

# Elektromyografie

## Hulpmiddel bij diagnostiek, therapie en therapie-evaluatie bij temporomandibulaire dysfunctie

F. Bosman, biofysicus  
H.W. van der Glas, bioloog

**Samenvatting.** Elektromyografie (EMG), de registratie van elektrische signalen die door spieren worden afgegeven tijdens contractie, is een techniek die vaak wordt gebruikt om het functioneren of dysfunctioneren van spieren te bestuderen. Ook bij studies aangaande temporomandibulaire dysfunctie (TMD) wordt EMG toegepast. In de literatuur wordt melding gemaakt van EMG-studies betreffende de rustpositie van de onderkaak, hyper- en hypo-activiteit van de spieren, spierbalans en -symmetrie, frequentie-analyse, reflexactiviteit en parafunctionele activiteit. De bijdrage van toepassing van EMG op de diagnostiek bij de individuele TMD-patiënt is echter gering.

BOSMAN F, GLAS HW VAN DER. Elektromyografie. Hulpmiddel bij diagnostiek, therapie en therapie-evaluatie bij temporomandibulaire dysfunctie. Ned Tijdschr Tandheelkd 1996; 103: 254-257

Uit de Vakgroep  
Mondziekten/Kaakchirurgie en  
Bijzondere Tandheelkunde van de  
Universiteit Utrecht.

Trefwoorden: Temporomandibulaire  
dysfunctie - Elektromyografie.

Datum van acceptatie: 7 april 1996.

Adres: Prof.dr. F. Bosman,  
UU, postbus 80.037,  
3508 TA Utrecht.

### 1 Inleiding

Bij studies betreffende de menselijke motoriek en/of bij stoornissen daarvan wordt vaak gebruik gemaakt van elektromyografie (EMG). Deze registratie van de elektrische spiersignalen die gepaard gaan met spiercontractie, geeft informatie over de spierwerking en de aansturing daarvan. Afhankelijk van de informatie die men wenst te verkrijgen, maar ook van welke spier onderwerp van onderzoek is, wordt het elektrische signaal verkregen met behulp van naald-, draad- of oppervlakte-elektroden. Het geregistreerde signaal wordt bestudeerd naar duur, intensiteit, frequentie-inhoud of vorm. Dikwijls wordt het signaal nog bewerkt alvorens er conclusies uit worden getrokken; vaak betekent dat gelijkrichten en filteren. In afbeelding 1 is een registratie gegeven van een korte periode van hard bijten, waarbij eveneens het bewerkte signaal is weergegeven.

Ook bij studies van de motorische functie en dysfunctie van het kauwstelsel heeft de toepassing van EMG ingang gevonden. De vraag of deze techniek in de klinische praktijk bruikbare en betrouwbare informatie oplevert, wordt echter niet eenduidig beantwoord. In 1989 concludeert Dahlström op grond van een literatuuroverzicht dat elektromyografie substantieel heeft bijgedragen aan de kennis van de dysfuncties van het kauwstelsel.<sup>1</sup> In hetzelfde jaar verschijnt echter een ander overzichtsartikel, waarin geconcludeerd wordt dat er geen 'convincing evidence' is om het gebruik van elektromyografie bij de diagnostiek of de therapie van tandheelkundige afwijkingen te ondersteunen.<sup>2</sup> Zo blijft de vraag bestaan naar de waarde van toepassing van elektromyografie bij het bestuderen van dysfuncties van het kauwstelsel. Enkele aspecten komen in het onderstaande aan de orde.

### 2 De rustpositie

In de omschrijving van de rustpositie wordt uitgegaan van 'ontspannen musculatuur'. De incisale afstand bedraagt dan 1-3,5 mm. Werd oorspronkelijk aangenomen dat in deze situatie sprake is van passief mechanisch evenwicht, de huidige mening is dat deze positie wordt gehandhaafd door zwakke contracties van sommige spierdelen hetgeen aanleiding geeft tot de zogenaamde posturale spieractiviteit.<sup>3</sup> Het blijkt dan

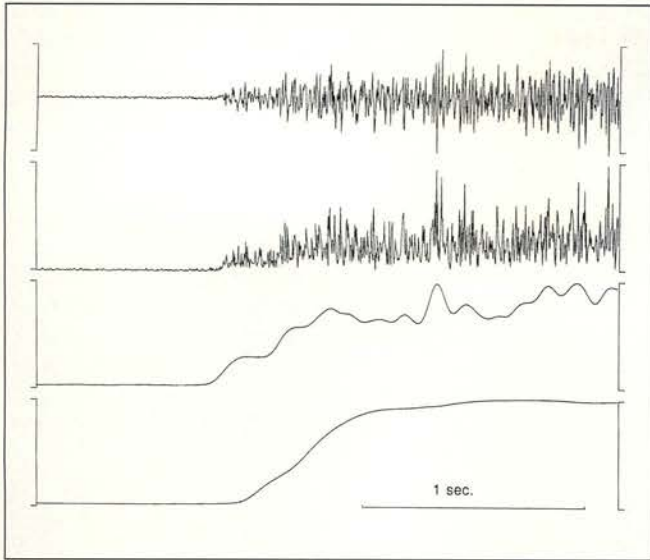
mogelijk door middel van myofeedback de activiteit te verlagen.

Onderzoek heeft aangetoond dat de activiteit van de m.masseter minimaal is bij een incisale afstand van ongeveer 10 mm. Voor de m.temporalis anterior is dat bij 12,5 mm en voor de m.temporalis posterior bij 15,5 mm.<sup>4</sup> Het bepalen van de 'echte' rustpositie met behulp van EMG is een speculatieve aangelegenheid, daar er geen erkende afspraak is welke spieren of spierdelen minimaal actief of ontspannen zouden moeten zijn. Een belangrijk aspect is ook gelegen in het spreken over spierdelen. Spieren functioneren niet steeds als één geheel: afhankelijk van de taak zijn verschillende delen van bijvoorbeeld de sluitspiers actief.<sup>5</sup> Ook moet worden bedacht dat oppervlakte-EMG slechts de activiteit weergeeft van de perifere gelegen delen van de spieren.

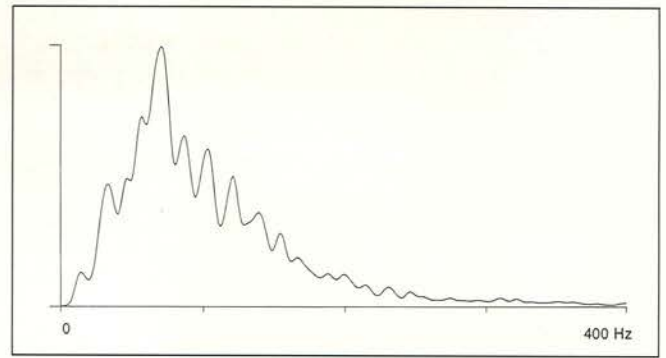
### 3 Posturale hyperactiviteit

Met het bovenstaande in gedachten is het duidelijk dat de oorspronkelijk wijdverbreide opvatting, dat bij TMD-patiënten in rust sprake is van posturale hyperactiviteit, in een ander daglicht komt te staan. In vele onderzoeken is in onvoldoende mate rekening gehouden met onder andere de noodzakelijke standaardisering van de meetmethoden, met de variaties die het gevolg zijn van leeftijd en geslacht, en de dikte van de weefsels die boven de spier zijn gelegen. De onderzoeken waarbij wel met een aantal van deze factoren rekening wordt gehouden, komen ook niet tot een eensluidende conclusie.<sup>5</sup> Voor een deel zou dat veroorzaakt kunnen zijn door de verschillende condities waarbij de metingen zijn uitgevoerd. Zo is bijvoorbeeld de duur van de meting van invloed.<sup>6</sup>

Het is in dit kader opmerkelijk dat onderzoek bij patiënten met unilaterale pijn in de sluitspiers niet opleverde wat men verwachtte. Als men aanneemt dat tonische hyperactiviteit aanleiding is voor vermoeidheid en daardoor spierpijn, verwacht men bij patiënten met unilaterale pijn een grotere rustactiviteit aan de pijnzijde. Noch voor de m. temporalis anterior, noch voor de masseter werd dit gevonden.<sup>7</sup> De conclusie is daarom dat voor gebruik in de diagnostiek bij een individuele patiënt, het definiëren van een normaalwaarde waarboven de rustactiviteit beschouwd kan worden als hyperactiviteit, een vereiste is waaraan niet gemakkelijk kan worden voldaan.



Afb. 1. Registratie van het elektromyogram opgenomen met oppervlakte-elektroden van een temporalis tijdens een korte periode van hard bijten. Het bovenste spoor is het onbewerkte signaal. Het tweede spoor is het gelijkgerichte signaal. Het derde spoor is het gelijkgerichte en sterk gefilterde signaal. Het vierde spoor is de ontwikkelde bijtkracht. Horizontaal is de tijd uitgezet. Verticaal zijn alle sporen in willekeurige eenheden.



Afb. 2. Frequentiespectrum van het elektromyogram tijdens bijten. Horizontaal is de frequentie uitgezet, verticaal staat de mate waarin een component met een bepaalde frequentie in het signaal is vertegenwoordigd in willekeurige eenheden.

#### 4 Posturale hypo-activiteit

Met betrekking tot de maximaal te ontwikkelen spieractiviteit (maximal voluntary contraction, MVC) wordt aangenomen dat bij pijnlijke spieren een verminderd vermogen tot aanspanning is. Onderzoek bij patiënten met TMD laat inderdaad zien dat bij hen gemiddeld een lagere MVC-waarde wordt gevonden dan bij controlegroepen van gezonde proefpersonen.<sup>8,9</sup> De eenduidigheid van deze bevindingen laat echter te wensen over, omdat niet steeds dezelfde methodiek is gebruikt. Wel blijkt bij vrouwelijke TMD-patiënten de gemiddelde MVC lager dan bij een overeenkomstige controlegroep.<sup>10</sup> Gezien de grote spreiding in de individuele MVC-waarden is de diagnostische relevantie hiervan echter gering.

#### 5 Spierbalans en -symmetrie.

Dat enige vorm van hyperactiviteit van de kauwspieren of eventueel andere karakteristieken mede ten grondslag liggen aan TMD, is een wijdverbreide gedachte.<sup>12</sup> Zo is ook aandacht gegeven aan de relatie tussen de activiteit van de m.masseter en de m. temporalis (spierbalans) en de relatie tussen spieractiviteit links en rechts (spiersymmetrie). Bij myogene TMD-patiënten bleek, vergeleken met een controlegroep, bij submaximale spieractiviteit een lagere waarde gevonden te worden in de m.masseter en een gemiddeld gelijke waarde in de m.temporalis.<sup>11</sup>

Vooraf met het oog op de werking van een stabilisatiespalk is vooral de laatste jaren onderzoek verricht waarbij de spieractiviteit met behulp van EMG werd gemeten en ook de spierbalans en -symmetrie werden bepaald. Onderzoek bij een groep TMD-patiënten gaf als onmiddellijk resultaat dat bij 52% van hen een verlaging en bij 22% een verhoging was te constateren van de posturale activiteit van de m.temporalis bij vergelijking van de situatie voorafgaand aan het plaatsen van een spalk.<sup>12</sup> De onmiddellijke invloed en het effect na zeven dagen dragen van een spalk op de symmetrie in spierwerking tijdens submaximaal klemmen werd onderzocht door McCar-

rol et al.<sup>13</sup> Visser et al onderzochten de invloed van de dikte van de spalk en het effect van een protrusie met behulp van een spalk.<sup>14</sup> Zowel de beetverhoging die het gevolg is van de spalk als een eventuele verplaatsing van de onderkaak ten opzichte van de maximale occlusie (Intercuspal position, ICP) bewerkstelligden veranderingen in het patroon van spieractiviteit bij submaximaal klemmen. Lobbezoo et al bepaalden dat de aard van de visuele informatie die de proefpersonen kregen bij dit soort experimenten (bijvoorbeeld van de masseters of van de temporalis of van de som van alle spieren), de resultaten niet wezenlijk beïnvloedden.<sup>15</sup>

Concluderend kan worden gesteld dat het plaatsen van een stabilisatiespalk gepaard kan gaan met een relatieve vermindering van de activiteit van de m. temporalis. Dat daarmee ook een verklaring voor een therapeutische werking van de spalk is gegeven, kan uiteraard niet worden bewezen. Methodologisch goed opgezet onderzoek bij homogene groepen patiënten is daarom zeker nog noodzakelijk.

#### 6 Frequentie-analyse

Als één van de mogelijke oorzaken van pijn in de kauwspieren wordt vermoeidheid als gevolg van hyperactiviteit genoemd. Een methode om dit te onderzoeken, is het bepalen van het frequentiespectrum van het EMG, dat wil zeggen het ontbinden van het signaal in componenten van één frequentie. Het spectrum geeft dan aan uit welke frequenties het signaal is opgebouwd. Afbeelding 2 geeft een voorbeeld hiervan. Onderzoek heeft laten zien dat het spectrum bij de lagere frequenties (onder de 50 Hz) informatie geeft over het vuurgedrag van de motorunits, terwijl het deel met de hogere frequenties meer informatie geeft over de processen die te maken hebben met spiervermoeidheid. Dit laatste uit zich dan in een verschuiving naar lagere frequenties. Meestal wordt dit gekarakteriseerd door de verschuiving te geven van de gemiddelde frequentie (mean power frequency, MPF). Deze methode van onderzoek leidde tot voorzichtige conclusies met betrekking tot TMD. Naeije en Hansson vonden geen verschil in MPF tussen myo-

gene patiënten en een controlegroep.<sup>9</sup> Vermoeidheidsonderzoek bij controles en patiënten liet wel verschillen zien.<sup>16</sup> Kroon en Naeije suggereerden dat een myogene vorm van TMD gerelateerd is aan spierzwakte.<sup>17</sup> Na een nader onderzoek van het laagfrequente deel van het spectrum suggereerden Van der Glas et al dat de vuurfrequentie van de motorunits van de m.temporalis anterior bij myogene patiënten wat lager was dan bij een controlegroep, terwijl er een grotere mate van synchroniteit zou zijn. Ook zou er bij patiënten in de masseter een grotere mate van heterogeniteit zijn in de vuurfrequentie.<sup>18</sup>

Als conclusie kan worden gesteld dat de complexiteit van het signaal en de eraan ten grondslag liggende processen een eenduidige interpretatie van de gegevens momenteel niet mogelijk maken. De directe diagnostische waarde is daarom gering.

## 7 Reflexactiviteit

Bij de etiologische factoren met betrekking tot TMD worden ook neuromusculaire factoren genoemd. Niet geheel duidelijke argumenten hebben ertoe geleid dat gedurende een aantal jaren nogal wat aandacht is gegeven aan de zogenaamde 'stille periode' (silent period, SP) in het EMG. Dat is een ogenblik van vermindering of zelfs geheel wegvallen van het spiersignaal, een verschijnsel dat kan worden opgewekt door een persoon een zekere activiteit te laten ontwikkelen in de sluitspiere en dan met een reflexhamer een korte tik op de kin te geven. Bij gezonde proefpersonen ontstaat dan een rekreflex en daarna een SP. De duur van de SP wordt opgegeven als 20-30 ms bij gezonde proefpersonen en 20-150 ms bij TMD-patiënten. Standaardisatie van de experimentele condities blijkt bij deze experimenten zeer nodig. Maar ook dan is de interpretatie van de bevindingen zo vaag dat de diagnostische waarde nihil kan worden genoemd.

Zoals bekend komt de rekreflex tot stand via de spierspoelelen. Gestandaardiseerd onderzoek, enkele jaren geleden gepubliceerd door Lobbezoo et al, naar de gevoeligheid van deze receptoren en naar hun neurale controle mechanismen, leidde tot de conclusie dat het spierspoelsysteem niet betrokken is bij de etiologie en het onderhouden van TMD.<sup>19</sup> Andere neuromusculaire invloeden werden onderzocht met behulp van elektrische of mechanische intra-orale stimulatie. Hierbij is in het EMG van de sluitspiere een complex patroon van zogenaamde exteroceptieve reflexen waar te nemen waarin één of twee inhibitoire perioden te zien zijn. Bij TMD-patiënten blijkt er meestal maar één zo'n periode te zijn, terwijl er bij controles ook vaak twee zijn te onderscheiden. Onderverdeling naar wel of niet bruxeren toonde aan dat nagenoeg alle patiënten die bruxeerden, slechts één inhibitoire periode hadden. Bij de niet-bruxisten kwam dat aanzienlijk minder voor.<sup>20</sup> Nauwgezet onderzoek zal hier meer duidelijkheid moeten brengen.

## 8 Parafunctionele activiteit

Mits voldoende aandacht wordt gegeven aan de methodologische valkuilen op het gebied van instrumentatie, vergelijking voor en na behandeling, matching van groepen enz., is het EMG een geschikt hulpmiddel bij het bestuderen van de vaak onbewuste spieractiviteit bij bruxisme.

Bij de therapie wordt voor bruxisme biofeedback aanbevolen om de patiënt bewust te maken van de kennelijk onbewuste parafunctionele spieractiviteit. Nachtelijk toepassen van biofeedback geeft wel vermindering van spieractiviteit, dat effect verdwijnt echter als de behandeling stopt.<sup>21</sup> Bij het over-

dag toepassen van biofeedback is er sprake van significante verbetering ten opzichte van een controlegroep die een placebo-behandeling kreeg.<sup>22</sup> Wel moet worden bedacht dat er dan nog geen verbetering optreedt in de nachtelijke parafunctionele activiteit.<sup>21</sup>

## 9 Discussie

De vraag of elektromyografie betekenisvol is met betrekking tot TMD, is niet eenduidig te beantwoorden. De waarde voor de diagnostiek bij individuele patiënten is gering. Ten dele heeft dat te maken met het ontbreken van normwaarden voor de specifieke patiënt. Ook de variabiliteit, zowel binnen één persoon als tussen personen, speelt daarbij een rol. Tevens moet men bedenken dat het EMG, dat verkregen is met oppervlakte-elektroden, slechts informatie geeft over het oppervlakkig gelegen deel van de spier. Wellicht dat toepassing van draadelektroden meer specifieke informatie kan geven. In een algemene praktijk lijkt deze wijze van verkrijgen van signalen voorsnog niet geëigend. Hoewel EMG-metingen waarbij een bepaalde motorische taak wordt gevraagd aan de patiënt, meer variabiliteit lijken te vertonen dan die waarbij stereotiepe reacties als reflexen worden bepaald, zal toch nader onderzoek moeten worden verricht naar de diagnostische waarde van exteroceptieve reflexen.

De conclusie uit het hierboven gegeven overzicht is dat, mede rekening houdend met de complexiteit van de verwerking van de EMG-data (een huisarts meet en interpreteert bijv. ook niet een ECG), de grote mate van interindividuele spreiding en de vele vragen en onzekerheden die nog rusten op de interpretatie van EMG gegevens, het op zijn minst opmerkelijk is te noemen dat EMG metingen een plaats hebben in de verrichtingenlijst UPT.

Met betrekking tot het wetenschappelijk onderzoek aangaande TMD ligt de waardering anders, omdat het bepalen van karakteristieke grootheden van groepen en het vergelijken van bijvoorbeeld groepsgemiddelden zinvol kunnen zijn. De verwachting is dan ook op zijn plaats dat voortzetting van dit soort onderzoek het inzicht in de etiologie van TMD zeker zal verrijken.

## Literatuur

- Dahlström L. Electromyographic studies of craniomandibular disorders: a review of the literature. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 1-20.
- Lund JP, Widmer CG. An evaluation of the use of surface electromyography in the diagnosis, documentation, and treatment of dental patients. *J Craniomandib Disord* 1989; 3: 125-37.
- Watkinson AC. The mandibular rest position and electromyography – a review. *J Oral Rehabil* 1987; 14: 209-14.
- Manns A, Miralles R, Guerrero F. The changes in electrical activity of the postural muscles of the mandible upon varying the vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 438-45.
- Blanksma NG. Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, 1995. Academisch proefschrift.
- Buchner R, Glas HW van der, Brouwers JEIG, Bosman F. Electromyographic parameters related to clenching level and jaw-jerk reflex in patients with a simple type of myogenous cranio-mandibular disorder. *J Oral Rehabil* 1992; 19: 495-511.
- Majewski RF, Gale EN. Electromyographic activity of anterior temporal area pain patients and non-pain subjects. *J Dent Res* 1984; 63: 1228-31.
- Sheikholeslam A, Moller E, Lous I. Pain, tenderness and strength of human mandibular elevators. *Scand J Dent Res* 1980; 88: 60-6.
- Naeije M, Hansson TL. Electromyographic screening of myogenous and arthrogenous TMJ dysfunction patients. *J Oral Rehabil* 1986; 13: 433-41.
- Glas HW van der, Lobbezoo F, Bilt A van der, Bosman F. Influence of

- the thickness of soft tissues overlying human masseter and temporalis muscles on the electromyographic maximal voluntary contraction level. *Eur J Oral Sci* 1995; accepted for publication
- 11 Visser A, McCarrol RS, Oosting J, Naeije M. Masticatory EMG activity in healthy young adults and myogenous craniomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 67-76.
  - 12 Holmgren K, Sheikholeslam A, Riise C. An electromyographic study of the immediate effect of an occlusal splint on the postural activity of the anterior temporal and masseter muscles in different body positions with and without visual input. *J Oral Rehabil* 1985; 12: 483-90.
  - 13 McCarrol RS, Naeije M, Kim YK, Hansson TL. Short-term effect of a stabilisation splint on the asymmetry of submaximal masticatory muscle activity. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 171-6.
  - 14 Visser A, McCarrol RS, Naeije M. Masticatory muscle activity in different jaw relations during submaximal clenching efforts. *J Dent Res* 1992; 71: 372-9
  - 15 Lobbezoo F, Glas HW van der, Kampen FMC, Bosman F. The effect of an occlusal stabilisation splint and the mode of visual feedback on the activity balance between jaw-elevator muscles during isometric contraction. *J Dent Res* 1993; 72: 876-82.
  - 16 Hori H, Kobayashi H, Hayahi T, Kohno S. Mean power frequency shift during fatigue and recovery in patients with craniomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 159-65.
  - 17 Kroon GW, Naeije M. Electromyographic evidence of local muscle fatigue in a subgroup of patients with myogenous craniomandibular disorders. *Arch Oral Biol* 1992; 37: 215-8.
  - 18 Glas HW van der, Lobbezoo F, Buchner R, Bilt A van der, Bosman F. Rate modulation of jaw-elevator motor units as revealed from the low-frequency power spectrum of the surface electromyogram in myogenous patients. *J Dent Res* 1993; 73: 1121-8.
  - 19 Lobbezoo F. An electromyographic study on myogenous craniomandibular dysfunction. Utrecht: Universiteit Utrecht, 1992. Academisch proefschrift.
  - 20 Laat A de, Glas HW van der, Weytjens JLF, Steenberghe D van. The masseteric post-stimulus electromyographic-complex in people with dysfunction of the mandibular joint. *Arch Oral Biol* 1985; 30: 177-80.
  - 21 Pierce CJ, Gale EN. A comparison of different treatments for nocturnal bruxism. *J Dent Res* 1988; 67: 597-601.
  - 22 Dohrmann RJ, Laskin DM. An evaluation of electromyographic biofeedback in the treatment of myofascial pain-dysfunction. *J Am Dent Assoc* 1978; 96: 656-62

## Summary

### ELECTROMYOGRAPHY IN THE ASSESSMENT OF TEMPOROMANDIBULAR DYSFUNCTION

Key words: Electromyography – Temporomandibular dysfunction

Electromyography (EMG) has been applied in studies on patients with temporomandibular dysfunction (TMD), usually with surface electrodes, focusing on rest position of the mandible, hyperactivity and hypo-activity of the muscles, muscle balance, muscle symmetry, reflex activity and parafunctional activity. The contribution of the use of EMG to the diagnostics of individual patients is considered to be marginal, at the most. However, EMG can be valuable in research on TMD if methodological pitfalls are avoided.