

# Oorspronkelijke bijdragen

## Kauwspieren

### Deel VIII. Reflexen in het kauwstelsel

H.W. van der Glas  
F. Bosman  
A. van der Bilt

**Samenvatting.** Een reflex is een onwillekeurige reactie op een specifieke zenuwprikkel. In het kauwstelsel zijn diverse typen receptoren aanwezig die betrokken zijn bij het ontstaan van reflexen. Zo laat een korte tik op een tand een specifiek patroon van enkele zogenaamde exteroceptieve reflexen zien in de elektromyografische (EMG) activiteit van de sluitspieren, met zowel perioden van verminderde (inhibitoire reflex) als van vermeerderde (excitatoire reflex) activiteit. De parodontale mechanoreceptoren zijn in dit geval de sensoren die de stimulus detecteren. Een tweede soort reflex is de rekreflex, een voorbeeld van een proprioceptieve reflex. Een korte verlenging van een sluitspier, gedetecteerd door lengtesensoren (spierspoeltjes) geeft aanleiding tot een excitatoire reflex in het EMG. De amplitude van beide soorten reflexen is, afhankelijk van de motorische taak, modificeerbaar. Bij het normale fysiologische functioneren, bijvoorbeeld bij houdingsregulatie of bij kauwen, spelen de diverse reflexmechanismen een belangrijke rol.

GLAS HW VAN DER, BOSMAN F, BILT A VAN DER. Kauwspieren. Deel VIII. Reflexen in het kauwstelsel. Ned Tijdschr Tandheelkd 1998; 105: 42-47.

Uit de vakgroep Mondziekten,  
Kaakchirurgie en Bijzondere  
Tandheelkunde van de Universiteit  
Utrecht.

Trefwoorden: Kauwspieren – Reflex –  
Neuromusculaire sturing

Datum van acceptatie: 6 augustus 1997.

Adres: Dr. H.W. van der Glas,  
UU, postbus 80.037,  
3508 TA Utrecht.

#### 1 Inleiding

Onder een reflex verstaan we een onmiddellijke, onwillekeurige reactie op een specifieke zenuwprikkel. In het dagelijks leven is een bekend voorbeeld het terugtrekken van de hand als men ongewild iets heets aanraakt. Ook in het functioneren van het kauwstelsel zijn reflexen van groot belang, bijvoorbeeld de reflexen die betrokken zijn bij slikken en speekselsecretie. Tot de reflex rekent men de prikkeling van een zenuwsensor of receptor, de geleiding van het signaal uit de receptor naar het centrale zenuwstelsel via een afferent, de verwerking in het centrale zenuwstelsel, de geleiding van een signaal naar een reagerend orgaan via een efferent en ten slotte de werking van dat orgaan of de effector, bijvoorbeeld een spiercontractie of een kliersecretie. In de fysiologie worden reflexen ingedeeld volgens het systeem van Sherrington dat is gebaseerd op het type receptor dat wordt geprikkeld:

- De exteroceptieve reflex waarbij receptoren worden geprikkeld die aan of nabij het lichaamsoppervlak liggen en die veelal reageren op prikkels uit de buitenwereld.
- De interoceptieve reflex waarbij receptoren worden geprikkeld die in het inwendige van het lichaam zijn gelokaliseerd, (bijvoorbeeld in maag- en darmwand of luchtwegen) en die signalen verwerken die in het lichaam worden opgewekt.
- De proprioceptieve reflex waarbij receptoren worden gestimuleerd die in het motorisch apparaat zelf liggen, bijvoorbeeld in spieren of pezen en die reageren op veranderingen die in die organen plaats vinden.

Reflexen zijn gebeurtenissen die zich afspelen door middel van een reflexboog en in die zin behoren ze tot de grote groep van processen die zich laten beschrijven als processen in een zogenaamde regelkring. De mechanismen die ten grondslag liggen aan wat men een reflex noemt, maken deel uit van regelmechanismen die in het lichaam werkzaam zijn ten behoeve van het dagelijkse functioneren. Reflexonderzoek onder gestandaardiseerde omstandigheden is daarom van belang om informatie te verkrijgen omtrent het bestaan en de aard van deze regelmechanismen. In het navolgende zal een

aantal aspecten worden besproken van mechanismen met betrekking tot exteroceptieve- en proprioceptieve reflexen, die in de motoriek van het kauwen van belang zijn.

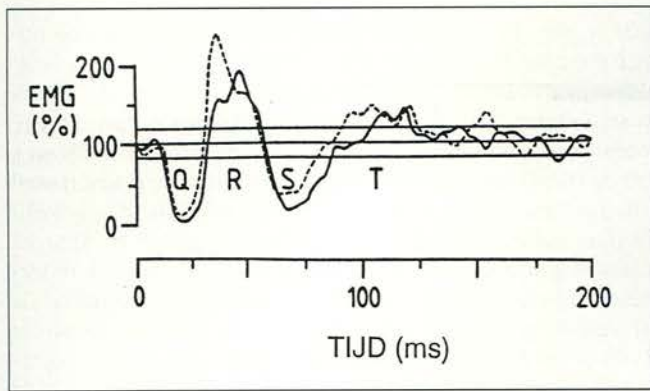
#### 2 Exteroceptieve reflexen

De receptoren die verantwoordelijk zijn voor de gevoelszin van het kauwstelsel met betrekking tot druk, temperatuur en pijn zijn gelegen in het parodontium rond de gebits-elementen, de mucosa van de mondholte en in de tong. Het betreft zowel vrije zenuwuiteinden als receptoren met een kapselstructuur.

Parodontale mechanoreceptoren die hoogst waarschijnlijk een belangrijke rol spelen tijdens kauwen, zijn snel- of traag-adapterend (Linden, 1990). Afferenten van snel-adapterende receptoren geven vrijwel uitsluitend actiepotentialen af bij het aanbrenge of wegnemen van een mechanische stimulus en signaleren als zodanig een verandering in stimulatie. De afferenten van traag-adapterende receptoren blijven vuren zolang de stimulus aanwezig is en geven daarbij informatie door met betrekking tot de stimulussterkte.

Ten behoeve van onderzoek naar parodontale reflexen wordt vaak mechanische stimulatie van een gebits-element toegepast (Van der Glas *et al*, 1988; Louca *et al*, 1996). Mechanische stimulatie kan geschieden door middel van een korte (1-2 ms) tik met een staafje op het labiale oppervlak van een tand of door middel van een 'duwtje' waarbij de kracht op lineaire wijze (binnen 2,5 tot 20 ms) toeneemt tot een constant niveau. Met dergelijke stimuli kan men bij de mens orale reflexen opwekken tijdens perioden van isometrische contractie van de sluitspieren. Hiertoe brengt de proefpersoon door te klemmen een bepaalde hoeveelheid spieractiviteit teweeg die constant gehouden wordt met behulp van visuele terugkoppeling op het elektromyogram (EMG) van een sluitspier. In het EMG kan dan een serie verschillende reflexen worden waargenomen. Een reflexexperiment bestaat uit een aantal EMG-registraties na herhaalde stimulatie. Afbeelding 1 geeft een voorbeeld van een serie reflexen, teweeggebracht door een





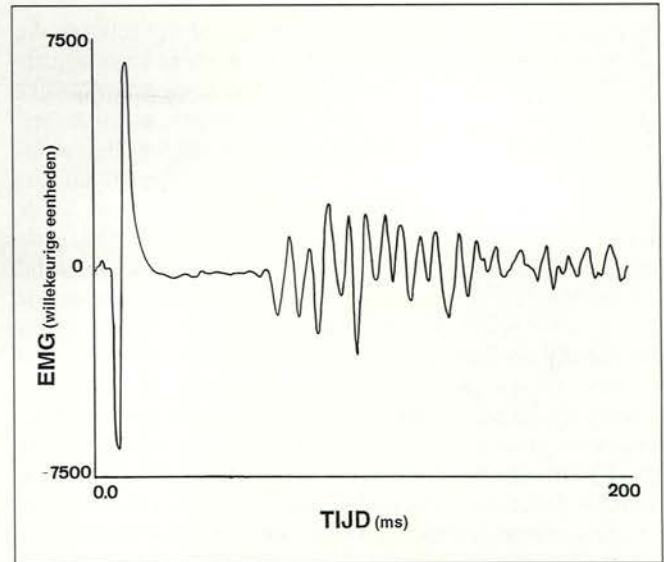
Afb. 1. Poststimulus activiteit na een korte tik (tijdstip 0 ms) op een centrale snijtand in de bovenkaak. De doorgetrokken curve is het gelijkgerichte, gemiddelde (36 registraties) en gefilterde EMG dat ontstaat na zo'n stimulus. De horizontale lijnen rondom de 100% geven het betrouwbaarheidsinterval van het EMG dat men verkrijgt als er geen enkele stimulus wordt gegeven. Waar de lijn deze band te buiten gaat, is er sprake van een significante afwijking van het EMG die het gevolg is van de stimulus. De onderbroken lijn geeft dezelfde situatie maar waarbij tijdens het opwekken van de reflexen een verhoogde mentale belasting werd gegeven.

zachte mechanische tik op een centrale snijtand in de bovenkaak. Afhankelijk van de proefpersoon en de wijze van stimulatie kunnen maximaal vier reflexen waargenomen worden. Het betreft achtereenvolgens een inhibitorische reflex met een korte latentie (gemiddeld 12 ms; de Q golf in afb. 1), een excitatoire reflex met een korte latentie (34 ms; de R golf), een inhibitorische reflex met een lange latentie (50 ms; de S golf) en ten slotte een excitatoire reflex met een lange latentie (84 ms; de T golf). De parodontale afferenten projecteren op verschillende rostraal-caudale niveaus van de hersenstam waar overschakeling op interneuronen plaatsvindt. Naar gelang de reflexlatentie zijn de interneuronen van de disynaptische Q-reflex en van de polysynaptische R- en S-reflex meer caudaal in de hersenstam gelokaliseerd (Sumino, 1976).

### 3 Proprioceptieve reflexen

De sensoren die betrokken zijn bij de proprioceptie zijn peesreceptoren, gewrichtsreceptoren en spierspoeltjes. Golgipeesorgaanjes zijn receptoren die in serie staan met de extrafusale spiervezels. Ze kunnen informatie verstrekken over de mate van spiercontractie doordat ze bij contractie van de extrafusale vezels uitgerekt worden. De aanwezigheid en de functie van peesreceptoren bij de kauwspieren is echter een onderontwikkeld onderzoeksgebied. In zekere zin geldt voor de receptoren in het kaakgewricht hetzelfde: in het kapsel van het kaakgewricht is de aanwezigheid van diverse soorten receptoren weliswaar bekend maar de neuronale verbindingen en reflexbogen zijn onderbelicht in het onderzoek.

Spierspoeltjes zijn gespecialiseerde spiervezels (intrafusale vezels) die parallel liggen aan de contractiele spiervezels (extrafusale vezels) die de verkorting van de spier en/of de krachtsuitoefening kunnen bewerkstelligen (Appenteng, 1990). Het middendeel van de intrafusale spiervezels reageert op de mate of de snelheid van uitrekking. De afferente innervatie van de intrafusale vezels bestaat uit de zogenaamde Ia-vezels en II-vezels. De eerste geven informatie over de lengte van een spier alsmede over de snelheid van veranderingen daarin. De II-vezels geven vooral informatie over de lengte van de spier. De gevoeligheid voor lengte en lengteveranderingen kan worden geregeld door middel van de efferente innervatie, de zogenaamde  $\gamma$ -vezels. Zo kunnen hierdoor de contractiele uiteinden van de intrafusale



Afb. 2. Rekreflex van een m. masseter. Een korte verlenging van de spier geeft, met een latentie van 7 ms, aanleiding tot een gesynchroniseerde, bifasische potentiaal in het EMG van de spier.

vezels samentrekken waardoor het middendeel wordt gerekt en een signaal gaat afgeven. Zonder een dergelijke regeling van de gevoeligheid van de spierspoeltjes zouden de intrafusale vezels, vanwege hun parallelschakeling met de extrafusale vezels, verslappen tijdens een verkorting van de extrafusale spiervezels en daarmee ongevoelig worden voor rek. Om verlies aan gevoeligheid te voorkomen, kunnen de intrafusale spiervezels via het gammasignaal toch op lengte gehouden worden. Men spreekt dan van  $\alpha$ - $\gamma$  coactivatie tijdens een spiercontractie.

De afferente vezels hebben een directe exciterende projectie op de  $\alpha$ -motorneuronen van de sluitspieren. Zo wordt een monosynaptische reflexboog gevormd waardoor de kaakreflex (jaw jerk) kan worden opgewekt. Een kort durende verlenging van de sluitspieren, bijvoorbeeld door een korte tik die via een bijtork overgedragen wordt op de onderkaak (Lobbezoo *et al*, 1993), leidt tot uitrekking van de spierspoeltjes en zal een hoeveelheid signaal bewerkstelligen die via de genoemde verbinding het motorneuron activeert. Als resultaat ontstaat met een latentie van gemiddeld 7 ms een EMG-activiteit van de sluitspieren die de verlenging tegenwerkt. Afbeelding 2 geeft een voorbeeld van zo'n rekreflex, hier te zien als een grote bifasische potentiaal in het EMG. Deze karakteristieke potentiaal komt tot stand doordat een aantal spiervezels synchroon wordt geactiveerd door het signaal van de spierspoeltjes. De spierspoelen van de kauwspieren zijn ook betrokken bij een polysynaptisch reflex. Deze treedt op na een 'duw'-stimulus met een latentie van gemiddeld 38 ms (Poliakov en Miles, 1994).

Een opvallend gegeven in het kauwstelsel is dat de sluitspieren van de kaak zoals de m. masseter en de m. temporalis wel rijkelijk zijn voorzien van spierspoeltjes, echter de openingspieren niet of nauwelijks.

### 4 Modulatie en integratie van exteroceptieve reflexen

Om op een zinvolle manier een rol te spelen in geïntegreerde motorische acties van de onderkaak zoals tijdens kauwen, kan de gevoeligheid van een bepaalde reflexkring beïnvloed worden. Dit kan door middel van een ander receptorsysteem dan dat waarmee de reflex primair teweeggebracht wordt, of door hogere centrale mechanismen. Bij exteroceptieve reflexen wordt de gevoeligheid geregeld op het niveau van de interneuronen; deze kunnen geïnhibeerd of gefaciliteerd worden.



De complexe serie van inhibitoire en excitatoire reflexen die kan worden waargenomen tijdens een isometrische contractie van de sluitspieren (afb. 1), treedt niet op in meer natuurlijke situaties. Een experiment waarin het kauwproces in vereenvoudigde vorm werd bestudeerd en waarbij tijdens de sluitfase een externe kracht voedselweerstand simuleerde, gaf uitsluitend aanleiding tot twee fasen met een toename in de EMG-activiteit van de sluitspieren (Ottenhoff *et al*, 1992) (zie ook deel VII uit deze serie; Van der Bilt *et al*, 1998). Op grond van latentie zou het mechanisme dat ten grondslag ligt aan de excitatoire R reflex betrokken kunnen zijn bij de eerste fase van toename in EMG-activiteit tijdens gesimuleerd kauwen en het mechanisme van de T-reflex bij de tweede fase. Inhibitoire reacties, zoals de Q-reflex die behalve na een 'tik'-stimulus ook optreedt na een 'duw'-stimulus op een tand tijdens isometrische contractie (Louca *et al*, 1996), worden blijkbaar op centraal niveau onderdrukt. Dit treedt op tijdens een dynamische motorische taak om te verhinderen dat ze contraproductief zouden werken tijdens de fase met grote spieractiviteit om voedselweerstand te overwinnen.

Een tik op een tand stimuleert, behalve parodontale receptoren, tevens acoustische receptoren door middel van botgeleiding van vibraties. Experimenten met acoustische maskering en met lokale verdoving rond gebitselementen (Van der Glas *et al*, 1988) laten zien dat er op centraal niveau een synergetische werking tussen acoustische en parodontale receptoren optreedt. Deze werking is verantwoordelijk voor circa één derde van de amplitudes van de verschillende reflexen die waargenomen worden tijdens isometrische contractie. Zo'n synergetische rol van acoustische receptoren zou van belang kunnen zijn voor de motorische controle van kauwen op brok krakend voedsel.

Andere modulerende factoren betreffen mechanismen die verband houden met een veranderde mentale activiteit (samenhangend met 'arousal' of mentale stress) of nociceptieve mechanismen. Een verhoogde mentale belasting, teweeggebracht door de proefpersoon te laten hoofdrekken (Van der Glas *et al*, 1994), leidt tot inhibitie van een deel van de inhibitoire Q- en S-reflexen. Het gevolg is dat deze verkorten. Bovendien treedt er een facilitatie van de excitatoire reflexen op, vooral van de R-reflex, die daardoor in amplitude toeneemt (afb. 1; onderbroken curve). De biologische betekenis van een dergelijke reflexmodulatie zou kunnen samenhangen met het feit dat het een dierlijk organisme in staat stelt te gaan kauwen of te blijven kauwen terwijl aandacht aan de omgeving geschonken wordt. Voor een kat bijvoorbeeld is het van belang dat excitatoire reflexmechanismen op scherp worden gezet en inhibitoire worden onderdrukt om snel en krachtig te kunnen toehappen zodra een muis de aandacht trekt. Nociceptieve mechanismen, geactiveerd door de proefpersoon een hand in ijskoud water te laten onderdompelen (Cadden *et al*, 1994), remmen zowel de inhibitoire als de excitatoire reflexen, hetgeen vermoedelijk een beschermende functie heeft.

## 5 Modulatie en integratie van de rekreflex

Niet alleen langere reflexbanen met interneuronen kunnen gemodificeerd worden maar ook monosynaptische rekreflexen. Behalve met een sturing van de gevoeligheid van de spierspoelen via de  $\gamma$ -efferenten, hangt de modificatie van de rekreflex samen met een proces van presynaptische inhibitie (Rudomin, 1990). Hierbij zijn inhibitoire zenuwbanen betrokken die door hun synaptisch contact met de afferenten van spierspoelen de activiteit hiervan in meer of mindere mate kunnen tegenhouden. De gevoeligheid van de rekreflex in het kauwstelsel blijkt op een taak-afhankelijke wijze modificeer-

baar te zijn. Een hogere reflexgevoeligheid wordt waargenomen naarmate de situatie waarin sluitspieren moeten contracteren in mechanisch opzicht onstabiel is. Het wordt ook waargenomen in afwezigheid van informatie van andere receptorsystemen dan de spierspoelen die kunnen bijdragen aan de stabilisatie van de kaakpositie. Zo is tijdens unilateraal bijten op een blokje kunstharis de reflexgevoeligheid hoger aan de zijde waar mechanische ondersteuning tussen de antagonistische gebitselementen ontbreekt. Tijdens bilateraal ondersteund bijten is dit het geval aan de zijde die niet betrokken is bij visuele terugkoppeling op het EMG van een sluitspier (Lobbezoo *et al*, 1993). Tijdens ritmische open-sluitbewegingen is de reflexgevoeligheid hoog tijdens de sluitfase en is de rekreflex volledig onderdrukt tijdens de openingsfase (Van der Bilt *et al*, 1991). Een dergelijke motorische controle heeft tot gevolg dat de reflexgevoeligheid hoog is tijdens een fase die mechanische instabiliteit kan geven, bijvoorbeeld wanneer voedsel unilateraal ontmoet wordt tijdens kauwen. Tevens zorgt deze ervoor dat de m. digastricus niet tegengewerkt wordt door reflexmatig opgewekte activiteit van sluitspieren waarvan de intrafusale vezels tijdens de openingsfase worden verlengd. De conclusie dat spierspoelen een sleutelrol spelen bij de stabilisatie van de onderkaakpositie wordt ondersteund door resultaten verkregen tijdens het lopen van katten: fluctuaties in het EMG van de sluitspieren blijken nauw gecorreleerd te zijn met de verticale versnellingen van de kop van het proefdier (Lund *et al*, 1984). Vertaald naar de mens, maakt het bestaan van de reflexboog waar spierspoelen van de sluitspieren aan deelnemen, kauwen en spreken mogelijk terwijl men loopt.

Dierexperimenten waarbij parodontaal- en spierspoel-afferenten werden uitgeschakeld, wijzen erop dat zowel parodontaal receptoren als spierspoelen betrokken zijn bij het teweegbrengen van sluitspieraactiviteit die nodig is ter compensatie van voedselweerstand (Morimoto *et al*, 1989).

## Literatuur

- APPENTENG K, TAYLOR A, RED. Jaw muscle spindles and their central connections. In: Neurophysiology of the jaws and teeth. Taylor A, red. London: MacMillan Press, 1990: 96-141.
- BILT A VAN DER, BOSMAN F, GLAS HW VAN DER. Kauwspieren. Deel VII. Kauwspieren en kauwen. Hoe krijgen wij ons voedsel klein? Ned Tijdschr Tandheelkd 1998; 105: 4-6.
- BILT A VAN DER, OTTENHOFF FAM, GLAS HW VAN DER, BOSMAN F. Sensitivity of the mandibular stretch reflex during cyclic jaw movements in man. Soc Neurosci Abstr 1991; 17: 1110.
- CADDEN SW, GLAS HW VAN DER, LOBBEZOO F, BILT A VAN DER. Remote noxious stimuli modulate jaw reflexes evoked by intra-oral stimulation in man. J Physiol (Lond) 1994; 476: 29P.
- GLAS HW VAN DER, CADDEN SW, LOBBEZOO F, BILT A VAN DER. Effects of mental activity on jaw reflexes evoked by intra-oral stimuli in man. J Physiol (Lond) 1994; 476: 34P.
- GLAS HW VAN DER, LAAT A DE, CARELS C, STEENBERGHE D VAN. Interactive periodontal and acoustic influences on the masseteric post-stimulus electromyographic complex in man. Brain Res 1988; 444: 284-294.
- LINDEN RWA. Periodontal mechanoreceptors and their functions. In: Neurophysiology of the jaws and teeth. Taylor A, red. London: MacMillan Press, 1990: 52-95.
- LOBBEZOO F, GLAS HW VAN DER, BUCHNER R, BILT A VAN DER, BOSMAN F. Jaw-jerk reflex activity in relation to various clenching tasks in man. Exp Brain Res 1993; 93: 139-147.
- LOUCA C, CADDEN SW, LINDEN RWA. The roles of periodontal ligament mechanoreceptors in the reflex control of human jaw-closing muscles. Brain Res 1996; 731: 63-71.
- LUND JP, DREW T, ROSSIGNOL S. A study of jaw reflexes of the awake cat during mastication and locomotion. Brain Behav Evol 1984; 25: 146-156.
- MORIMOTO T, INOUE T, MASUDA Y, NAGASHIMA T. Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit. Exp Brain Res 1989; 76: 424-440.
- OTTENHOFF FAM, BILT A VAN DER, GLAS HW VAN DER, BOSMAN F. Peripherally induced and anticipating elevator muscle activity during simulated



chewing in humans. *J Neurophysiol* 1992; 67: 75-83.  
 POLIAKOV AV, MILES TS. Stretch reflexes in human masseter. *J Physiol (Lond)* 1994; 476: 323-331.  
 RUDOMIN P. Presynaptic inhibition of muscle spindle and tendon organ affe-

rents in the mammalian spinal cord. *Trends Neurosci* 1990; 13: 499-505.  
 SUMINO R. Mechanisms of responses of masseteric motoneurons to intra-oral stimulation in the cat. In: *Mastication*. Anderson DJ, Matthews B, red. Bristol: Wright, 1976: 184-197.

## Summary

### REFLEXES IN THE MASTICATORY SYSTEM

Keywords: Masticatory muscles – Reflex – Neuromuscular control

A reflex is an involuntary response on a specific nerve stimulus. Several types of receptors are present in the masticatory system which can be involved in reflex activity. A short mechanical tap on an incisor, for example, evokes a specific pattern of several so-called exteroceptive reflexes in the electromyographic (EMG) activity of jaw-closing muscles, which includes periods with decreased activity (inhibitory reflex) as well as increased activity (excitatory reflex). In this case, periodontal mechanoreceptors are detecting the stimulus. The second type of reflex that is dealt with is the jaw-jerk reflex as an example of a proprioceptive reflex. A transient increase in length of a jaw-closing muscle, detected by length sensors (muscle spindles), evokes an excitatory reflex in the EMG. Dependent on the motor task, the amplitude of both reflexes is modified. The various reflex mechanisms play an important role in normal physiological functions such as posture control and chewing.

## Uit de historie

### Uit 'Afwijkingen in het kaakgewricht naar aanleiding van stoornissen in het kauworgaan. I.' door A.A.D. Derksen

#### [...] C. Neuromusculaire oorzaken

In de aanhef van dit artikel werd een indeling gemaakt van de factoren die aanleiding kunnen geven tot kaakgewrichtsstoornissen. Als punt 6 daarvan werd genoemd 'verandering in de tonus der spieren'. Dit houdt dus in dat men zich rekenschap dient te geven van de fysiologie van het neuromusculaire stelsel. [...]

De receptoren, d.w.z. de opneem-apparaten van deze prikkels leiden deze niet alleen naar de reflexboog, maar ook naar bepaalde delen van de hersenschors waar ze tot bewuste kennisneming komen. Bij de receptoren, die voor ons op het ogenblik van belang zijn, staat de reflexfunctie echter meer op de voorgrond dan de zintuigfunctie. Alle opneem-apparaten hebben een kritische drempel, die bij verschillende individuen varieert en zelfs bij een bepaalde persoon niet constant is. Bij een continue prikkel wordt de kritische drempel verhoogd: het individu past zich aan. De prikkels bereiken de hersenstam langs extero-, entero- en proprioceptieve vezels. [...]

Het grootste deel van de prikkels die door het proprioceptieve systeem worden overgebracht, draagt tot de instandhouding van actieve reflexen bij, hetzij phasisch hetzij tonisch. Vele ervan bereiken de drempel van het bewustzijn niet. Het is dit systeem dat de motorische functies regelt. [...]

Wat het kauworgaan betreft zegt Freese (1958): 'It is the neuromuscular apparatus of the mandible that governs the temporomandibular joint actions and the muscular activity itself is controlled by neural reflexes originating in proprioceptive nerve endings in the muscles, the articular capsule, and the periodontal ligaments of the teeth'.

Als spieren aan schadelijke prikkels zijn blootgesteld, die langs mechanische en emotionele weg tot stand kunnen komen, reageren zij op één manier: "they develop spasm and shorten. Muscles in spasm lose the capacity for voluntary relaxation and also exhibit an overactive stretch reflex or resistance to passive lengthening" (Travell 1996).

Zo kan malocclusie neuromusculaire dysfunctie veroorzaken. Als een patiënt bij het 'normaal' sluiten van de mond op een prematuur contact stoot, zal hij, doordat de proprioceptoren van het periodontium en de pijnreceptoren worden geprikkeld, deze beweging zó gaan uitvoeren dat dit contact wordt vermeden. De mandibula komt dan in 'habituele occlusie' te staan ten opzichte van de maxilla. Als deze situatie blijft voortduren, komt er een reflex tot stand die habitueel is en die de basis vormt voor een habituele gerieflijke relatie. Maar de harmonische coördinatie van het neuromusculaire systeem is uit zijn balans geraakt.

Doordat de onderkaak in een niet-fysiologische positie is geraakt, zijn spieren, ligamenten en pezen dit ook. De musculatuur tracht de onderkaak in de centrische relatie te brengen, hetgeen door de interdigitering van de elementen van boven- en onderkaak wordt verhinderd. De voortdurende prikkel, waaraan de spieren zijn blootgesteld, is oorzaak dat ze in een constante staat van contractie blijven, zonder dat er bewegingen worden uitgevoerd. Het resultaat van deze niet-gecoördineerde neuromusculaire activiteit is dysfunctie, pijn (waarop later wordt ingegaan) en spierkramp. [...]

Bron: Tijdschrift voor Tandheelkunde 1961; 68: 77-104.