

*Uit de afdeling Prothetische tandheelkunde van de Universiteit van Amsterdam.*

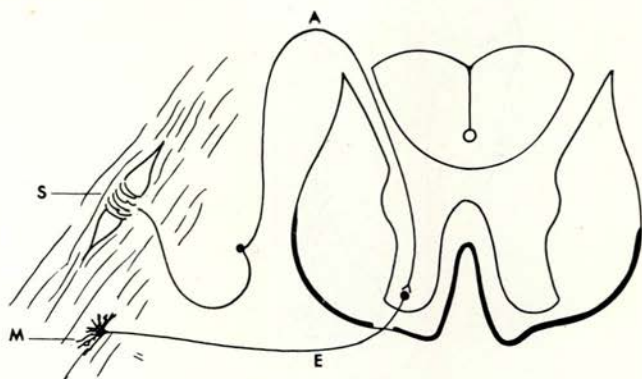
*Hoofd: Prof. Dr. F. J. Tempel.*

## ENIGE REFLEXSYSTEMEN IN HET KAUWSTELSEL

G. L. J. M. HONÉE, wetenschappelijk hoofdmedewerker

De hoge graad van nauwkeurigheid en doelgerichtheid van functionele onderkaakbewegingen is te danken aan het bestaan van hoog ontwikkelde coördinatiemechanismen. Deze coördinatiemechanismen komen tot stand door een perfect samenspel van perifere perceptie-organen, geleidebanen en schakelsystemen.

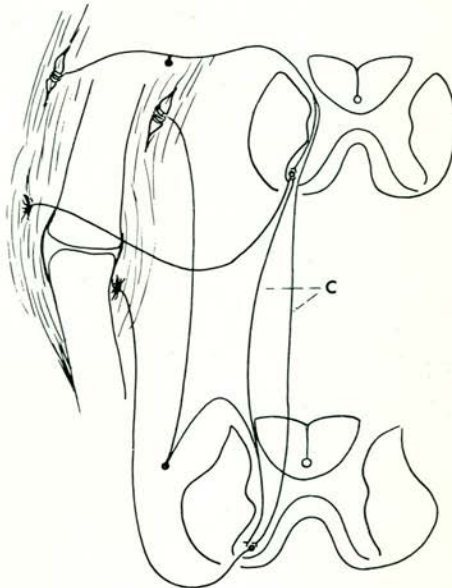
Het verkrijgen van enig inzicht in dit ingewikkelde computer-mechanisme is niet alleen een wensdroom van de zuiver wetenschappelijk geïnteresseerde; het is van zeer veel nut voor iedereen, die met de dysfunctie en de pathologie van de verschillende orgaangroepen van het kauwstelsel, die deel uitmaken van het bewegingsapparaat, geconfronteerd wordt, alsook voor diegene, die dagelijks bij het herstel van een van de belangrijke delen van het kauwstelsel, de gebitsbogen, betrokken is.



Afb. 1. Schematische weergave van een myotatische reflex, ook wel strekreflex genoemd. S: neuromusculaire spoel; M: motorische eindplaat; A: afferente zenuwvezel; E: efferente zenuwvezel.

Bij de beschouwing van de literatuur betreffende de reflexmechanismen, die zorg dragen voor vloeiende, gecoördineerde kaakbewegingen lijkt het zinvol de myotatische spinale reflex en het principe van de reciproque innervatie als uitgangspunt te nemen.

De componenten van de spinale myotatische reflex, ook wel „strekreflex” genoemd, zijn in afbeelding 1 weergegeven. De actiepotentiaal, die resulteert uit de ontlading van de sensibele receptor in de spier, de spierspoel, wordt via de zenuwuitloper van het afferente neuron voortgeleid. Via een monosynaptische overdracht naar de motorische voorhoorn cel ontstaat een impuls, die via de efferente vezel naar de motorische eindplaat van de spiervezel wordt geleid. Activering van het afferente neuron, veroorzaakt door een verstoring van het lengte-evenwicht tussen de intrafusale spiervezels in de spierspoel en de spiervezels buiten de spierspoel, resulteert dus in contractie van de spier. In het kader van de verdere bespreking van enige reflexmechanismen is het belangrijk, dat wij ons realiseren dat de genoemde verstoring van het lengte-evenwicht tussen de intra- en extrafusale spiervezels op twee manieren tot stand kan komen. Ten eerste: verlenging van de spiervezels buiten de spoel, ten tweede: verkorting van de intrafusale spier-



Afb. 2. Schematische weergave van het reciproque innervatie principe. C: collaterale zenuwtakken van afferente vezels, die synaptisch eindigen aan de motorische voorhoorn cellen van de antagonist.

vezels binnen de spoel, een verkorting die het gevolg is van een prikkel via de efferente motorische zenuwvezel naar deze intrafusale spiervezels. Naast de excitatoire eindiging van het afferente neuron aan de synaps met de motorische voorhoorn cel heeft het afferente neuron een tweede collaterale tak, die eindigt aan de synaps met een motorneuron, dat niet dezelfde maar een antagonistische spier innerveert. Men kan deze collateraal een inhibitoire eindiging noemen. Deze collaterale eindiging van het afferente neuron aan het motorneuron van een antagonistische spier maakt het immers mogelijk, dat de contractie van de eerste spier, gevolg van de myotatische reflex, gepaard gaat met – en dus afgeremd wordt door – simultane contractie van de antagonistische spier. Dit is het principe van de reciproque innervatie van antagonistische skeletspieren (afb. 2).

Samenvattend kan men stellen: bij het opwekken en instandhouden van de myotatische reflex zijn de volgende structuren betrokken: de receptoren in de spier (voornamelijk en in eerste instantie de spierspoelen), de uitloper van het sensibele neuron, de synaps tussen dit sensibele neuron en het motorische neuron, de efferente zenuwvezel, de motorische eindplaat en de spiervezel.

Keren wij nu terug naar de kaakbewegingen, dan blijkt dat velen dit principe van de reciproque innervatie toepassen op de kauw musculatuur in hun pogen het neurologisch mechanisme, dat aan de kaakbewegingen ten grondslag ligt, te verklaren. Zo schrijft Kawamura (1964): „When noxious stimuli are applied to oral structures, the jaw-opening reflex occurs . . . which reciprocally inhibit the jaw-closing muscles . . . Once the jaw opens the jaw-closing muscles are stretched forcefully, and now the jaw-jerk reflex follows in succession. The jaw now begins to close with the jaw-closing muscles discharging and inhibiting the jaw-opening muscles”. En: „Such a reciprocal relationship between the jaw-opening and jaw-closing muscles occurs . . . also during the routine chewing movements of the jaw”. Kawamura is dus van mening, dat zowel de nociceptieve reflex alsook het reflexmechanisme, dat aan ge-coördineerde kauwbewegingen ten grondslag ligt, exponenten zijn van reciproque relaties tussen de mondsluiters en de mondopeners. Tegen deze opvatting zijn enige bedenkingen aan te voeren.

Het principe van de reciproque innervatie veronderstelt het bestaan van gelijkwaardige antagonistische spiergroepen. In morfologische zin zou men het bestaan van twee antagonistische spiergroepen in het kauwstelsel kunnen aannemen: mondsluiters en mondopeners. Reciproque

innervatie vereist evenwel dat de spieren, die als mandibula-depressoren fungeren, even rijk aan spierspoelen zullen zijn als de spieren, die als mandibula-elevatoren dienst doen. Beschouwt men nu het aantal spierspoelen, wier activiteit en dus aanwezigheid ten grondslag ligt aan het reciproque innervatie-mechanisme, dan blijkt dat de elevatoren rijk voorzien zijn, terwijl de depressoren onevenredig arm aan deze neurale structuren zijn. Ter illustratie: bij de elevatoren varieert de hoeveelheid spierspoelen van 155 tot 217, bij de depressoren van 0 tot 15.

Het is mede deze overweging die voor een aantal onderzoekers een reden geweest is om naar andere reflexmogelijkheden te zoeken. Drie benaderingen zullen hier worden besproken.

Volgens Jerge (1964) dient men twee reflexmechanismen te onderscheiden, t.w. het strekreflexmechanisme, dat zich beperkt tot de elevatoren en de mondopeningsreflex. Het strekreflexmechanisme treedt in werking als gevolg van *passieve* strekking van de elevatoren, een strekking die het gevolg is van contractie van de mondopeners. Reflex-opening daarentegen is niet het reciproque gevolg van de contractie van de mondsluiters, maar resulteert uit prikkels, die hun oorsprong vinden in de tast- en drukreceptoren in en rond de mond. De meest belangrijke zijn de drukreceptoren in het periodontium en de tactiele receptoren in de gingiva, het palatum en de overige mond mucosa. De cyclische interactie van deze twee reflexen draagt zorg voor soepele en gecoördineerde kaakbewegingen. De myotatische sluitreflex is monosynaptisch; de openingsreflex is polysynaptisch. Jerge neemt dus twee elkaar beïnvloedende ongelijke reflexen aan als basis voor de mandibula-bewegingen. Volgens deze auteur is de venter anterior van de m. digastricus de belangrijkste mondopener.

Het concept van Jerge heeft voornamelijk tot doel een inzicht te geven in de neurofysiologische basis, die aan normale cyclische kauwbewegingen ten grondslag ligt. Tevens kan men zich, met dit concept voor ogen, voorstellen hoe de orale structuren beschermd worden tegen te grote onfysiologische krachten. Deze krachten immers zullen in de receptoren van de gingiva en het periodontium geregistreerd worden en tot contractie van de mondopeners aanleiding geven.

Evenwel, bij de kaakbewegingen zijn naast de gebitselementen nog twee zeer belangrijke orgaansystemen betrokken, die beide bescherming tegen onfysiologische krachten behoeven: de kauwspieren zelf en de kaakgewrichtstructuren. Het is niet goed voor te stellen hoe de zelfbescherming van deze twee orgaanstructuren wordt verzekerd binnen

het concept zoals Jerge dit heeft gegeven. Zoals reeds eerder gebleken is schiet het concept van de reciproque innervatie in klassieke zin in deze ook tekort.

Wat betreft het beschermingsmechanisme in de kauwspieren zelf verdient de opvatting van Murphy (1967) onze aandacht.

Bij de inleiding van dit overzicht werd reeds opgemerkt, dat de neuromusculaire receptor, de spierspoel dus, geactiveerd wordt bij elke verstoring van het lengte-evenwicht tussen de spiervezels binnen de receptor en de spiervezels buiten de receptor. Vermeld werd reeds dat dit op twee manieren kan gebeuren. Bij de beschouwingen van de myotatische reflex wordt de passieve verlenging van de intrafusale spiervezels meestal primair gesteld. Men zou dit het „verlenging-excitatie” principe kunnen noemen. Murphy geeft meer aandacht aan een andere mogelijkheid. Kort samengevat komt de gedachtengang van deze auteur op het volgende neer: naast de grote afferente zenuwvezel staat de neuromusculaire spoel ook in verbinding met een kleine (gamma) efferente zenuwvezel. Deze kleine efferente zenuwvezel geleidt impulsen, die de intrafusale spiervezels in de spierspoel tot contractie prikkelen. Deze contractie van de intrafusale spiervezels heeft tot gevolg, dat het lengte-evenwicht tussen intra- en extrafusale spiervezels wordt verstoord, hetgeen resulteert in een potentiaal-ontlading in de annulospirale zenuweindiging rond de spierspoel. Deze potentiaal-ontlading resulteert weer in een centripetale impuls via de afferente zenuwvezel, die op haar beurt via de synaps tussen de sensibele cel in de nucleus mesencephalicus en de grote (alpha) motorcel in de nucleus motorius de extrafusale spiervezels van *dezelfde* spier tot contractie brengt. Hierdoor wordt het verstoorde lengte-evenwicht tussen de intra- en de extrafusale spiervezels hersteld en dus stopt de ontlading van de spierspoel. Hier dient te worden opgemerkt, dat de spierspoel in deze benadering niet primair geclassificeerd wordt als neuromusculaire receptor, maar dat meer aandacht gegeven wordt aan de rol, die de spierspoel in het effectorapparaat speelt.

De meest geschikte weg, die in een gegeven situatie wordt gevolgd, wordt bepaald door de integrerende functie van de hogere hersencentra. Deze hogere hersencentra bundelen al dan niet hun impulsen naar de kleine gamma efferente motorcel. Wanneer de gammaroute bedoeld is als een in de spier ingebouwd zelfbeschermingsmechanisme, dan mag verondersteld worden, dat de boven geschetste weg wordt gevolgd bij die spieractiviteiten, die potentieel traumatisch zijn. De keuze wordt

gemaakt door de hogere hersencentra en is gebaseerd op afferente informatie inzake de aard en de consistentie van de bolus, alsook op ervaring en herinnering.

Samengevat komt het concept van Murphy dus hierop neer, dat niet zozeer het strekreflex-mechanisme, oftewel het verlenging-excitatie mechanisme, maar voornamelijk het verkorting-inhibitie mechanisme aan het kauwgebeuren ten grondslag ligt. Het concept impliceert dat: a. de mate en de duur van de spiercontractie, die noodzakelijk is voor het verkleinen van de bolus, door hogere centra bepaald wordt vóór de actuele spiercontractie plaats vindt en b. dat het geschetste patroon van gebeurtenissen minder tijd neemt dan het traditionele concept en derhalve in traumatische situaties effectiever zal zijn.

Overmatige contractie van de mondsluiters wordt voorkomen omdat de impuls, afkomstig van hogere hersencentra, stopt. Daarnaast blijft de openingsreflex bestaan. Deze speelt zich immers op een lager niveau af en komt tot stand via een monosynaptische verbinding tussen de sensibele cellen in de trigeminuskernen in de medulla oblongata (voornamelijk de nucleus spinalis) en motorische cellen in de nucleus motorius.

De opvatting van Murphy heeft voornamelijk betrekking op de mondsluiters. Hier immers vinden we een groot aantal spierspoelen. Het kaakgewricht en de mondopeners zijn ook in dit concept niet opgenomen.

Vermeld werd reeds dat Jerge de *m. digastricus* als voornaamste mondopener beschouwt. Vele anderen zijn echter van mening, dat de *m. pterygoideus lateralis* in deze centraal staat.

Deze mening is ook Griffin (1965) toegedaan. Welke rol kan deze spier spelen in de neurale bescherming van het kaakgewricht, en in het bijzonder de *discus articularis*, tegen excessieve krachten en hoe wordt de spier zelf tegen overmatige contractie beschermd? Algemeen gaat men nog van de opvatting uit, dat in de *m. pterygoideus lateralis* geen spierspoelen aanwezig zijn.

Hoewel gebleken is, dat deze opvatting niet juist is (Honée, 1966), kan men zich toch afvragen of het aantal gevonden spierspoelen (1 tot 15) in deze spier voldoende is om de myotatische reflex te onderhouden. Griffin vraagt daarom onze aandacht voor de aanwezigheid van andere receptoren en wel de Golgi-peesorganen. Deze peesorganen lijken in hun bouw zeer sterk op spierspoelen. Ze liggen evenwel niet tussen de spiervezels maar in de pees van de spier. Hun eigenschappen onderscheiden zich in die zin van de spierspoelen, dat hun prikkeldrem-

pel aanzienlijk hoger ligt dan de drempelwaarde van de spierspoelen.

Door deze hogere drempelwaarde is het peesorgaan bij uitstek geschikt voor een protectieve functie. Een tweede functioneel verschil is dat het peesorgaan in eerste instantie de omgekeerde myotatische reflex bewerkstelligt. Deze reflex remt de spier waarin de prikkel ontstaat en prikkelt de antagonist.

Griffin heeft aangetoond, dat deze peesorganen voorkomen in het voorste deel van de discus en in de peesaanhechting van de m. pterygoideus lateralis aan het voorste gewrichtkapsel.

Bij normale, niet traumatizerende kaakbewegingen zullen deze peespoelen niet boven hun drempelwaarde geprikkeld worden. Wanneer evenwel de spier tot extreme contractie komt – bij excessieve mondopening – zullen zij echter wel een actiepotentiaal uitzenden en zal via de omgekeerde myotatische reflex deze contractie geremd worden en zullen de mondsluiters tot contractie geprikkeld worden. Het is duidelijk, dat overmatige tractie op de voorrand van de discus en op de voorste kapselrand, gevolg van extreme contractie van de m. pterygoideus lateralis, op deze wijze voorkomen wordt.

Samenvattend kan gezegd worden:

1. Het principe van de myotatische reflex en de reciproque innervatie, zoals dit vigeert bij het merendeel van de skeletspieren, kan niet zonder meer op de kauwspieren worden toegepast.
2. Voor een goede coördinatie van de kaakbewegingen en ter bescherming van de betrokken orgaan delen spelen de volgende reflexmechanismen een belangrijke rol:
  - a. de myotatische sluitreflex en de openingreflex, geïnduceerd door spierspoelen in de mandibula-elevatoren en tast- en drukreceptoren in de orale structuren;
  - b. het verkorting-inhibitie mechanisme, gevolg van de activiteit van de spierspoelen in de mandibula-elevatoren;
  - c. inhibitie van de openingreflex door de activiteit van de Golgi peesorganen in het voorste deel van de discus articularis en de peesaanhechting van de m. ptergoideus lateralis.

*Samenvatting:*

Men kan de mandibula-elevatoren en de mandibula-depressoren niet zonder meer als antagonisten beschouwen, omdat het aantal neuromusculaire spoelen in de mandibula-elevatoren aanmerkelijk groter is dan in de mandibula-depressoren. Na een bespreking van de spinale myotatische reflex en het principe van

de reciproque innervatie wordt aan de hand van eigen onderzoek en de resultaten van een aantal publikaties de interactie van een aantal reflex-mechanismen nader uiteengezet.

*Summary:*

It is doubtful to consider the mandibular elevators and the mandibular depressors as antagonists because of the great discrepancy between the number of neuromuscular spindles in the two muscle-groups. A short review of the principle of the myotatic reflex and reciprocal innervation is followed by a discussion of the results of the author's investigation on the finding of muscle spindles in the lateral pterygoid muscle related to some other publications, explaining the interaction of a number of reflexmechanisms underlying the chewing act.

*Literatuur:*

1. *Griffin, C. J. e.a.* (1965): Inhibition of the linguo-mandibular reflex. *Austr. Dent. J.* 10: 5.
2. *Honée, G. L. J. M.* (1966): An investigation on the presence of muscle-spindles in the human lateral pterygoid muscle. *Ned. Tijdschrift voor Tandheelkunde, Suppl. 3:* vol. 73.
3. *Jerge Ch. R.* (1964): The neurologic mechanism underlying cyclic jaw movements. *J. Pros. D.* 14: 4.
4. *Kawamura, Y.* (1964): Recent concepts of the physiology of mastication. Academic Press New York and London, vol. 1.
5. *Murphy, T. R.* (1967): Shortening/inhibition of prime movers. *Brit. D.J.* 123: 12 dec.
6. *Ranson and Clark* (1961): The anatomy of the nervous system, 10th ed. W. B. Saunders Comp., Philadelphia and London.

Vlaardingenlaan 23.  
Amsterdam-W.