

OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN

*Uit de afdeling dento maxillaire orthopedie
van het Tandheelkundig Instituut der Rijks-
universiteit te Utrecht.*

Hoofd: Prof. R. W. Broekman

INLEIDING TOT DE ELECTROMYOGRAFIE¹⁾

DOOR M. DE BOER

Wetenschappelijk Hoofdambtenaar A

In de laatste jaren treft men in de buitenlandse tandheelkundige tijdschriften herhaaldelijk artikelen aan, die geïllustreerd zijn met electromyogrammen. Hieruit blijkt, dat men meent een beter inzicht in de tandheelkundige problemen te verkrijgen door het bestuderen van de resultaten van de registraties van de activiteit van de kauwspieren.

Op verzoek van enkele collegae hebben wij ons in deze materie verdiept met als doel een inleiding samen te stellen om bij één groter aantal tandartsen dan thans het geval is, belangstelling te wekken voor onderzoekingen als bovengenoemd.

Bijgaande literatuurlijst, die zeker niet volledig is, geeft een indruk van de omvangrijkheid van het aantal tandheelkundige onderwerpen, dat men door middel van de electromyografie heeft trachten te benaderen. Bij het bestuderen van deze literatuur is ons gebleken, dat er een veelheid van methodes bestaat om een electromyogram te verkrijgen. Teneinde u een voorstelling te geven van de verschillende mogelijkheden om een electrogram te registreren wordt een summier onderdeel van deze inleiding gewijd aan de *registratie-apparatuur*; voor de verdere bestudering hiervan verwijzen wij naar de publikaties en leerboeken genoemd in het eerste gedeelte van de literatuurlijst.

Tevens is in deze inleiding enige aandacht besteed aan de anatomie en de fysiologie van het *neuro-musculaire systeem*, terwijl ter illustratie een enkele toepassing van de *electromyografie in de medische wetenschap* besproken wordt. Ook hier verdient het aanbeveling het betreffende gedeelte van de literatuurlijst te raadplegen.

Het *tandheelkundig gedeelte* wordt beëindigd met een nabeschuiving waarin enkele punten genoemd worden die men zich zal moeten realiseren bij de bestudering van de resultaten verkregen bij het electromyografisch

¹⁾ Voordracht gehouden op 18 maart 1960 voor het Nederlandsch Tandheelkundig Genootschap.

onderzoek. Bovendien worden nog enkele suggesties gedaan, hoe eventueel de betrouwbaarheid en de diagnostische en prognostische waarde van een bepaalde methode te bewijzen zou zijn.

I. *Het registreren van electromyogrammen.*

Electromyografie omvat het registreren en het interpreteren van de elektrische activiteit van spieren, zoals de encefalografie zich bezighoudt met de elektrische activiteit van de hersenen.

Wanneer een spier in actie is, treden elektrische verschijnselen op: vanaf de plaats waar een prikkel via de zenuwvezel en het eindplaatje de spiervezel bereikt, breidt zich als een lopend vuurtje een potentiaal-schommeling over de oppervlakte van de spiervezel uit (zie onder II). Deze potentiaalvariaties meet men als functie van de tijd. Hiervoor zijn verschillende methodes:

- a. Men kan het verschil meten tussen de actiepotentialen optredend in twee naburige *punten* van een spier; men maakt dan gebruik van een „bipolaire naald”. Deze bestaat uit een geïsoleerde holle naald (van de vorm van een injectienaald) waarin zich op korte afstand van elkaar twee onderling geïsoleerde naalden bevinden, waarvan alleen de punten niet geïsoleerd zijn. Deze punten liggen in het vlak van het schuin geslepen uiteinde van de holle naald. In de electromyografie spreekt men in dit geval van een bipolaire afleiding.
- b. Een andere manier is het meten van de actiepotentiaal optredend in een bepaald *punt* van een spier t.o.v. een *gebied*, dat als elektrisch constant geldt. Men plaatst in dit geval een geïsoleerde naald met een niet geïsoleerde punt in de spier en brengt een metalen plaatje (als oppervlakte-electrode) in contact met het elektrisch inactieve gebied. De electrode in de spier geplaatst, wordt de „actieve” genoemd, de andere de „indifferente”. Deze methode noemt men „unipolair”¹⁾.
- c. Ook de concentrische naald-electrode wordt gebruikt. Deze bestaat uit een niet geïsoleerde holle naald, waarin zich een tweede naald bevindt waarvan alleen de punt niet geïsoleerd is. Deze punt ligt in het vlak van het schuin geslepen uiteinde van de omhullende naald. Met de concentrische naald-electrode wordt dus het verschil in actie-potentiaal ge-

¹⁾ MÖLLER (1958) schrijft: In the monopolar technique recording takes place between an electrode placed in or on the muscle and an indifferent electrode, either placed so that its possibilities of recording action potentials are a minimum, or by letting it cover an extensive area so that action potentials from underlying muscles are recorded so small, that they do not interfere with the potentials picked up by the different electrode.

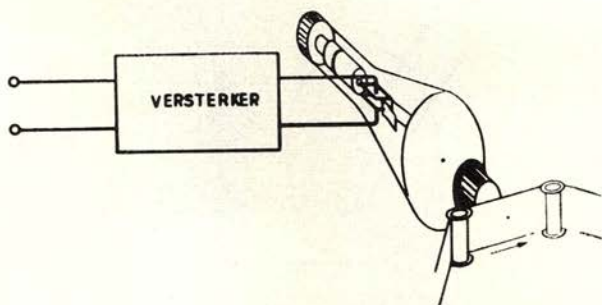
meten van een punt in de spier t.o.v. het gebied, dat met het omhulsel in contact is. Dit gebied zou wegens de grote oppervlakte van dit omhulsel als electrisch inactief kunnen worden beschouwd.

- d. Men meet ook wel het gemiddelde van de actiepotentialen over een bepaald *gebied* van een spier t.o.v. een *gebied* dat als electrisch constant geldt. Men gebruikt hiervoor oppervlakte-electroden (metalen plaatjes met een diameter van 3-8 mm). Deze methode wordt unipolair genoemd.
- e. Door middel van oppervlakte-electroden kan men het verschil meten van de gemiddelde potentiaalschommelingen tussen twee *gebieden* van een spier; de afleiding wordt dan bipolair genoemd.

Er dient nog te worden opgemerkt, dat men met een oppervlakte-electrode slechts een algemene indruk verkrijgt van de innervatie van een spier, terwijl men met behulp van een naald-electrode meer gedetailleerde gegevens kan verkrijgen. Het is namelijk mogelijk een naald-electrode in diverse punten van de spier te plaatsen.

Voor de *registratie* is een tamelijk uitgebreide apparatuur nodig; in de eenvoudigste vorm bestaat deze uit een versterker met een mechanisme om de electrische activiteit aanleiding te laten geven tot een beweging en een registratieapparaat om deze beweging te registreren. De versterker moet een grote gevoeligheid en een hoge ingangsimpedantie hebben.

Aangezien de potentiaalverschillen, die we in een spier registreren zo snel verlopen, dat een klassiek kymographion hiervoor te traag is, heeft



Afb. 1:

Opstelling voor electromyografie. De „stip” van de kathodestraalbuis wordt verticaal afgebogen door de versterkte spanningen, die door electroden uit de spier worden afgeleid. Op de film, die zich in de richting van de pijl beweegt, wordt het electromyogram geregistreerd.

Overgenomen uit: DEN HARTOG c.s. (I, 3).

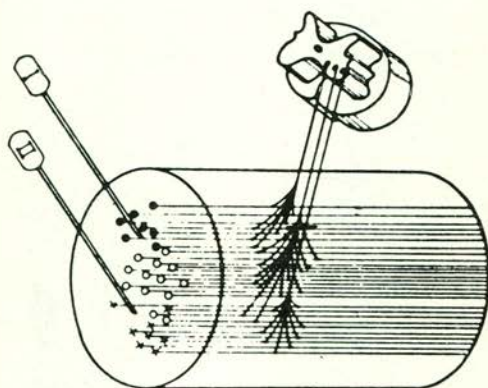
men gezocht naar een apparaat waarmee men wel deze snelle veranderingen van potentiaal-verschillen kan registreren. Dit is mogelijk met de *kathodestraalbuis* (afb. 1), waarbij waargenomen wordt door middel van een elektronenbundel, die onder invloed van de versterkte potentiaal-verschillen van de spier een richtingverandering ondergaat. Deze veranderingen in de potentiaal-verschillen gezet op de horizontale platen van een kathodestraalbuis buigen de elektronenbundel af in een verticaal vlak, hetgeen vast te leggen is op een bewegende fotografische film of waar te nemen op het fluorescerende scherm. Het is tevens mogelijk de elektrische activiteit door een *luidspreker* hoorbaar te maken.

Zowel elektrische signalen als geluidssignalen kan men door middel van een tape-recorder vastleggen. Bij het afspelen kan men dan de signalen op het fluorescerend scherm terugbrengen en het geluid reproduceren.

Tenslotte zij nog opgemerkt, dat tijdens een electromyografisch onderzoek elektrische en magnetische storingen voldoende geëlimineerd moeten zijn.

II. *Het neuro-musculaire systeem.*

Voor de interpretatie van het electromyogram is inzicht in het *neuro-musculaire systeem* gewenst. De functionele eenheid bij een reflectorische of een gewilde spieractie is de *motorische eenheid* (motor-unit) (afb. 2).

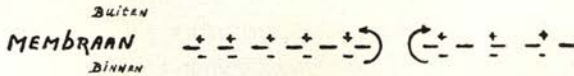


Afb. 2: Schematische voorstelling van drie motorische eenheden waarvan de zenuwcellen motorische voorhoorncellen zijn. De spiervezels tot eenzelfde motorische eenheid behorend zijn telkens gelijk gemerkt, onderscheidenlijk met o, ● of x. Ter afleiding van de actiepotentiaal zijn in de spiervezels van twee motorische eenheden naald-electroden aangebracht.

Overgenomen uit: BUCHTHAL. (I, 1).

Deze bestaat uit een motorische zenuwcel, de neuriet, haar vertakkingen en de hierdoor via eindplaatjes geïnnerveerde spiervezels.

Iedere spiervezel wordt begrensd door een gepolariseerde membraan waarvan in rust de buitenzijde positief geladen is ten opzichte van de binnenzijde (afb. 3).



Afb. 3: Membraan van spiervezel aan de binnenkant negatief en aan de buitenkant positief geladen. Zodra er ergens een plek is waar het membraan gedepolariseerd wordt gaat er uit de omgeving daarvan een ontladingsstroom lopen.

Overgenomen uit: BURGER. (I, 2).

Men stelt zich voor dat wanneer een prikkel via de zenuwvezel en het eindplaatje de spiervezel bereikt, de membraan ter plaatse gedurende korte tijd depolariseert, zodat het potentiaalverschil verdwijnt. Uit de aangrenzende gebieden waar dat potentiaalverschil nog wel bestaat, gaat nu een ontladingsstroom lopen door de gedepolariseerde plaats van binnen naar buiten. Deze stroom werkt op die omgeving depolariserend, zo dat er om de oorspronkelijk geprikkelde plaats een gedepolariseerde zone ontstaat, die op zijn beurt tot depolarisatie van steeds nieuwe gebieden leidt. De depolarisatie, eens plaatselijk begonnen als reactie op de prikkel, breidt zich als een lopend vuurtje over de gehele oppervlakte van de spiervezel uit. Daarna volgt telkens plaatselijk repolarisatie. Deze elektrische verschijnselen zijn het object van onderzoek van de electromyografie. Zij spelen zich af in een veel kortere tijd dan de contractie.

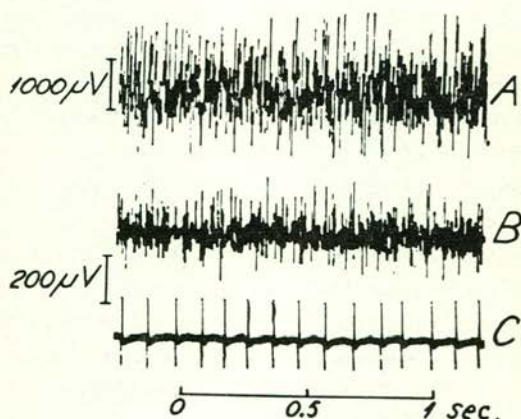
Elke zenuwimpuls die de spiervezel bereikt induceert daarop een afzonderlijke actiepotentiaal mits de herhalingsfrequentie binnen bepaalde grenzen blijft.

Het *mechanogram* van de menselijke dwarsgestreepte spiervezel is iets totaal anders. Dit registreert de contractie, terwijl het electrogram de elektrische verschijnselen registreert die de contractie begeleiden. Onder normale omstandigheden komt een spiervezel niet afzonderlijk tot contractie doch steeds wordt door een impuls – die via een zenuwvezel de spier bereikt – de groep spiervezels van de betreffende motorische eenheid in zijn geheel tot contractie gebracht.

De prikkel bereikt dus via de vertakkingen van de zenuwvezel alle spiervezels die tot de motorische eenheid behoren en de actiepotentiaal van een motorische eenheid is een sommatie van de potentiaalschommelingen van de afzonderlijke spiervezels. De actiepotentiaal van een moto-

rische eenheid kan met een naald-electrode nagegaan worden, de vorm van de potentiaalschommeling is meestal bi- of trifasisch. Vorm, amplitudo en duur van de actiepotentialen variëren bij de verschillende motorische eenheden van een spier. De gemiddelde duur van de actiepotentialen van de verschillende motorische eenheden van een spier verandert met de leeftijd.

Bij *zwakke contractie* kan men in het electromyogram de actiepotentialen van de afzonderlijke motorische eenheden goed onderscheiden (afb. 4C). Bij een *iets krachtiger contractie* veranderen de vorm, duur en amplitudo van de actiepotentialen van de individuele motorische eenheid niet. Wel ziet men bij iets krachtiger contractie een toename van de frequentie van de potentiaalschommelingen van de verschillende motorische eenheden. Bovendien ziet men méér motorische eenheden tot actie komen; in het electrogram verschijnen nieuwe actiepotentialen, die zich in vorm, duur en amplitudo van de vorige onderscheiden (afb. 4B). Wordt de spier *nog krachtiger aangespannen* dan kan men de actiepotentialen van de verschillende motorische eenheden gelegen in de omgeving van de registrerende naald-electrode niet meer onderscheiden, omdat de verschillende actiepotentialen elkaar sterk overlappen en een „interferentiepatroon” vormen: afb. 4A. Het aantal potentiaalschommelingen neemt toe in de eerste plaats doordat bij sterke aanspanning meer zenuwimpulsen per tijdseenheid de individuele motorische eenheid bereiken en bovendien



Afb. 4: A. „interferentie patroon”

B. „gemengd patroon”

C. de actiepotentialen van de motorische eenheden verschijnen geheel afzonderlijk.

Overgenomen uit: BUCHTHAL. (I, 1).

doordat meer motorische eenheden in actie komen. De potentiaalschommelingen vinden bijna continu plaats. De kans is groot dat een aantal motorische eenheden tegelijk actief worden waardoor de amplitudo van de actiepotentiaal vergroot of verkleind kan worden naarmate de actiepotentialen van diverse motorische eenheden elkaar versterken of verzwakken. Een krachtige contractie is te herkennen aan de *breedte van de „zwarting”* van het interferentiepatroon.

III. Een toepassing in de geneeskunde.

Ter illustratie volgt een van de vele voorbeelden van toepassing van de electromyografie in de *geneeskunde* en wel het stellen van de diagnose en de prognose bij verlammingen (BOONE). Een paralytische spier die zich op het oog niet meer contraheert kan door intact gebleven zenuwvezels toch nog geïnnerveerd worden. Door middel van fijne naald-electroden en een versterker is het mogelijk bij maximale inspanning tot contraheren van een spier, de actiepotentiaal van intact gebleven motorische eenheden op het scherm van een kathodestraalbuis zichtbaar te maken. Als verschijnsel van *denervatie* kunnen fibrillaties geregistreerd worden: spontane contracties van afzonderlijke spiervezels welke hun innervatie verloren hebben. De actiepotentialen van deze afzonderlijke spiervezels zijn gekenmerkt door een zeer korte duur.

Ook voor het aantonen van *reïnnervatie* maakt men gebruik van electromyografie. Enige tijd na doorsnijding van een motorische zenuw is bij maximale inspanning soms een eerste verschijnsel van reïnnervatie te zien, er wordt in dat geval een polyfasische actiepotentiaal geregistreerd met veel positieve en negatieve pieken en een kleine amplitudo. Dit zou betekenen dat een van de centrale stomp uitgroeïende zenuwvezel enkele spiervezels bereikt heeft; de eindvertakking van de uitgroeïende zenuwvezel bereikt geleidelijk het totale aantal spiervezels van een normale motorische eenheid. In de periode dat de motorische eenheid weer opgebouwd wordt neemt de amplitudo van de actiepotentiaal toe, terwijl de duur afneemt. Naarmate de geleidingstijden van de verschillende delen der eindvertakking aan elkaar gelijk worden gaat het electromyogram de gladverlopende bi- of trifasische actiepotentiaal van een motorische eenheid vertonen. Deze verschijnselen van reïnnervatie kunnen voor het stellen van de prognose van groot belang zijn in de periode, dat een beginnend herstel op een andere wijze nog niet aan te tonen is.

IV. Toepassing in de tandheelkunde.

De tandheelkundige onderwerpen waarbij de electromyografie toegepast wordt zijn in grote lijnen als volgt in te delen:

- A. Onderzoek van de posities van de onderkaak die berusten op reflex-innervatie of op willekeurige innervatie.
- B. Onderzoek van de bewegingen van de onderkaak die tot stand komen door reflexinnervatie of door willekeurige innervatie.
- C. Gewrichtsklachten, spasmen en spierpijn.

Bij bestudering van deze onderzoeken blijkt, dat ze zich over het algemeen bepalen tot het gelijktijdig registreren van de elektrische activiteit van verschillende spieren bij een bepaalde beweging of een bepaalde houding van de onderkaak onder normale of abnormale omstandigheden. Het onderzoek heeft meestal plaats met een elektroëncefalograaf, die het voordeel heeft dat een groot aantal kanalen ter beschikking staan. De traagheid van het apparaat zou bij dergelijke onderzoeken geen bezwaar zijn.

Voor het afleiden van de actiepotentiaal van de kauwspieren passen sommige onderzoekers de unipolaire methode toe, anderen de bipolaire. Soms wordt daarbij gebruik gemaakt van oppervlakte-electroden, soms van naald-electroden (CARLSÖO). Uiteraard kan de activiteit van de musculus pterygoïdeus internus en de musculus pterygoïdeus externus uitsluitend met naald-electroden afgeleid worden.

Wat de plaats van afleiding voor een bepaalde spier betreft, deze va-



Afb. 5: Oppervlakte elektroden aangebracht om de actiepotentiaal af te leiden van de drie bundels van de musculus temporalis. De afleiding is unipolair; de indifferente elektrode bevindt zich op de oorlel.

Overgenomen uit: MOYERS. (IV, 37).

rieert ook bij de verschillende auteurs, evenals de plaats van de indifferente electrode (een voorbeeld van de plaatsing van elektroden geeft afb. 5).

Helaas verkeert in de tandheelkunde de research betreffende het vergelijken van de resultaten verkregen met verschillende methodes nog in een beginstadium. Om deze redenen zal dan ook geen melding gemaakt worden van de door de individuele onderzoekers verkregen resultaten.

A. Posities van de onderkaak, die bepaald worden of door reflex-innervatie of door willekeurige-innervatie.

a. *De houdingspositie van de onderkaak* (postural position): Er zijn spieren die dienen om het lichaam in positie te houden. Door THOMPSON is de houdingspositie van de onderkaak in de tandheelkunde bekend als *fysiologische rustpositie*¹⁾. De houdingspositie van de onderkaak wordt verkregen doordat door de betreffende spieren juist genoeg spieractiviteit verricht wordt om de werking van de zwaartekracht op de onderkaak te overwinnen. Hierbij ontstaat via de spierspoelen een reflex-innervatie met als resultaat een isometrische contractie. Deze reflex wordt wel myotatische reflex genoemd.

De electromyografische onderzoeken op het gebied van de houdingspositie van de onderkaak omvatten het gelijktijdige registreren van de activiteit van verscheidene spieren, eventueel spierbundels, uni- of bilateraal bij personen respectievelijk met normale occlusie, met occlusieafwijkingen of met gewrichtsklachten.

MOYERS registreert de activiteit van de musculus temporalis bij de houdingspositie van de onderkaak bij personen met Kl. II afd. 1 occlusie en vergelijkt de resultaten met die, welke hij verkrijgt bij personen met normale occlusie.

Ook onderzoekt MOYERS patiënten met Kl. II afd. 1 occlusie voor en na een orthodontische therapie; hij constateert dan, dat het contractiepatroon van de rustpositie zich gewijzigd heeft na een behandeling met een gehemelteplaat voorzien van een hellend vlak.

Op grond van desbetreffende proeven meent MOYERS eveneens te mo-

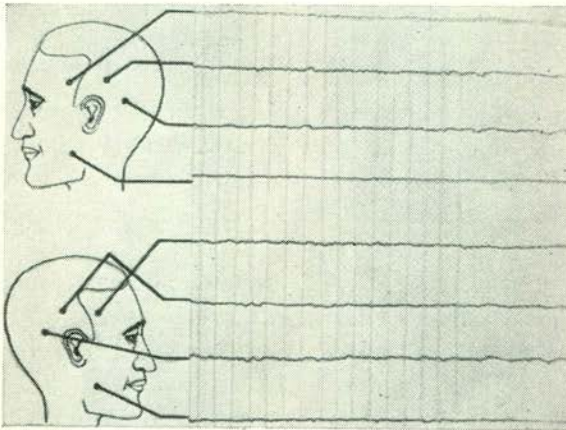
¹⁾ In the glossary of prosthodontic terms (1960) vindt men als definitie: *Physiologic rest position*. 1. The mandibular position assumed when the head is in upright position and the involved muscles, particularly the elevator, and depressor groups, are in equilibrium in tonic contraction, and the condyles are in a neutral, unstrained position. 2. The position assumed by the mandible when the attached muscles are in a state of tonic equilibrium. The position is usually noted when the head is held upright.

gen aannemen dat het contractiepatroon¹⁾ van de houdingspositie van de onderkaak zich wijzigt enige tijd nadat in een gebit met normale occlusie een „onlay” aangebracht is.

JARABAK onderzoekt de activiteit van de musculus temporalis tijdens een rustperiode na bijten of spreken, bij een persoon met gewrichtsklachten en vergelijkt het geregistreerde contractiepatroon met dat van de houdingspositie van de onderkaak bij een persoon zonder gewrichtsklachten en met een normale occlusie.

Een praktische toepassing van de electromyografie geeft PERRY aan voor het bepalen van het juiste moment waarop de fysiologische rustpositie röntgenologisch kan worden vastgelegd. Hij kiest hiervoor het moment waarop de luidspreker gaat zwijgen bij het registreren van de activiteit van de musculus masseter en de middelste bundel van de musculus temporalis.

- b. De centrische of centrale occlusiepositie van de onderkaak (afb. 6) wordt



Afb. 6: Electromyogram van de musculus temporalis en de musculus masseter wanneer de onderkaak zich in occlusie positie bevindt: geringe activiteit links en rechts.

Overgenomen uit: POSSELT, (IV, 49).

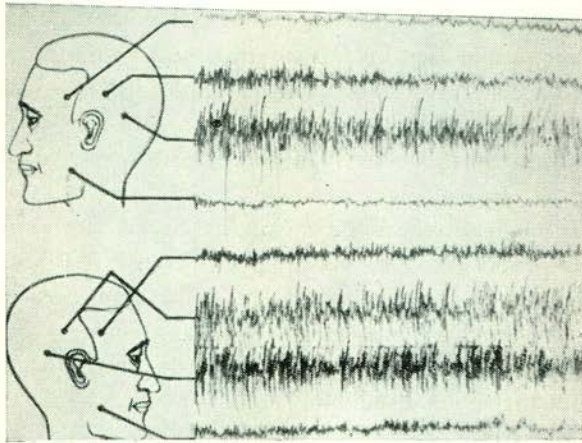
ook wel aangeduid als centrale of centrische contactpositie, habituele occlusiepositie of „intercuspal position”; bij de centrische occlusiepositie bevinden de elementen van onder- en bovenkaak zich in de centrische occlusie.

¹⁾ Met het contractiepatroon wordt bedoeld het electromyogram, dat ontstaat bij gelijktijdige registratie van de activiteit van verschillende spieren of spierbundels links en rechts.

Volgens MOYERS (1956), is er bij deze positie „a maximum of occlusal contact and a minimum of torque or lateral stress and strain on the roots of the teeth”. De centrische occlusiepositie wordt mede bepaald door reflex-innervatie via zeer gevoelige intero-receptoren van het periodontium. Het resultaat van deze intero-receptieve reflex is een isometrische contractie.

De electromyografische onderzoeken die de centrische occlusiepositie tot onderwerp hebben omvatten, evenals die betreffende de houdingspositie van de onderkaak, het gelijktijdig registreren van de activiteit van verscheidene spieren.

- c. *De excentrische occlusiepositie* wijkt af van de centrale occlusiepositie, en kan ontstaan als eindstand bij de sluitbeweging vanuit de houdingspositie in gevallen waarbij tengevolge van een occlusiestoornis een intero-receptieve beschermingsreflex optreedt.
Zo vindt MOYERS, na het aanbrengen van een „onlay” in een gebit met normale occlusie, een wijziging in het contractiepatroon van de drie bundels van de musculus temporalis bij de eindstand van de sluitbeweging.
- d. *De meest dorsale contactpositie van de onderkaak.* Volgens TEMPEL moet de opvatting, dat de „occlusiepositie” in het algemeen met de „meest dorsale positie” zou overeenkomen, worden verworpen. Indien beide posities níet samenvallen kunnen wij hieruit opmaken dat de dorsale contactpositie zou berusten op willekeurige innervatie. Dit in tegenstelling met de onder a, b en c genoemde posities, die door reflex-innervatie bepaald worden. Om electromyografische registraties bij de meest dorsale contactpositie mogelijk te maken wordt tijdens het onderzoek een wasbeet gedragen. Het doel van deze onderzoeken is het vergelijken van de registraties van bepaalde spieren en spierbundels bij dezelfde personen achtereenvolgens bij de occlusiepositie en bij de meest dorsale contactpositie (afb. 7).
- e. *De incisale beet en de laterale beet* beide berustend op willekeurige innervatie zijn eveneens electromyografisch onderzocht; bij zwak, matig en krachtig bijten wordt achtereenvolgens bij dezelfde proefpersoon de activiteit van bepaalde spieren gelijktijdig bilateraal geregistreerd. (GREENFIELD and WYKE).
- f. De activiteit van bepaalde spieren bij *maximale openingspositie* van de mond is volgens de literatuur eveneens voorwerp van onderzoek geweest. De stand van de onderkaak berust in dit geval op willekeurige innervatie.
- g. CARLSÖO registreert de activiteit van bepaalde spieren bij een poging



Afb. 7: Electromyogram van musculus temporalis en de musculus masseter wanneer de onderkaak zich in de meest dorsale contactpositie bevindt: grote activiteit van de middelste en achterste bundels van de Musculus temporalis, links en rechts.

Overgenomen uit: POSSELT. (IV, 49).

van de proefpersoon om een *bepaalde positie* van de onderkaak (waarbij onder- en boventandboog geen contact maken) *te handhaven* tegen een er op inwerkende kracht.

- h. ESCHLER bestudeert de activiteit van de musculus masseter gedurende de slaap bij personen die „klemmen” of „persen”.
- B. Bewegingen van de onderkaak, die tot stand komen of door reflex-innervatie of door willekeurige-innervatie.
 - a. *Bewegingen van de onderkaak tengevolge van spierrekking*: Door rekking van spieren ontstaat een verandering in de spanningstoestand van de spierspoelen, hierdoor ontvangt de sensible zenuw een prikkel en deze prikkel verloopt via het ganglion Gasseri, de nucleus mesencephalicus NV en de nucleus motorius NV naar de spier zelf terug met als gevolg een contractie; deze berust dus op een proprio-receptieve reflex-innervatie.

ESCHLER heeft electromyografische onderzoeken verricht bij kinderen in slapende toestand, die een activator dragen met een constructie-beet die de freeway-space overschrijdt (de freeway-space is het verschil in gezichtshoogte bij respectievelijk de occlusiepositie en de fysiologische rustpositie). Na het plaatsen van een dergelijk activator zou aanvankelijk een isotonische contractie optreden, die zou overgaan in een isometrische zodra de „resilientieweg” afgelegd is. ESCHLER brengt

bij een zelfde patiënt achtereenvolgens activatoren aan variërend in hoogte van constructiebeet en meent op grond van de resultaten te mogen aannemen, dat de activiteit van de musculus masseter groter wordt bij toename in hoogte van de constructiebeet mits deze een zekere waarde niet overschrijdt.

AHLGREN onderzoekt de activiteit van de musculus masseter, de musculus temporalis en de musculus digastricus tijdens het dragen van een activator overdag, en vergelijkt de resultaten met die welke hij vindt bij dezelfde kinderen wanneer de werking van de activator gedurende de slaap geregistreerd wordt.

Dergelijke onderzoeken zijn verricht door LAMMY, PERRY en CRUM, die proeven gedaan hebben met protheses met beethoogtes groter dan de freeway-space.

- b. *Bewegingen van de onderkaak tengevolge van occlusiestoornissen.* In geval van occlusiestoornissen zullen bij het heffen van de onderkaak van houdingspositie tot occlusiepositie bij het eerste locale contact tengevolge van de occlusieänomalie receptoren van het periodontium geprikkeld worden waardoor een reflex tot stand komt.

De reflexbaan gaat via ganglion Gasseri, nucleus mesencephalicus NV en de nucleus motorius NV naar de betreffende spier.

Het resultaat van deze intero-receptieve reflex is een contractie, die de onderkaak in een eindstand brengt, die in sagittale en/of transversale richting afwijkt van de centrische occlusiepositie. Deze kaakbeweging kan opgevat worden als een beschermingsreflex, met als eindstand een excentrische occlusiepositie.

MOYERS (1956) constateerde, bij een proefpersoon met een normale occlusie, direct na het aanbrenge van een „onlay” een wijziging in het contractiepatroon van de drie bundels van de musculus temporalis bij de beweging van de onderkaak van de houdingspositie tot de occlusiepositie. Bovendien nam hij enige tijd na het aanbrenge van de onlay een wijziging in het electrogram van de houdingspositie waar.

Dit laatste verschijnsel zou verklaard kunnen worden als een voorwaardelijke reflex doordat na enige malen dichtbijten een herinneringsbeeld van de traumatische occlusie ontstaan is van een dergelijke intensiteit, dat de volgende malen reeds een merkbare verandering in het contractiepatroon ontstaat voordat het periodontium een prikkel ontvangt.

- c. *Functionele bewegingen van de onderkaak.* LUNDQUIST registreert gelijktijdig bilateraal de activiteit van de musculus buccinator bij prothesedragers gedurende het *kauwen* op apenootjes. Tot de proefpersonen

behoren zowel unilaterale als bilaterale kauwers. Uit de resultaten meent de onderzoeker een indruk te kunnen krijgen in hoeverre de musculus buccinator bij elk der genoemde methodes van kauwen meehelpt de prothese te retineren en te stabiliseren. Bovendien houdt LUNDQUIST zich bezig met het vergelijken van het contractiepatroon van de musculus temporalis, de musculus masseter en de musculus buccinator verkregen bij uni- en bilaterale kauwers gedurende de *normale* openings- en sluitbeweging (tot de occlusiepositie).

PRUZANSKY geeft voor kauwproeven de voorkeur aan kauwgom van bekende taaiheid boven apennootjes en harde broodkorsten. Hij meent op grond van electromyografische onderzoeken verschillende „kauwtypes” te kunnen onderscheiden met als uitersten de „malers” en de „hakkers”.

PERRY bestudeert de contractiepatronen geregistreerd gedurende het kauwen op kauwgom bij personen met normale occlusie en bij die met Kl. II afd. 1.

TULLEY onderzoekt de spieractiviteit bij het *slikken*. Hij registreert de activiteit van de musculus masseter en de musculus orbicularis oris bij personen die bij het slikken de laterale elementen in contact brengen en bij degenen voor wie dit niet het geval is.

Men kan laten slikken na het toedienen van vloeistof of vaste stof, maar men geeft ook wel de opdracht om „leeg” te slikken.

- d. ESCHLER gaat de activiteit van de musculus masseter na bij het *tandenknarsen* tijdens de slaap. Hij vergelijkt de resultaten verkregen bij personen wier gebitten respectievelijk veel of weinig abrasieën vertonen.
- e. LATIV meent verschil in activiteit van de musculus temporalis waar te nemen gedurende de *normale en de maximale openingsbeweging*.
- f. Verscheidene onderzoekers houden zich bezig met de registratie van het contractiepatroon van de kauwspieren bij diverse *normale en extreme bewegingen* van de onderkaak, welke dan voor zover het horizontale excursies betreft kunnen geschieden met of zonder behoud van contact tussen onder- en bovenelementen.

C. Gewrichtsklachten, spasmen en pijn in spieren van hoofd en nek.

Bij gewrichtsklachten, spasmen en spierpijn wordt wel een electromyografisch onderzoek ingesteld naar de activiteit van spieren van hoofd en nek. Door bij de houdingspositie van de onderkaak gelijktijdig de activiteit van verscheidene daarvoor in aanmerking komende spieren of spierbundels te registreren wordt getracht, te veel activiteit van bepaalde spie-

ren en spierbundels op te sporen. Overactiviteit van bepaalde spieren of spierbundels kan ontstaan zijn door een beschermende reflex-innervatie tengevolge van een occlusiestoornis. Soms zouden dan ook de klachten verdwijnen na het elimineren van occlusiestoornissen (JARABAK, POSSEL, PERRY).

Nabeschouwing:

In deze inleiding werden de voornaamste *tandheelkundige onderwerpen* vermeld, die men heeft trachten te benaderen door middel van de electromyografie.

Aan het begin werd reeds gezegd, dat er een veelheid van werkmethodes bestaat en dat de research, die zich bezig houdt met het vergelijken van de resultaten verkregen met verschillende methodes nog in de kinderschoenen staat. Om een indruk te krijgen van een dergelijk onderzoek verwijzen we naar een publicatie van MÖLLER.

Dat de resultaten van de registraties afhangen van de gebruikte methode, menen wij op grond van onze literatuurstudie wel te mogen aannemen.

Bij het waarden van de resultaten van een onderzoek zal men dan ook in ieder geval de volgende punten kritisch moeten beschouwen:

1. De gebruikte apparatuur (electroden, versterker en registratie-apparaat).
2. De plaats van „actieve” en „indifferente” electroden.
3. Bij „bipolaire” afleiding de richting van de verbindingslijn van de „actieve” electroden t.o.v. de richting van de spiervezels alsmede de afstand tussen de electroden. Bij „unipolaire” afleiding ook de grootte van de indifferente electrode.
4. Welke spieren of spierbundels gelijktijdig eenzijdig of dubbelzijdig geregistreerd worden.
5. In geval oppervlakte-electroden gebruikt worden: de anatomie van het gebied waar de electroden geplaatst zijn; er zal moeten worden nagegaan of door naburige spieren of onderliggend hersenweefsel de actiepotential van de onderzochte spier beïnvloed wordt.
6. De conditie van de onderzochte spier bij de aanvang van het onderzoek.
7. De lichaamshouding van de proefpersoon tijdens het onderzoek.

Experimenteel onderzoek zal nodig zijn om de *betrouwbaarheid* van de resultaten van diverse methodes te bewijzen; er zal moeten worden nagegaan of bij herhaling van een onderzoek bij eenzelfde proefpersoon onder dezelfde omstandigheden hetzelfde contractiepatroon of spierpatroon geregistreerd wordt (met het contractiepatroon wordt bedoeld het electrogram dat ontstaat bij gelijktijdige registratie van de activiteit van verschillende spieren of spierbundels links en rechts).

Voor de praktijk rijst de vraag hoe een betrouwbare registratie *geïnterpreteerd* moet worden, m.a.w. of op grond van een betrouwbare registratie een juiste diagnose gesteld kan worden.

Dit zal alleen dan geoorloofd zijn wanneer bij toepassing van eenzelfde methode op grote groepen geselecteerde proefpersonen voor elke groep een specifiek contractiepatroon geregistreerd blijkt te kunnen worden.

Als selectiegroepen zouden o.m. genomen kunnen worden:

1. Patiënten met normale occlusie.
2. Patiënten met bepaalde occlusieafwijkingen.

3. Patiënten met gewrichtsklachten.
4. Patiënten die geen gewrichtsklachten hebben.
5. Patiënten met pijnklachten in hoofd- en/of nekspieren.
6. Patiënten zonder deze klachten.

Uit de resultaten van onderzoeken als bovengenoemd zal moeten blijken of in de toekomst de electromyografie een plaats verdient temidden van de diagnostische hulpmiddelen in de tandheelkunde.

Utrecht, Catharijnesingel 85 bis

I. *Literatuur betreffende de apparatuur voor electromyografie.*

1. BUCHTHAL, F. An introduction to electromyography. Kopenhagen 1957. (Scandinavian university books).
2. BURGER, H. C. Medische fysica. Dictaat van het college. Voor medische veterinaire, tandheelkundige en biologische studenten. 4e druk, bew. door A. G. W. VAN BRUMMELEN en A. NOORDERGRAAF. Utrecht, 1956.
3. HARTOG, H. DEN, F. A. MULLER en L. H. VAN DER TWEEL. Electromyographie I. De electromyograaf. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde, 96, 111: 1989-1993, 1952.
4. PERRY Jr., H. T. Implications of myographic research. Angle Orthodont. 25: 179-188, Oct. 1955.

II. *Literatuur betreffende de anatomie en fysiologie van het neuromusculaire systeem.*

1. BOONE, P. C. De genezing van de periphere facialisparalyse. Utrecht, 1958. Proefschrift Utrecht.
2. BROEK, A. J. P. VAN DEN. Leerboek der bijzondere ontleedkunde voor tandartsen. Utrecht, 1933.
3. BUCHTHAL, F. An introduction to electromyography. Kopenhagen, 1957. (Scandinavian university books).
4. BURGER, H. C. Medische fysica. Dictaat van het college. Voor medische, veterinaire, tandheelkundige en biologische studenten. 4e druk, bew. door A. G. W. VAN BRUMMELEN en A. NOORDERGRAAF. Utrecht, 1956.
5. DENNY-BROWN, D. Interpretation of the electromyogram. Arch. Neurol. Psychiat. 61: 99-128, Febr. 1949.
6. HARROW, BENJAMIN and ABRAHAM MAZUR. Textbook of biochemistry. 6th. ed. Philadelphia, enz. 1954.
7. JONGBLOED, J. Overzicht van de fysiologie van de mens. Utrecht, 1960.
8. MEYLING, H. A. De zenuw-spiervezelverbinding in de skelet-musculatuur van zoogdieren. Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen - Amsterdam. Verslag van de gewone vergadering der Afd. Natuurkunde, 68, no. 6: 80, 86 1959.
9. PERRY, Jr., H. T. Implications of myographic research. Angle Orthodont. 25: 179-188, Oct. 1955.

III. *Literatuur betreffende de toepassing van electromyografie in de geneeskunde.*

1. BOONE, P. C. Klinisch en electromyografisch onderzoek naar het herstel van perifere verlammingen. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 101, 1: 1061-1068, 1957.
2. BOONE, P. C. De genezing van de periphere facialisparalyse. Utrecht, 1958. Proefschrift Utrecht.

3. BOONE, P. C. Bell's paralysis. A clinical and electro-myographic study of the recovery from peripheral paralysis. *Acta neurochirurgica*, 7, fasc. 3: 221-262, 1959.
4. BOONE, P. C. The healing of paralysis in the human body by sprouting from intact nerve fibres. A clinical and electro-myographic study of recovery from peripheral paralysis. *Proc. 1st Congress neurological sciences*. Brussel. 1: 303-309, 1957.
5. BUCHTHAL, F. An introduction to electromyography. Kopenhagen, 1957. (Scandinavian university books).
6. DENNY-BROWN, D. Handbook of neurological examination and case recording. Rev. ed. Blz. 106-108. The electromyogram. Cambridge, Massachusetts, 1957.
7. LORENTZ DE HAAS, A. M. Electromyographie II. Het onderzoek met de electromyograaf. *Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde* 96, III: 1933-2000, 1952.
8. MAGNUS, O. Electro-diagnosis of muscular diseases. *Folia Psychiat. Neerl.* 61, no. 6: 711-724, 1958.
9. SIEMELINK, J. J. Bijdrage tot de kennis van het electromyogram. 1937. Proefschrift Groningen.
10. WOHLFAHRT, G., B. FEINSTEIN, and J. FEX, Ueber die Beziehungen zwischen electromyographischen und anatomischen Befunden in normalen Muskeln und bei neuromuskulären Erkrankungen. *Arch. für Psych. und Ztschr. für Neurol.* 191: 478-492, 1954.

IV. Literatuur betreffende de toepassing van de electromyografie in de tandheelkunde.

1. AHLGREN, JOHAN. An electromyographic analysis of the response to activator (Andresen-Häupl) therapy. *Odont. Revy.* 11, no. 2: 125-151, 1960.
2. BLENKNER, R. C. Electromyographic comparison of excellent anatomic occlusion subjects and Angle class III subjects. *Abstract. Am. J. Orthodont.* 43: 144, Feb. 1957.
3. CARLSÖO, SVEN. Nervous coordination and mechanical function of the mandibular elevators. Stockholm. 1952 (*Acta odontologica Scandinavica*. Vol. 10, suppl. 11).
4. CARLSÖO, SVEN. An electromyographic study of the activity of certain suprahyoid muscles (mainly the anterior belly of digastric muscle) and of the reciprocal innervation of the elevator and depressor musculature of the mandible. *Acta Anat.* 26, no. 2: 81-93, 1956.
5. CARLSÖO, SVEN. An electromyographic study of the activity, and an anatomic analysis of the mechanics of the lateral pterygoid muscle. *Acta Anat.* 26, no. 4: 339-351, 1956.
6. CARLSÖO, SVEN. Co-report: Physiology of the masticatory muscles. *Internat. D.J.* 8: 166-167, disc. 168, 1958.
7. ESCHLER, J. Grundlagen und Ergebnisse der Untersuchungen über die Steigerung der Muskeltätigkeit bei eingesetztem Andresen-Häupl-Apparat. *Zahnärztliche Welt.* 6, no. 9: 187-194, Mai 1951.
8. ESCHLER, J. Die funktionelle Orthopädie des Kausystems, München 1952.
9. ESCHLER, J. Kaumuskulatur und Kiefergelenk in ihrer Bedeutung für die funktionelle Behandlung der Bissanomalien. In: *Sagittale und transversale Bissanomalien und ihre kieferorthopädische Behandlung*. München, 1954: 35-50. (Zahn, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen. H. 11).
10. ESCHLER, J. Electromyographic researches of the masticatory musculature at different ages, and on the masticatory musculature and soft parts in class II, division I occlusion, *European Orthodont. Soc. Tr.* 30: 72-91, 1954.

11. ESCHLER, J. Die Lateralverlagerung des Unterkiefers unter muskulär-funktionellen Gesichtspunkten. Fortschr. Kieferorthop. 16, H. 1: 71–80, 1955.
12. ESCHLER, J. Beziehungen zwischen Bezahnung, Nahrungsmittel und Tätigkeit der Kaumuskeln im Kindesalter bis zu 6 Jahren. Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk. 22, H. 7 u. 8: 265–285, H. 9 u. 10: 359–392, 1955.
13. ESCHLER, J. Muskelfunktion und kieferorthopädische Therapie. Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Ein Handbuch für die zahnärztliche Praxis. Bd. 5: 253–276, 1955.
14. ESCHLER, J. Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kau-systems. 3. Mitteilung: Untersuchungen über die Muskelaktionsströme beim nächtlichen Knirschen und Pressen. D.Z.Z. 10, H. 16: 1147–1157, 1955.
15. ESCHLER, J. Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kau-systems. 4. Mitteilung: Elektromyographische Untersuchungen über die Wirksamkeit muskeltonus-steigernder Medikamente bei Anwendung des Andresen-Häupl-Apparates. D.Z.Z. 10, H. 21: 1421–1428, 1955.
16. ESCHLER, J., und H. PAUL. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen den marginalen Parodontopathien, der vegetativen Tonuslage und elektrischen Vorgängen in den Masseteren. Stoma. 9, H. 1, 2, 3: 54–60, 67–75, 131–143, 1956.
17. ESCHLER, J. Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kau-systems. 6. Mitteilung: Die funktionelle Valenz der einzelnen Kaumuskeln und die postoperative Öffnungsbahn des Unterkiefers nach Abänderung des präoperativen Muskelgleichgewichtes. D.Z.Z. 13, H. 8: 434–442, 1958.
18. ESCHLER, J. Der pathologische Einbizs. Fortschr. Kieferorthop. 19, H. 3: 236–240 1958.
19. ESCHLER, J. Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kausystems. 7. Mitteilung: Die funktionelle Seitenwertigkeit der einzelnen Kaumuskeln und ihr Einfluss auf die Bewegungsbahn des Unterkiefers. D.Z.Z. 14, H. 1: 39–49, 1959.
20. FINDLAY, I. A., and S. J. KILPATRICK. Myographic aspects of the swallow. Abstract J. D. Res. 38: 1219. Nov.–Dec. 1959.
21. FRANKS, A. S. T. Electromyography relative to the stomatognathic system: a review. D. Practitioner & D. Record. 8: 32–37, Oct. 1957.
22. GÖPFERT, H. und C. GÖPFERT. Funktionelle Beziehungen zwischen Masseter- und Temporalis-Muskulatur in der Darstellung ihrer Aktionsströme. D.Z.Z. 10, H. 23, 24: 1530–1541, 1851–1861, 1955.
23. GREENFIELD, B. E. and B. D. WIJKE. Electromyographic studies of some of the muscles of mastication. Brit. D.J. 100: 129–143, Mar. 6, 1956.
24. GREENFIELD, B. E. and D. J. TIMMS. Electromyographic studies in orthodontics and maxillo-facial surgery. Demonstrations and projected clinics. Intern. D.J. 7: 572. 1957.
25. HALBERT, RALPH. Electromyographic study of head position. J. Canad. D.A. 24: 11–23, Jan. 1958.
26. HEFNER, GERTRUD, CARMEN GÖPFERT und HERBERT GÖPFERT. Beobachtungen über die mechanischen Schwingungen an Kiefer und Zähnen während der Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Apparaten. Fortschr. Kieferorthop. 16, H. 4: 331–337, 1955.
27. HICKY, J. G., J. B. WOELFEL, R. W. STACY and LLOYD RINEAR. Electromyography in dental research. - I. Geometric placement of reference electrodes. - 11. Frequency response requirements. J. Pros. Den. 8: 351–361, Mar.; 1049–1054, Nov. 1958.

28. HICKY, J. C., J. A. KREIDER, C. O. BOUCHER and OTTO STORZ. Method of studying the influence of occlusal schemes on muscular activity. *J. Pros. Den.* 9: 498-505, May-June 1959.
29. JARABAK, J. R. Electromyographic analysis of muscular and temporomandibular joint disturbances due to imbalances in occlusion. *Angle Orthodont.* 26: 170-190, July 1956.
30. JAVOIS, A. J. Electromyographic and cephalometric roentgenographic study of rest position of the mandible and the interocclusal clearance, *Abstract. Am. J. Orthodont.* 43: 790-791, Oct. 1957.
31. LAMMIE, G. A., H. T. PERRY JR. and B. D. CRUMM. Certain observations on a complete denture patient. - I. Method and results. - II. Electromyographic observations. - III. Consideration of the results from a neuromuscular viewpoint. *J. Pros. Den.* 8: 786-795, Sept.-Oct.: 929-939, Nov.-Dec. 1958: 34-43, Jan.-Febr. 1959.
32. LATIF, A. Electromyographic study of the temporalis muscle in normal persons during selected positions and movements of the mandible. *Am. J. Orthodont.* 43: 577-591, Aug. 1957.
33. LIEBMAN, FREDERICK M. and FRANCISCO COSENZA. An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion. *J. Pros. Den.* 10: 1065-1077, Nov.-Dec., 1960.
34. LUNDQUIST, D. O. An electromyographic analysis of the function of the buccinator muscle as an aid to denture retention and stabilization. *J. Pros. Den.* 9: 44-52, Jan.-Febr. 1959.
35. MOYERS, R. E. Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle class II, division I malocclusions: an electro-myographic analysis. *Am. J. Orthodont.* 35: 837-857, Nov. 1949.
36. MOYERS, R. E. Electromyographic analysis of certain muscles involved in temporomandibular movement. *Am. J. Orthodont.* 36: 481-515, July 1950.
37. MOYERS, R. E. Some physiologic considerations of centric and other jaw relations. *J. Pros. Den.* 6: 183-194, Mar., 1956.
38. MOYERS, R. E. Some recent electromyographic findings in the oro-facial muscles. *European Orthodont. Soc. Tr.* 32: 225-232, disc. 232-238, 1956.
39. MOYERS, R. E. Recent advances in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Abstract J. Am. Col. Den.* 24: 188-189, Sept. 1957.
40. MÖLLER, E. Methodological investigations concerning electromyographic analysis of muscle coordination. *European Orthodont. Soc. Tr.* 34: 328-340, 1958.
41. MULLEN, R. P. An electromyographical investigation of postural position of the mandible. *Abstract. Am. J. Orthodont.* 43: 790, Oct. 1957.
42. PARMA, C. Die Kauarten des Menschen. *Öst. Z. Stomat.* 56: 263-269, 297-307, Okt.-Nov. 1959.
43. PERRY, JR. H. T. and S. G. HARRIS. Role of the neuromuscular system in functional activity of the mandible. *J.A.D.A.* 48: 665-673, June 1954.
44. PERRY, JR, H. T. Functional electromyography of the temporal and masseter muscles in class II, Division I malocclusion and excellent occlusion. *Angle Orthodont.* 25: 49-58, Jan. 1955.
45. PERRY, JR., H. T. Implications of myographic research. *Angle Orthodont.* 25: 179-188, Oct. 1955.
46. PERRY, JR., H. T. Facial, cranial and cervical pain associated with dysfunctions of the occlusion and articulations of the teeth. *Angle Orthodont.* 26: 121-128, July 1956.

47. PERRY, JR. H. T. Muscular changes associated with temporomandibular joint dysfunction. *J.A.D.A.* 54: 644-653, May 1957.
48. POSSELT, ULF. Studies in the mobility of the human mandible. Copenhagen 1952 (*Acta odontologica Scandinavica*. Vol. 10, suppl. 10).
49. POSSELT, ULF. Occlusal relationship in deglutition and mastication. *European Orthodont. Soc. Tr.* 34: 301-315, 1958.
50. PRUZANSKY, SAMUEL, MARTIN PESEK and L. F. OSBORN. Quantitative analysis of the electromyogram in masticating chewing gums of varying toughness. *Abstract. Am. J. Orthodont.* 44: 149, Feb. 1958.
51. PRUZANSKY, SAMUEL. Quantitative electromyographic analysis of mastication. *Abstract. Am. J. Orthodont.* 44: 307, Apr. 1958.
52. SCHLOSSBERG, LEONARD. An electromyographical investigation of the functioning perioral and suprahyoid musculature in normal occlusion and malocclusion patients. *Abstract. Northwest. Univ. Bul.* 56: 5-7, 1956.
53. SCHMUTH, GOTTFRIED. Untersuchungen über die auf FKO-Gerät einwirkende Kau-muskeltätigkeit während des Schlafes. *Fortschr. Kieferorthop.* 16, H. 4: 327-331, 1955.
54. TULLEY, W. J. Methods of recording patterns of behaviour of the oro-facial muscles using the electromyograph. *D. record* 73: 741-748, Dec. 1953.
55. TULLEY, W. J. Adverse muscle forces-their diagnostic significance. *Am. J. Orthodont.* 42: 801-814, Nov. 1956.
56. VYKLIČKÝ, L. and I. KÁČLOVÁ. Electromyographic studies of certain masticatory muscles in physiologic condition. *Abstract-Českoslov. Stomat.* 57: 39-45, 1957. *Dent. Abstr.* 4: 47-48, Feb. 1959.
57. ZENKER, W. und A. ZENKER. Die Tätigkeit der Kiefermuskeln und ihre elektromyographische Analyse. *Zeitschr. f. Anat. Entwicklungsgesch.* 119: 174-200, 1955.
58. ZENKER, W. und A. ZENKER. Zur funktionellen Anatomie des M. temporalis. *Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.* 24: H. 9 u. 10: 368-375, 1956.

V. *Overige literatuur.*

1. BRODIE, A. G. Anatomy and physiology of head and neck musculature. *Am. J. Orthodont.* 36: 831-844, Nov. 1950.
2. FREESE, A. S. Mandibular muscle spasms and temporomandibular joint disturbances. *J. Pros. Den.* 8: 831-836, Sept.-Oct. 1958.
3. Glossary of prosthodontic terms. By the Academy of denture prosthetics. Ed. by the Nomenclature committee of the Academy of denture prosthetics. 2nd ed. St. Louis, 1960.
4. GREWCOCK, R. J. G. and C. F. BALLARD. The clinical aspects and physiological mechanism of abnormal paths of closure. *European Orthodont. Soc. Tr.* 30: 273-305, 1954.
5. LAST, R. J. The muscles of the head and neck. A review. *Internat. D.J.* 5 no. 3: 338-354, 1955.
6. REUMUTH, EBERHART. Experimentele Untersuchungen über den Kauvorgang bei Gebissen mit normaler und abwegiger Okklusion. *Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.* 24. H. 9 u. 10: 375-404, 1956.
7. TEMPEL, F. J. Een onderzoek naar de positie van de mandibula in de centrale occlusie. Groningen, 1959. Proefschrift Groningen.
8. THOMPSON, J. R. Rest position of the mandible and its significance to dental science. *J.A.D.A.* 33: 151-180, Feb. 1946.