

# Wie die Okklusion durch eine harmonische Muskulatur verfeinert werden kann

Dass zu einer Okklusion mehr gehört als nur Zähne, darüber sind sich viele Kieferorthopäden einig. Wie wichtig jedoch ein besseres Verständnis der Funktionen der Muskulatur für die kieferorthopädische Langzeitstabilität sein kann, demonstriert Dr. Derek Mahony aus Sydney/Australien.



Abb. 1: Ein Elektromyograph mit 8 Kanälen.

Das primäre Ziel der kieferorthopädischen Behandlung ist die Bewegung von Zähnen in eine idealere Position – nicht nur wegen der Ästhetik, sondern auch aus funktionellen Beweggründen. Ein anderes sehr wichtiges Ziel, dem meist nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt wird, ist, dass man den Fall so abschließen sollte, dass die Kaumuskeln im Gleichgewicht sind. Denn, wenn keine Ausgewogenheit der Muskulatur erzielt wird, benötigt man eine endlose Folge von Retainern für die Retention. Oder einfacher ausgedrückt: Wenn die Okklusionskräfte in der maximalen Interkuspitation im Zahnbogen ungleich verteilt sind, wird es wahrscheinlich zu Zahnbewegungen kommen. Es ist jedoch heute möglich, die relative Kraft jedes okklusalen Kontaktes simultan und präzise zu messen, genauso wie das Timing der okklusalen Kontakte und auch spezifische Muskelkontraktionen und deren Kraftniveaus. Dieser technologische Durchbruch repräsentiert einen Umschwung in unseren prinzipiellen Denkmustern und kann die kieferorthopädische Stabilität verbessern.

## Ausgewogenheit der Muskulatur und Okklusion

Viele hochrespektierte Kieferorthopäden sind sich einig, dass zur Okklusion mehr gehört als nur Zähne. Die Funktion des Kiefergelenks und die maxillo-mandibuläre Relation sind genauso ein Teil der Okklusion wie die Zähne. Infolge dessen kommt es zu einer kompensatorischen Reaktion der stomatognathischen Muskulatur, wenn es zu einer Fehlfunktion innerhalb des Kiefergelenks oder der gestörten maxillo-mandibulären Relation kommt. Meistens kann diese Reaktion durch eine Elektromyographie (EMG) gemessen werden. Vor 50 Jahren begann ein Zahnarzt, die Muskelaktivität durch eine Oberflächen-elektromyographie zu registrieren. Dies war ein Ansatz, um die Funktionen der Kaumuskulatur besser zu verstehen.<sup>1</sup> In der Zwischenzeit hat die Oberflächen-EMG mehrere Schlüsselfaktoren zur

Beziehung der Muskeln und der Okklusion eines Patienten enthüllt. So können wir heute in der Klinik routinemäßig bis zu 8 Kanäle von Daten durch das EMG aufnehmen. Diese Interpretation der Daten kann uns dann zu einem besseren Verständnis der speziellen Umstände unserer Patienten verhelfen (Abb. 1).

In Abb. 2 sehen wir Muskeln, die sich a) in Ruhe befinden (normaler Zustand), b) hyperaktiv in Ruhe sind (ein Zeichen für eine gestörte maxillo-mandibuläre Relation) oder c) den Ausdruck einer abnormen neurologischen Aktivität zeigen (Feuern großer motorischer Einheiten). Während diese Faktoren routinemäßig nicht gemessen werden, kann ihr Beitrag für eine präzise Diagnose sehr ausschlaggebend sein, sogar für das Langzeitresultat eines speziellen Falles.<sup>2-5</sup>

Die Bestimmung der Ausgewogenheit der Muskeln in Funktion ist eine sehr leichte Aufgabe für ein EMG.<sup>6-13</sup> Typischerweise bittet man den Patienten, die Zähne in der maximalen Interkuspitation zusammenzupressen und dann zu schlucken. Dieser Biss wird ausgewogen (Abb. 3 a) oder ungewogen (Abb. 3 b) erscheinen. Der Schluckvorgang geht vor sich, indem die Zähne entweder in Kontakt stehen (Abb. 3 c) oder mit einem Zungendruck (Abb. 3 d). Wenn dann eine Apparatur verwendet wird, kann die Muskelaktivität vor, während und nach der Anpassung der Apparatur aufgenommen werden. Dies wird sofort die Effektivität der Apparatur demonstrieren.<sup>14-20</sup>

Wenn wir sehen, dass die Muskeln ausgewogen sind, wissen wir, dass ein Resultat vorliegt, das stabil bleiben wird. Wenn sich jedoch die Muskeln nicht in Harmonie befinden, sind wir nicht in der Lage, einzig und allein durch die Dokumentation des EMGs zu bestimmen, was wir nun tun sollen. Während schon sehr viel über Muskelhyperaktivität sowie verschiedene Situationen einer Unausgewogenheit, die innerhalb der mastikatorischen Muskulatur bestehen kann, bekannt ist, ist das EMG nicht adäquat, um der Aufgabe, die Richtung der Behandlung eines Falles zu bestimmen, gerecht zu werden. Und dies wird es auch niemals sein. Während die Oberflächen-EMG eine schnelle, leichte und zuverlässige Methode ist, um die relativen Kontraktionsniveaus der Muskulatur in Ruhe und Aktion festzuhalten, hat es eine langsame Sensibilität gegenüber der okklusalen Kraftregionen und dem zeitlichen Ablauf der diversen Zahnkontakte.

## T-Scan II

Die einfachste Lösung des Problems bezüglich der Begutachtung des Timings sowie der Kraft der okklusalen Kontakte ist der T-Scan II.<sup>21-23</sup> Er bietet

eine sehr sensible Messung der Kontaktkraft sowie ein sich bewegendes Bild der Abfolge, in der die Kontakte auftreten.<sup>24-32</sup> Es ist die einzige verfügbare

initialen Kontakte stattfinden, dann rechts im posterioren Bereich und schließlich auch im Bereich der linken zweiten Molaren. Was hier auch evident ist,

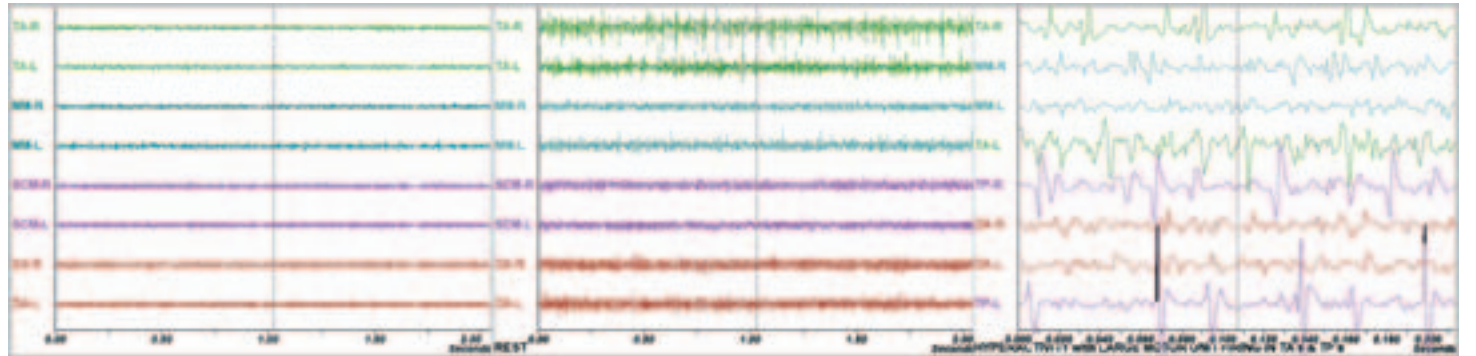


Abb. 2

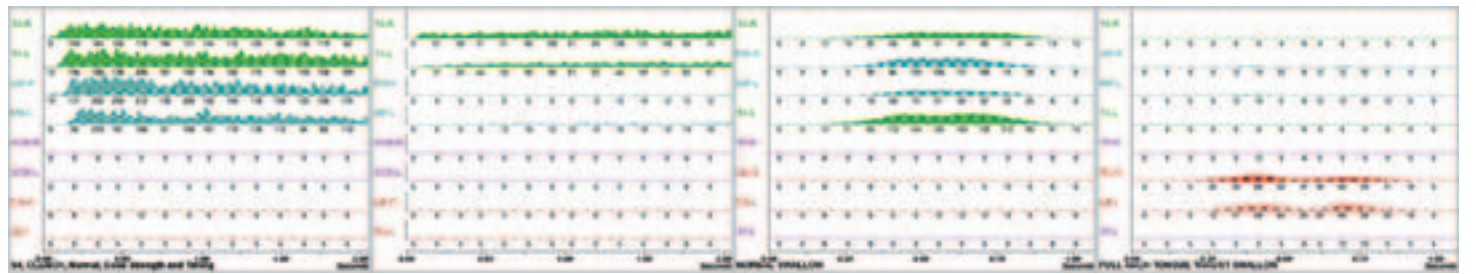


Abb. 3: a) ausgewogener Biss,

b) ungewogener Biss,

c) normales Schlucken,

d) abnormales Schlucken.



Abb. 4: Der T-Scan II.

ist die Tatsache, dass die höchste Kontaktkraft im vollen Schluss der Zähne tatsächlich im Bereich des linken zweiten Molaren ist (was durch den höchsten Ausschlag angezeigt wird), trotz des späten Auftretens des Kontaktes. Eine weitere Beobachtung sagt ganz deutlich aus, dass diese exzessive Kraft durch den linken

entnehmen können, was die Muskulatur tut, um sich hier anzupassen. Aber es gibt eine Möglichkeit, beides zu tun.

## T-Scan-Plättchen ist mit 85 Micron nicht zu dick

Laut der letzten Forschung über mandibuläre Funktion (Gallo et al.) wissen wir nun,

zwischen Ruheposition und Okklusion (2-3 mm) wurde das Ausmaß an Rotation mit ca. 0,7 Grad gemessen (Levin A. und Moss. C). Für eine 85 Micron-Veränderung entspricht das ungefähr 0,02 Grad Rotation (ungefähr 1,5 Minuten eines Bogens). Wenn die AP (anteriore/posterior)-Distanz zwischen

Technik für den Behandler, die genau die Folge anzeigen kann, in der die Kontakte stattfinden, bzw. auch die relative Kraft jedes einzelnen Kontaktes. Die neuen „high density-Sensoren“ sind flexibel, präziser und sehr haltbar (man kann sie für bis zu 30 Registrierungen verwenden) (Abb. 4). Es wird eine Kaukraft-Aufnahme gemacht, indem der Patient mehrmals auf ein Plättchen des T-Scan beißt, um es zu konditionieren. Das ermöglicht ihm, sich der Form des Zahnbogens anzupassen. Dann wird eine Aufnahme gemacht, wobei der Patient aus der Ruheposition heraus schließt, danach die Zähne in der Position der Interkuspitation zusammenpresst. Es können noch andere Aufnahmen in der zentrischen Relation gemacht werden sowie in der Protrusion und in lateralen Exkursionen.

In der Aufnahme, welche Abb. 5 zeigt, finden die ersten Kontakte innerhalb der Schneidezähne statt. Während der Patient weiter schließt, erscheint ein weiterer Kontakt im Bereich des rechten zweiten Molaren. Schließlich kommt es auch zu einem Kontakt auf der linken Seite, wo ein zweiter Molar einen Dreipunkt-Effekt bewirkt. Wenn die Aufnahme als „Kraftfilm“ wiedergegeben wird (Abb. 6), wird eine dreidimensionale Grafik angezeigt, die die relative Kraft auf jeden Punkt des Kontaktes darstellt. Hier sehen wir wieder, dass die

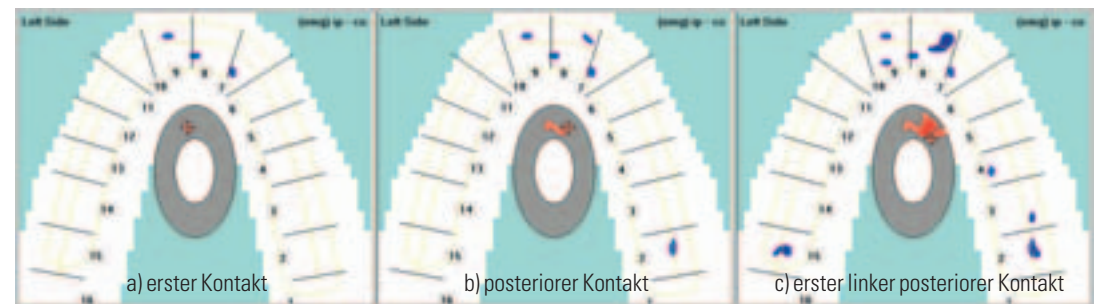


Abb. 5 a-c: Karte für die Abfolge vom initialen anterioren Kontakt bis zum bilateralen Kontakt.



Abb. 6: Bilderrahmen des aufgenommenen „Kraftfilms“.

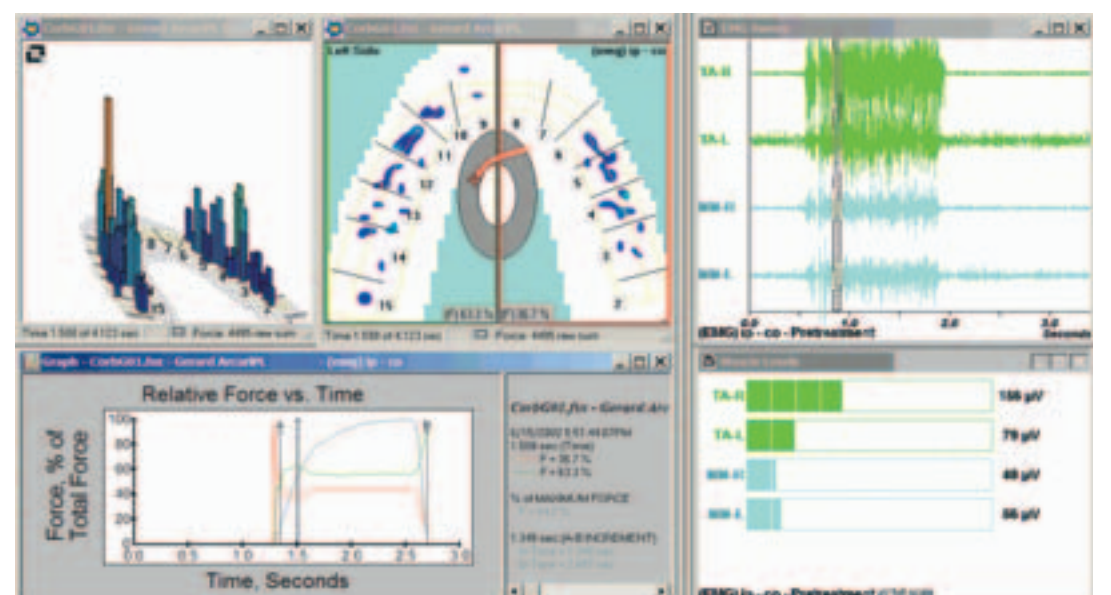


Abb. 7: Die gleichzeitige Aufnahme der okklusalen Kräfte, des Zeitablaufes und der Muskelaktivität. Ein Punkt hoher Kraft im Bereich der linken Prämolaren, rechts anteriore Hyperaktivität des Temporalis.



den Schneidezähnen und den Molaren 40 mm beträgt, entsprechen 1,5 Minuten einer Translation entlang des Bogens einem Unterschied von 18 Micron. Dies ist eine sehr kleine Differenz im Vergleich zur Größe einer okklusalen Anpassung, die man vornimmt, und sicher innerhalb der

rende Frühkontakte zu vermeiden.

**T-Scan II – BioEMG II**

Vorangegangene Studien haben versucht, die Daten des T-Scans mit den EMG-Daten zu korrelieren.<sup>33,34</sup> Vor kurzem haben die zwei Firmen, die unabhängig voneinander den T-

legenheit für Zahnärzte, die okklusalen Bedingungen ihrer Patienten klarer und umfangreicher zu verstehen. Der Grund, warum diese Programme miteinander „reden“ können sollten, war deren in Beziehung stehende Datenströme zu synchronisieren. Dies wird erreicht, indem man entweder ein Programm hat, das als „Meister“ fungiert, während das andere dessen „Sklave“ ist. D.h. ein Zahnarzt kann das T-Scan-Programm laufen lassen und das BioEMG II-Programm wird dann pflichtbewusst nachfolgen. Oder der Zahnarzt kann das BioEMG II-Programm laufen lassen und das T-Scan II-Programm wird ihm nachfolgen. Dies trifft sowohl für das Aufnehmen als auch für die Analyse der Wiedergabe zu.

**Das Analysieren der kombinierten Daten**

Wenn wir sehen, dass die höchste Kraft des Kontaktes auf der linken Seite ist, können wir dann annehmen, dass sich die größte Muskelaktivität auf der selben Seite befindet? Ganz und gar nicht. Abb. 7 zeigt ein Beispiel eines Patienten mit einem höheren Kraftniveau auf der linken Seite (63 % der gesamten Kraft), die sich in der Prämolarenregion befindet. Zur selben Zeit sehen wir deutlich, dass der Temporalis rechts anterior sehr stark feuert und zwar fast zwei Mal so stark, wie

das Kraftniveau auf der linken Seite. Es ist auch augenscheinlich, dass die kombinierten Aktivitäten des Temporalis und des Masseters weit größer als dieselben Muskeln auf der linken Seite sind. Wie ist das möglich? Nicht einer der Kaumuskeln, die den Unterkiefer heben, befindet sich in einer derartigen

frei nach vorne und zurück zu bewegen sowie nach links und nach rechts. Dieselben Hebe-muskeln, die vertikale Kräfte anwenden, können auch horizontale Kräfte bewirken – was sie auch tun und was auf den Unterkiefer wirkt, je nach Bedarf und Funktion. In Abb. 7 können wir sehen, während die Muskeln der linken Seite mehr

des Temporalis. Die Balance zwischen der linken und rechten Kraft war ziemlich gut mit Anteilen von 56 % rechts und 44 % links. Es ist augenscheinlich, dass der initiale Kontakt sich auf der linken Seite befindet (siehe Zentrum des Kraftvektors) und dass die Kraft während des Schließens auf die rechte Seite hinüberwech-

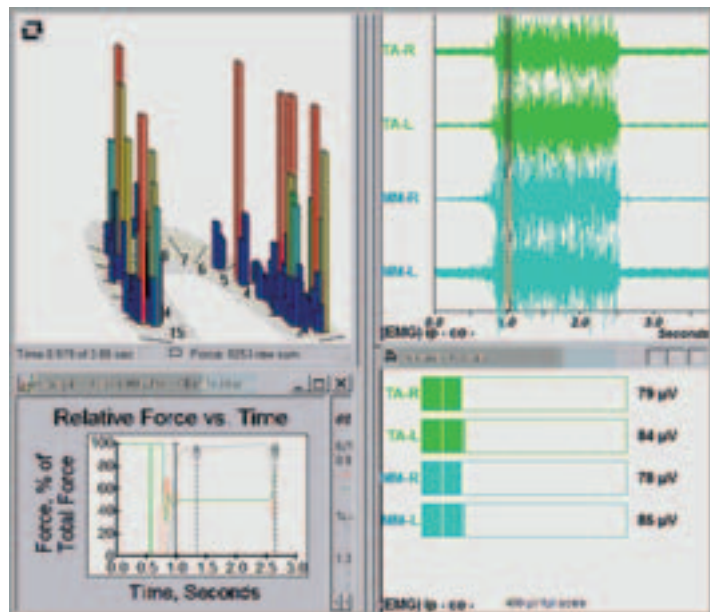


Abb. 8: Sowohl die Kräfte als auch die Aktivität der Muskeln sind bei diesem Patienten ausgeglichen.

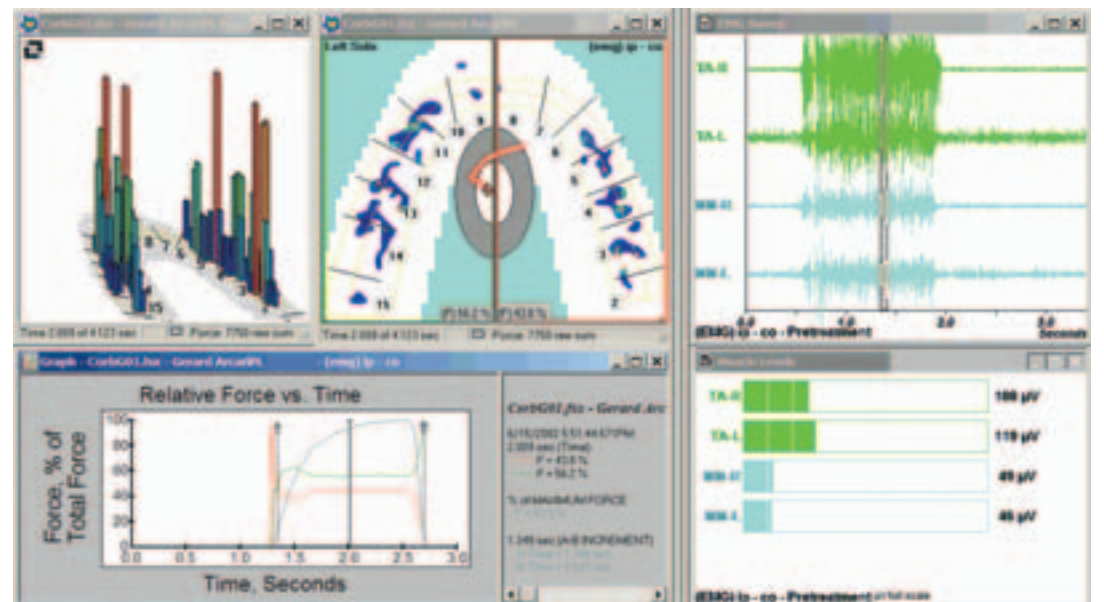


Abb. 9: Sobald die komplette Kraft 93,5% des Maximums erreicht hat, ist das Zentrum der Kraft zur Mittellinie zurückgekehrt und die vertikalen Muskelkräfte sind zwischen der rechten und linken Seite ausgeglichen. Man sieht jedoch deutlich, dass die Temporalis Muskeln im Vergleich zu den Massetern überlastet sind.

adaptiven Kapazität des Systems. Ein anderer Vorteil des Platzierens des Plättchens zwischen die Zahnbögen ist, dass es die Akutheit der Empfindung der Propriozeptoren reduziert, aber nicht die Fähigkeit des zentralen Nervensystems eliminiert, etwaige existie-

Scan II und das BioEMG II entwickelt haben, einen Meilenstein gesetzt, indem die Programme miteinander kommunizieren können.<sup>35</sup> Dies passiert in der Zahnmedizin nicht alle Tage, aber die synergistische Zusammenarbeit, die hierdurch ermöglicht wurde, bietet nun eine einzigartige Ge-

Position, dass es eine gerade vertikale Relation zwischen dem Ursprung und dem Ansatz gibt. Jeder Hebemuskel hat eine horizontale Komponente zu seiner Richtung der angewandten Kraft. Auf Grund der ginglymo-artroidalen Struktur des Kiefergelenks ist der Unterkiefer in der Lage, sich

Kraft in der vertikalen Richtung anwenden, muss der Temporalis auf der rechten Seite aufnehmen. Es ist aber für den Patienten immer noch unangenehm. Sogar mit ausgeglichenen stabilen Kontakten auf beiden Seiten kann sich der Patient immer noch beklagen. Der Patient in Abb. 9 hat regelmäßig Kopfschmerzen im Bereich

selt, bevor eine ausgewogene Kraftsituation in einer maximalen Interkuspitation erreicht wird. Man muss jedoch anmerken, dass die Temporalis-Muskeln mit einem 2 1/2 Mal so großen Kraftniveau kontrahieren als die Masseter. Es wurde eine Repositionsapparatur eingesetzt, die beide Muskeln und auch die Kräfte ausbalanciert, sodass die Kopfschmerzen erleichtert wurden. Mit der heute verfügbaren Technologie hat der praktizierende Zahnarzt nun die Möglichkeit, das mastikatorische System viel genauer zu begutachten als je zuvor. Es ist nun möglich, routinemäßig eine Okklusion anzupassen, nicht nur um die Kaukräfte auszugleichen, sondern auch um eine Umgebung zu erstellen, wo die Muskeln ihre Funktion harmonisch miteinander ausüben können. KN

**KN Literatur**

1 Thompson JR: Concepts regarding the function of the stomatognathic system. JADA 1954 Jun; 48:626–637.

2 Gervais RO, Fitzsimmons GW, Thomas NR. Masseter and temporalis electromyographic activity in asymptomatic, subclinical, and temporomandibular joint dysfunction patients. Cranio. 1989 Jan;7(1):1–7.

3 Glaros AG, McGlynn FD, Kapel L. Sensitivity, specificity, and the predictive value of facial electromyographic data in diagnosing myofascial pain-dysfunction. Cranio. 1989 Jul;7(3):189–93.

4 Glaros AG, Glass EG, Brockman D. Electromyographic data from TMD patients with myofascial pain and from matched control subjects: evidence for statistical, not clinical, significance. J Orofac Pain. 1997 Spring;11(2):125–9.

5 Kamyszek G, Ketcham R, Garcia R Jr, Radke J. Electromyographic evidence of reduced muscle activity when ULF-TENS is applied to the V<sup>th</sup> and VII<sup>th</sup> cranial nerves. Cranio. 2001 Jul;19(3):162–8.

6 Belser UC, Hannan AG. The influence of altered working-side occlusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement. J Prosthet Dent. 1995 Mar;53(3):406–13.

7 McCarroll RS, Naeije M, Hansson TL. Balance in masticatory muscle activity during natural chewing and submaximal clenching. J Oral Rehabil. 1989 Sep;16(5):441–6.

8 Visser A, McCarroll RS, Oosting J, Naeije M. Masticatory electromyographic activity in healthy young adults and myogenous craniomandibular disorder patients. J Oral Rehabil. 1994 Jan;21(1):67–76.

9 Christensen LV, Rassouli NM. Experimental occlusal interferences. Part I. A review. J Oral Rehabil. 1995 Jul;22(7):515–20.

10 Christensen LV, Rassouli NM. Experimen-

tal occlusal interferences. Part II. Masseteric EMG responses to an interspal interference. J Oral Rehabil. 1995 Jul;22(7):521–31.

11 Borromeo GL, Suvinen TI, Reade PC. A comparison of the effects of group function and canine guidance interocclusal device on masseter muscle electromyographic activity in normal subjects. J Prosthet Dent. 1995 Aug;74(2):174–80.

12 Christensen LV, Mohamed SE. Bilateral masseteric contractile activity in unilateral gum chewing: differential calculus. J Oral Rehabil. 1996 Sep;23(9):638–47.

13 Saifuddin M, Miyamoto K, Ueda HM, Shikata N, Tanne K. An electromyographic evaluation of the bilateral symmetry and nature of masticatory muscle activity in jaw deformity patients during normal daily activities. J Oral Rehabil. 2003 Jun;30(6):578–86.

14 McCarroll RS, Naeije M, Kim YK, Hansson TL. Short-term effect of a stabilization splint on the asymmetry of submaximal masticatory muscle activity. J Oral Rehabil. 1989 Mar;16(2):171–6.

15 Naeije M, Hansson TL. Short-term effect of the stabilization appliance on masticatory muscle activity in myogenous craniomandibular disorder patients. J Craniomandib Disord. 1991 Fall;5(4):245–50.

16 Lobbezoo F, van der Glas HW, van Kampen FM, Bosman F. The effect of an occlusal stabilization splint and the mode of visual feedback on the activity balance between jaw-elevator muscles during isometric contraction. J Dent Res. 1993 May;72(5):876–82. Erratum in: J Dent Res 1993 Aug;72(8):1264.

17 Visser A, Naeije M, Hansson TL. The temporal/masseter co-contraction: an electromyographic and clinical evaluation of short-term stabilization splint therapy in myogenous CMD patients. J Oral Rehabil. 1995 May;22(5):387–9.

18 al-Quran FA, Lyons MF. The immediate effect of hard and soft splints on the EMG activity of the masseter and temporalis muscles. J Oral Rehabil. 1999 Jul;26(7):559–63.

19 Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C. Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. J Oral Rehabil. 2002 Sep;29(9):810–5.

20 Roark AL, Glaros AG, O'Mahony AM. Effects of interocclusal appliances on EMG activity during parafunctional tooth contact. J Oral Rehabil. 2003 Jun;30(6):573–7.

21 Maness WL, Podoloff R. Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspation. J Prosthet Dent. 1989 Aug;62(2):238–42.

22 Maness WL. Laboratory comparison of three occlusal registration methods for identification of induced interceptive contacts. J Prosthet Dent. 1991 Apr;65(4):483–7.

23 Reza Moini M, Neff PA. Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument. Quintessence Int. 1991 May;22(5):357–60.

24 Mizui M, Nabeshima F, Tosa J, Tanaka M, Kawazoe T. Quantitative analysis of occlusal balance in intercuspation position using the T-Scan system. Int J Prosthodont. 1994 Jan-Feb;7(1):62–71.

25 Gonzalez Sequeros O, Garrido Garcia VC, Garcia Cartagena A. Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspation using the T-SCAN system. J Oral Rehabil. 1997 Apr;24(4):287–90.

26 Garcia Cartagena A, Gonzalez Sequeros O, Garrido Garcia VC. Analysis of two methods for occlusal contact registration with the T-Scan system. J Oral Rehabil. 1997 Jun;24(6):426–32.

27 Suda S, Matsugishi K, Seki Y, Sakurai K, Suzuki T, Morita S, Hanada K, Hara K. A multiparametric analysis of occlusal and peri-

**Harmonische Kräfte keine Garantie für harmonische Muskulatur**

Manchmal können wir eine relativ ausgeglichene Balance der Kräfte zwischen der linken und rechten Seite aufnehmen. Es ist aber für den Patienten immer noch unangenehm. Sogar mit ausgeglichenen stabilen Kontakten auf beiden Seiten kann sich der Patient immer noch beklagen. Der Patient in Abb. 9 hat regelmäßig Kopfschmerzen im Bereich

**KN Kurzvita**



**Derek Mahony**

BDS, MScOrth, DOrth RCS, MDOOrth RCPS, MOrth RCS (Eng), MOrth RCS (Ed)/CDS (HK), FRCD, ist ein in Sydney, Australien, niedergelassener Kieferorthopäde, der mit Tausenden von Fachleuten über den Nutzen der interzeptiven Behandlung diskutiert hat. Schon früh in seiner Karriere erlernte Dr. Mahony von führenden Klinikern, welche tiefgreifenden Effekte die Funktionskieferorthopädie für die Patientenbehandlung haben kann. Seitdem ist die feste und funktionale Behandlungsmethode von ihm kombiniert worden. Dr. Derek Mahonys Vorträge basieren sowohl auf dem positiven Einfluss dieser kombinierten Methode, wie ihn die kieferorthopädischen Behandlungsergebnisse aufzeigen, als auch auf den Vorteilen, die diese Behandlungsphilosophie aus Sicht des Praxismanagements bietet. Bei der Erstellung der kieferorthopädischen Diagnose leitet er diese vor allem aus Sicht des Gesichtspröfils ab, sodass seine Behandlungsziele nicht nur gerade Zähne sind, sondern auch wohlgeformte Gesichter und gesunde Kiefergelenke. Nach Abschluss seines zahnmedizinischen Studiums an der Universität von Sydney ging Dr. Mahony nach Großbritannien, wo er am Institute of Dental Surgery des Eastman Dental Hospitals in London ein Studium der Kieferorthopädie aufnahm, welches er am Royal College of Surgeons in Edinburgh erfolgreich abschloss. Dr. Mahony ist zertifizierter Ausbilder der Internationalen Gesellschaft der Kieferorthopädie (International Association of Orthodontics). Er ist für seine Fähigkeit bekannt, Themen gut verständlich zu vermitteln. Dr. Mahony ist international als Referent in Australien, Neuseeland, Südostasien, Russland, Großbritannien, Kanada und den USA tätig. Zudem ist er als Autor zahlreicher Artikel bekannt, die sowohl in den USA als auch im Ausland erschienen sind. Von der American Association of Functional Orthodontics ist Dr. Mahony kürzlich als „Clinician of the Year“ ausgezeichnet worden.