideus lat. een „nieuwere” spier is, die bij de mens nog nauw samenhangt met de m. temporalis.

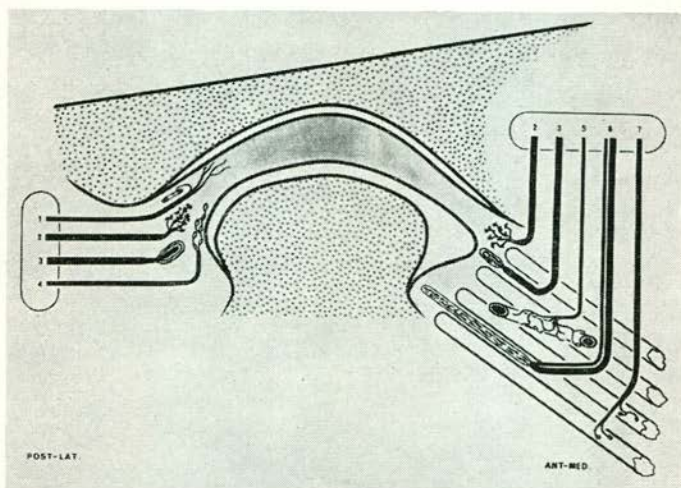


Afb. 10. Vezels in de n. pterygoideus lat. (KONIJN).

Klinische betekenis

Het is al opgemerkt dat de spierspoelen een belangrijke functie hebben voor de regulatie van de tonus van spieren. In normale skeletspieren staat de sensorische eenheid in de pees bij wijze van spreken in serie met de spierspoel en hij registreert de maximale kracht die bij contractie ontwikkeld wordt. Daardoor kan hij een remmende invloed hebben die de activiteit van de spoel compenseert. Een verstoring van dit evenwicht brengt verandering in de spierspanning teweeg en kan in feite tot dysfunctie van de spier leiden. Indien in een bepaalde spier dit mechanisme niet volledig ontwikkeld is kan men veronderstellen dat die spier waarschijnlijk gepredisponeerd is voor zulk een dysfunctie.

Het is duidelijk, dat de *m. pterygoideus lat.* bij zoogdieren in het algemeen en bij de mens in het bijzonder een zeer belangrijke rol heeft bij de werking van het kaakgewricht. Een verstoring van zijn werkzaamheid zou kunnen leiden tot een dysharmonie in de bewegingen van de discus intra-articularis en de condylus, immers, de spier insereert aan beide. In



Afb. 11. Schematische voorstelling van de innervatie van het kaakgewricht en de *m. pterygoideus lat.* (FRANKS, 1964).

1. Vrije zenuwvezels met vaattakken.
2. Samengestelde niet-ingekapselde eindiging.
3. Eindiging omgeven door een kapsel.
4. Zenuwplexus in gewrichtskapsel.
5. Bloedvat in de spier met zenuwplexus.
6. Sensorische eindiging in de spier.
7. Motorische innervatie van de spier.

de huidige opvatting over de dysfunctie van het kaakgewricht geldt dat deze vooral een gevolg is van een stoornis in de musculatuur (SCHWARTZ, 1959). De m. pterygoideus lateralis schijnt de hoog ontwikkelde organisatie te ontberen die hij lijkt nodig te hebben voor zijn taak en dit kon wel eens de sleutel zijn die wij zoeken. Klinisch is het knappen de gewoonste stoornis in het kaakgewricht. Deze dysfunctie, ten nauwste gelieerd aan de m. pterygoideus lateralis, kon wel eens terug te voeren zijn op het stadium van ontwikkeling der spanningsregulatoren in deze spier.

Samenvatting

1. De unieke kenmerken van het kaakgewricht worden opgesomd.
2. Er wordt vastgesteld dat de basis van een onderzoek van bewegingen in een gewricht wordt gelegd door een begrip van de nerveuze receptoren en hun proprioceptieve functie in relatie tot de gewrichten.
3. De regeling van gewilde en reflectoire bewegingen van gewrichten wordt besproken.
4. Microscopisch onderzoek is verricht over de innervatie van het kaakgewricht en de m. pterygoideus lateralis bij de kat, de cavia, het konijn en de rat.
5. Drie types van zenuweindigingen werden waargenomen in het bindweefsel-kapsel van het gewricht: a. vrije eindigingen (de meest voorkomende en algemeen verspreide soort), b. ingekapselde en c. complexe niet-gekapselde.
6. Vrije eindigingen werden ook gezien in het achterste deel van de discus intra-articularis. De andere soorten receptoren worden gewoonlijk tezamen aangetroffen in de antero-mediale en postero-laterale delen van de kapsel.
7. Het verloop van de zenuwvezels (van de n. pterygoideus lat.) binnen de spier is nagegaan. De gevonden plexiforme rangschikking wordt geacht de hergroepering van vezels mogelijk te maken of de formering van diffuse motorische eenheden.
8. Spierspoelen werden niet gevonden in de m. pterygoideus lat. doch een waarschijnlijk sensorisch werkend eindorgaanje werd aangetroffen.
9. Een analyse van de vezeldikten in de n. pterygoideus lat. leverde een unimodale verdeling met een top tussen 5 en 8 μ op en bevestigde het ontbreken van spierspoelen.
10. Deze vondsten kunnen op evolutionaire basis verklaard worden.
11. De stelling wordt opgeworpen dat het frequent klinische teken van hyperactiviteit van de m. pterygoideus lat. (en de dysfunctie van het kaakgewricht die er het gevolg van is) wel eens verklaard zou kunnen worden op grond van het ontwikkelingsstadium, bereikt door de spanningsregulatoren in de spier.

Summary

1. The unique characteristics of the temporomandibular joint have been listed.
2. It has been stated that the basis of a study of joint movements must be an understanding of the nerve receptors and proprioceptive function related to joints.
3. The control of voluntary and reflex movements of joints has been discussed.
4. Microscopic studies have been carried out on the innervation of the temporomandibular joint and lateral pterygoid muscle in the cat, rabbit, guinea pig and rat.

5. Three types of nerve endings were located in the fibrous capsule, (a) free nerve endings, most abundant and generally distributed, (b) encapsulated and (c) complex unencapsulated.
6. Free nerve endings were also seen in the posterior region of the intra-articular disc. The other types of receptors were usually found together in the anteromedial and posterolateral parts of the capsule.
7. The intramuscular fibre arrangement of the lateral pterygoid nerve has been demonstrated. The plexiform arrangement located has been considered a vehicle for either regrouping of the fibres or the forming of a diffuse motor unit.
8. Muscle spindles were not found in the lateral pterygoid muscle but a nerve ending of probable sensory function was located.
9. An analysis of the lateral pterygoid nerve, which had a unimodal calibre spectrum with peak between 5 and 8 μ , confirmed the lack of spindles.
10. These characteristics of the muscle could be explained on the basis of evolution.
11. It is postulated that the frequent clinical sign of hyperactivity of the lateral pterygoid muscle (and consequent dysfunction of the temporomandibular joint) may have its explanation based on the stage of development reached by the tension regulators in this muscle.

De auteur betuigt zijn dank voor de steun ondervonden bij zijn werk over stoornissen van het kaakgewricht van de Leverhulme Trust en de Medical Research Council of Great Britain.

Literatuur

- ADAMS, L. A. (1919) *Annals N.Y. Acad. Sci.* 28, 51
- ANDREW, B. L. and DODT, E. (1953) *Acta physiol. Scand.* 28, 287
- BARKER, L. F. (1899) „Nervous system” p. 390. H. Kimpton (Hirschfelds), London
- BOWDEN, R. E. M. and MAHRAN, Z. Y. (1956) *J. Anat.* 90, 217
- BOYD, I. A. (1954) *J. Physiol.* 124, 476
- BOYD, I. A. and ROBERTS T. D. M. (1953) *J. Physiol.* 122, 38
- BROWN, T. and READE, P. C. (1963) *Aust. dent. J.* 8, 213
- COHEN, L. A. (1958) *J. Neurophysiol.* 21, 550
- COOPER, S. (1960) in Volume 1 of „Muscle” ed. G. H. Bourne, Academic Press, London
- COOPER, S., DANIEL, P. and WHITTERIDGE, D. (1955) *Brain* 78, 564
- CORBIN, K. B. and HARRISON, F. (1940) *J. comp. Neurol.* 73, 153
- DIXON, A. D. (1962) *Oral Surg., Oral Med., Oral Path.* 15, 48
- FEINDAL, W., HINSHAW, J. R. and WEDDELL, G. (1952) *J. Anat.* 86, 35
- FERNAND, V. S. V. and YOUNG, J. Z. (1951) *Proc. roy. Soc. B.* 139, 38
- FRANKS, A. S. T. (1964) *J. dent. Res.* (in the press)
- FREIMANN, R. (1954) *Anat. Anz.* 100, 258
- GARDNER, E. (1960) *Bull. Hosp. Jt. Dis.* 21, 153
- GRANIT, R. (1955) „Receptors and sensory perception” Yale Univ. Press, New Haven
- JERGE, C. R. (1963) *J. Neurophysiol.* 26, 379
- KUFFLER, S. W. and HUNT, C. C. (1949) *Proc. Soc. exp. biol. N.Y.* 71, 256
- LUCAS KEENE, M. F. (1957) *J. Anat.* 91, 590
- MCINTYRE, A. K. (1963) *J. Anat.* 97, 489

- MOFFAT JR., B. C. J. (1957) *Contrib. to Embry.* No. 243, 36, 242
- MOUNTCASTLE, V. B. (1957) *J. Neurophysiol.* 20, 408
- MURRAY, J. G. (1957) *J. Physiol.* 135, 206
- SAMUELS, E. P. (1952) *Anat. Rec.* 113, 53
- SCHWARTZ, L. (1959) „Disorders of the temporomandibular joint”, W. B. Saunders, London
- SHANTHAVEERAPPA, T. R. and BOURNE, G. H. (1963) *Amer. J. Anat.* 112, 97
- SHORE, N. A. (1959) „Occlusal equilibration and temporomandibular joint dysfunction” J. B. Lippincott, Philadelphia
- SILVERMAN, S. I. (1961) „Oral physiology” C. V. Mosby, St. Louis
- SKOGLUND, S. (1956) *Acta physiol Scand.* 36, Suppl. 124
- STENER, B. (1959) *Acta physiol. Scand.* 48, Suppl. 166
- THILANDER, B. (1961) *Trans. Roy. Sch. Dent.* No. 7
- WEDDELL, G. and HARPMAN, J. A. (1940) *J. Neurol. Psych.* 3, 319
- WRIGHT, S. (1961) „Applied physiology” 10th. ed. p. 275, Oxford Univ. Press. London