

Aus der Klinik für Kieferorthopädie  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar  
(Direktor: Prof. Dr. Jörg Lisson)

**Evaluation der Wirksamkeit von Physiotherapie  
bei Kraniomandibulärer Dysfunktion (CMD)  
mit Hilfe von Schmerzlokalisierungsbogen  
und Oberflächen-EMG**

***Dissertation zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Theoretischen Medizin  
der Medizinischen Fakultät der  
UNIVERSITÄT DES SAARLANDES  
2013***

vorgelegt von: Wolfgang Stelzenmüller

geb. am: 08. Januar 1961 in Frankfurt am Main

**Gewidmet**  
**meinen Töchtern Sandra und Svenja,**  
**in dankbarer Erinnerung meinen Eltern**  
**und Douglas E.Toll**

# Inhaltsverzeichnis

<b>I. ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	VIII
<b>I. ABSTRACT</b> .....	XII
<b>II. EINLEITUNG</b> .....	1
1. KRANIOMANDIBULÄRE DYSFUNKTIONEN (CMD).....	1
2. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN CRANIUM UND HWS.....	1
3. WEITERE URSACHEN FÜR CMD .....	2
4. ANATOMIE DER KIEFERGELENKE .....	3
4.1 RAHMENGEBENDE KNÖCHERNE STRUKTUREN DES KIEFERGELENKS.....	3
4.2 GELENKKAPSEL .....	3
4.3 DISCUS ARTICULARIS.....	4
4.4 BILAMINÄRE ZONE UND GENU VASCULOSUM .....	4
4.5 BANDAPPARAT .....	5
4.6 BIOMECHANIK DES ARTICULATIO TEMPOROMANDIBULARIS .....	5
4.7 M. MASSETER .....	6
4.8 M. PTERYGOIDEUS MEDIALIS .....	6
4.9 M. PTERYGOIDEUS LATERALIS.....	6
4.10 M. TEMPORALIS.....	7
4.11 M. DIGASTRICUS VENTER ANTERIOR UND POSTERIOR.....	7
4.12 SCHULTERGÜRTELMUSKULATUR .....	7
4.13 TRIGGERPUNKTE .....	7
4.14 INNERVATION.....	9
5. PHYSIOTHERAPIE BEI CMD?.....	10
5.1 PHYSIOTHERAPEUTISCHER BEFUND.....	10
5.2 KURZSCREENING DER GELENKSTRUKTUREN .....	10
5.3 PALPATORISCHE UNTERSUCHUNG DER OROFASZIALEN MUSKULATUR .....	11
5.4 KURZSCREENING – KAPSEL-BAND-STRUKTUREN DER KIEFERGELENKE.....	12
5.5 KURZSCREENING – HALTUNGSBEFUND.....	12
6. SINNVOLLE PHYSIOTHERAPIE BEI CMD.....	13
7. SCHMERZMESSUNG .....	19
8. OBERFLÄCHEN-EMG-MESSUNG .....	20
8.1 ELEKTROMYOGRAPHIE – EINFÜHRUNG.....	21
8.2 PHYSIOLOGIE – ERREGBARKEIT DER MUSKELFASERMEMBRAN.....	22
8.3 AKTIONSPOTENZIAL .....	22
8.4 EMG-SIGNAL .....	23
8.5 LIMITATIONEN DES EMG .....	24
9. ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGEN .....	25
9.1 FRAGEN ZUR MESSMETHODIK .....	26
9.2 FRAGEN ZU PHYSIOTHERAPIE BEI CMD .....	26
9.3 FRAGEN ZUR SCHMERZMESSUNG .....	26
9.4 FRAGEN ZU SCHMERZMESSUNG UND EMG.....	27
9.5 FRAGEN ZU EMG .....	27

<b>III. METHODEN UND STUDIENTEILNEHMER</b> .....	28
10. PHYSIOTHERAPIE – AUSWAHLKRITERIEN.....	28
10.1 THERAPIEZEIT.....	28
10.2 GRUNDBEHANDLUNG – PHYSIOTHERAPIE, MANUELLE THERAPIE.....	28
10.2.1 Therapieablauf – intraoral – Querfriktionen Kaumuskulatur.....	28
10.2.2 Therapieablauf – extraoral – Querfriktionen Kaumuskulatur.....	29
10.2.3 Therapieablauf HWS/Halsmuskulatur.....	29
11. WEITERE THERAPIE.....	30
12. THERAPEUTEN.....	30
13. SCHMERZLOKALISIERUNGSBOGEN (SL-NRS).....	30
14. OBERFLÄCHEN-EMG.....	33
14.1 SPEZIELLE „EMG-CMD-SOFTWARE“.....	34
15. AUFTEILUNG DER STUDIENTEILE DIESER DISSERTATION.....	35
16. STUDIENTEILNEHMER.....	36
16.1 TEILNEHMER – STUDIENTEIL 1: SCHMERZMESSUNG MIT SL-NRS.....	36
16.2 TEILNEHMER – STUDIENTEIL 2: SCHMERZMESSUNG SL-NRS UND EMG.....	37
16.3 TEILNEHMER – STUDIENTEIL 3: EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK.....	38
16.4 TEILNEHMER – STUDIENTEIL 4: EMG – AUSWIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE.....	38
16.5 TEILNEHMER – STUDIENTEIL 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE.....	39
17. ABLAUF DER STUDIENABSCHNITTE.....	39
17.1 ABLAUF – 1: SCHMERZMESSUNG MIT SL-NRS.....	40
17.2 ABLAUF – 2: SCHMERZMESSUNG SL-NRS UND EMG.....	41
17.3 ABLAUF – 3: EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD.....	42
17.4 ABLAUF – 4: EMG – AUSWIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE.....	44
17.5 ABLAUF – 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE.....	45
18. TECHNIKEN, MESSHILFEN UND GERÄTE.....	47
18.1 TESTS.....	47
18.2 SCHMERZSKALEN.....	47
18.3 MESSGERÄTE.....	47
19. STATISTIK.....	47
20. ETHIKKOMMISSION.....	49
<b>IV. ERGEBNISSE</b> .....	50
21. TEIL 1: SCHMERZMESSUNG MIT SL-NRS.....	50
21.1 GESCHLECHTERVERTEILUNG.....	50
21.2 ALTERSVERTEILUNG.....	51
21.3 VERTEILUNG VON SCHIENEN IN DEN VERSCHIEDENEN GRUPPEN.....	51
21.4 VERTEILUNG VON UNFÄLLEN IN DEN VERSCHIEDENEN GRUPPEN.....	52
21.5 VERGLEICH – P-PRAXIS VOR VS. NACH THERAPIE.....	52
21.5.1 807 Patienten – Vergleich 1. Termin vor vs. letzter Termin nach Therapie.....	52
21.5.2 319 Patienten mit Schmerzen > 5 – Vergleich vor vs. letztem Termin.....	53
21.6 SCHMERZVERTEILUNG DER GRUPPEN IM EINZELNEN.....	53

21.6.1	<i>Gruppe P-Praxis</i> .....	53
21.6.2	<i>Gruppe P-Wien</i> .....	54
21.6.3	<i>Gruppe P-HSaar</i> .....	55
21.6.4	<i>Kontrollgruppe K-Kitz</i> .....	56
21.7	P-PRAXIS – VERÄNDERUNG 1. TERMIN VOR UND NACH THERAPIE .....	53
21.8	UNTERGRUPPE P-PRAXIS MIT SCHMERZANGABE > 5 IM SL-NRS .....	59
21.9	P-PRAXIS – ERSTER TERMIN VOR UND LETZTER TERMIN NACH THERAPIE .....	61
21.10	K-KITZ – VERÄNDERUNG VOR UND NACH THERAPIE.....	63
21.11	K-FFM – VERÄNDERUNG VOR UND NACH BELASTUNG.....	64
21.12	SL-NRS – VERGLEICH DER EINGANGSMESSUNG ALLER GRUPPEN .....	65
<b>22.</b>	<b>STUDIEN TEIL 2: SCHMERZMESSUNG SL-NRS UND EMG.....</b>	<b>66</b>
22.1	GESCHLECHTERVERTEILUNG .....	67
22.2	ALTERSVERTEILUNG .....	67
22.3	ERGEBNISSE SL-NRS – STUDIEN TEIL 2 .....	67
22.3.1	<i>SL-NRS – Gruppe P-Praxis (+EMG)</i> .....	67
22.3.2	<i>SL-NRS – Gruppe K-Kitz</i> .....	68
22.4	ERGEBNISSE EMG – STUDIEN TEIL 2 .....	69
22.4.1	<i>EMG Seated Baseline – Gruppe P-Praxis (+EMG)</i> .....	69
22.4.2	<i>EMG Seated Baseline – Gruppe K-Kitz</i> .....	70
22.5	KORRELATIONEN EMG UND SL-NRS.....	72
22.5.1	<i>Korrelationen EMG/SL-NRS vor Therapie P-Praxis (+EMG)</i> .....	73
22.5.2	<i>Korrelationen EMG/SL-NRS nach Therapie P-Praxis (+EMG)</i> .....	74
22.5.3	<i>Korrelationen Differenz EMG/SL-NRS vor u. nach Therapie P-Praxis (+EMG)</i> .....	75
22.5.4	<i>Korrelationen Differenz in % EMG/SL-NRS vor u. nach Therapie P-Praxis (+EMG)</i> .....	76
22.5.5	<i>Korrelationen EMG/SL-NRS vor und nach Therapie K-Kitz</i> .....	76
<b>23.</b>	<b>STUDIEN TEIL 3 – EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD .....</b>	<b>77</b>
23.1	EMG – P-MSP – MIT CMD UND BESCHWERDEN AUS DER STATIK (SIG) .....	78
23.2	EMG – P-OSP – MIT CMD, ABER OHNE BESCHWERDEN AUS STATIK .....	79
23.3	EINZELBEISPIELE – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD .....	82
<b>24.</b>	<b>STUDIEN TEIL 4: EMG – AUSWIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE.....</b>	<b>83</b>
24.1	EMG – P-MSP – MIT CMD UND BESCHWERDEN AUS DER STATIK (SIG) .....	83
24.2	EMG – P-OSP – MIT CMD, ABER OHNE BESCHWERDEN AUS STATIK .....	85
24.3	EMG – KONTROLLGRUPPE K-KITZ .....	87
<b>25.</b>	<b>STUDIEN TEIL 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE.....</b>	<b>89</b>
25.1	STATISCHER VERGLEICH SITZEND – STEHEND – P1.....	89
25.2	DYNAMISCHER VERGLEICH – P1 – 14./18. WOCHE.....	90
25.3	DYNAMISCHER VERGLEICH – P2 – 14./18. WOCHE.....	92
25.4	DYNAMISCHER VERGLEICH – P3 – 14. WOCHE .....	93
25.5	STATISCHER VERGLEICH SITZEND – STEHEND – KONTROLLPERSON (K) .....	94
25.6	DYNAMISCHER VERGLEICH – KONTROLLPERSON (K) .....	94
25.7	DYNAMISCHER VERGLEICH – K VS. P3.....	95
25.8	ZUSAMMENFASSUNG MKG-PATIENTEN .....	95
<b>V.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>96</b>
<b>26.</b>	<b>DISKUSSION DER METHODIK .....</b>	<b>96</b>
26.1	SL-NRS – SCHMERZLOKALISIERUNGSBOGEN .....	96

26.2	ELEKTROMYOGRAPHIE.....	97
<b>27.</b>	<b>DISKUSSION – BEEINFLUSSENDE FAKTOREN.....</b>	<b>99</b>
27.1	ALTERS- UND GESCHLECHTERVERTEILUNG.....	99
27.2	SCHMERZVERTEILUNG IM VERGLEICH DER GRUPPEN .....	99
27.3	SCHIENENTHERAPIE UND KIEFERORTHOPÄDIE .....	101
27.4	CMD UND STATIK.....	101
<b>28.</b>	<b>CMD UND UNFÄLLE.....</b>	<b>102</b>
28.1	BIOMECHANISCHE BELASTUNGEN WÄHREND EINES UNFALLS .....	103
28.2	NEUROANATOMIE DER KAU- UND HALSMUSKULATUR .....	104
<b>29.</b>	<b>PHYSIO- UND MANUELLE THERAPIE BEI CMD.....</b>	<b>106</b>
29.1	PHYSIO- UND MANUELLE THERAPIE BEI CMD – THERAPIEAUSWAHL .....	106
29.2	PHYSIO- BZW. MANUELLE THERAPIE – THERAPIEERFOLGE .....	107
29.3	P-PRAXIS (N = 807) – VERGLEICH VOR ERSTEM UND NACH LETZTEM TERMIN.....	108
29.3.1	<i>Veränderungen in der Durchschnittsberechnung (n = 807).....</i>	<i>108</i>
29.3.2	<i>Darstellung als Mediane (n = 807).....</i>	<i>109</i>
29.4	P-PRAXIS > 5 (N = 319) – INNERHALB EINES TERMINS VOR UND NACH THERAPIE.....	109
29.4.1	<i>Veränderungen in der Durchschnittsberechnung (n = 319).....</i>	<i>109</i>
29.4.2	<i>Darstellung als Mediane (n = 319).....</i>	<i>110</i>
29.5	VERÄNDERUNG DURCH THERAPIE BEI KONTROLLGRUPPE K-KITZ.....	110
29.6	VERÄNDERUNG DURCH BELASTUNG BEI KONTROLLGRUPPE K-FFM .....	111
<b>30.</b>	<b>STUDIEN TEIL 2: SCHMERZERFASSUNG IM SL-NRS UND IM EMG.....</b>	<b>111</b>
<b>31.</b>	<b>STUDIEN TEIL 3 – EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD .....</b>	<b>112</b>
<b>32.</b>	<b>STUDIEN TEIL 4: WIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE AUF CMD.....</b>	<b>113</b>
<b>33.</b>	<b>STUDIEN TEIL 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE.....</b>	<b>115</b>
33.1	STATISCHER VERGLEICH SITZEND – STEHEND – P1.....	115
33.2	DYNAMISCHER VERGLEICH – P1 – 14./18. WOCHEN.....	116
33.3	DYNAMISCHER VERGLEICH – P2 .....	116
33.4	DYNAMISCHER VERGLEICH – P3 .....	117
33.5	STATISCHER VERGLEICH – KONTROLLPERSON (K) .....	117
<b>VI.</b>	<b>FAZIT.....</b>	<b>118</b>
<b>34.</b>	<b>IST PHYSIO-/MANUELLE THERAPIE SINNVOLL BEI CMD-PATIENTEN?.....</b>	<b>118</b>
<b>35.</b>	<b>IST SCHMERZ IM EMG MESSBAR? .....</b>	<b>118</b>
35.1	IST SCHMERZ IM RUHE-EMG MESSBAR? .....	118
35.2	IST SCHMERZ IM BELASTUNGS-EMG MESSBAR? .....	119
<b>36.</b>	<b>WIRKUNG VON PHYSIO-/MANUELLER THERAPIE IM EMG .....</b>	<b>119</b>
<b>37.</b>	<b>AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD .....</b>	<b>120</b>
<b>38.</b>	<b>EMG ZUR BEGUTACHTUNG NACH MKG-CHIRURGIE .....</b>	<b>120</b>
<b>VII.</b>	<b>AUSBLICK .....</b>	<b>121</b>
<b>39.</b>	<b>PHYSIOTHERAPEUTISCHER BEFUND/DIAGNOSTIK.....</b>	<b>121</b>
<b>40.</b>	<b>PHYSIO-/MANUALTHERAPEUTEN.....</b>	<b>122</b>

---

41. KIEFERORTHOPÄDIE .....	123
<b>VIII LITERATUR- UND WEITERE VERZEICHNISSE .....</b>	<b>124</b>
42. LITERATURVERZEICHNIS:.....	124
43. BILDVERZEICHNIS.....	141
44. TABELLENZEICHNIS.....	147
45. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	151
46. SCHLAGWÖRTER.....	153
46. KEYWORDS:.....	153
<b>IX. EIGENE PUBLIKATIONEN .....</b>	<b>154</b>
<b>X. DANKSAGUNG .....</b>	<b>156</b>
<b>XI. LEBENS LAUF .....</b>	<b>157</b>

## I. ZUSAMMENFASSUNG

Grundlage vieler Kraniomandibulärer Dysfunktionen (CMD) und den aus ihnen resultierenden Beschwerden sind biomechanische oder muskuläre Funktionsstörungen, die ihre Auslöser nicht nur im Kausystem haben müssen. Wenn eine Zahnärztin/Ärztin oder ein Zahnarzt/Arzt solche Auslöser festgestellt hat, sollte auch eine Verordnung für Physio-/manuelle Therapie ausgestellt werden. Um deren „Wirtschaftlichkeit“ bei CMD-Patienten beurteilen zu können, sollten die Therapiemittel – Physio-/manuelle Therapie – und deren Wirksamkeit bekannt sein.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu prüfen, ob eine Kombination von Physio- und manueller Therapie ein „evidenzbasiertes“ und „wirtschaftliches“ Mittel zur Therapie von Beschwerden im Kopf-/Kiefergelenkbereich ist. Die anhand von Studien und Fachliteratur ausgewählten Heilmittel wurden dem durch GKV-Verträge vorgegebenen therapeutischen und zeitlichen Rahmen von 15-20 Min. je Heilmittel angepasst.

Zwei Pilotstudien gingen dieser Dissertation vorbereitend voraus. Ziel der ersten Pilotstudie<sup>[176]</sup> war es, zu klären, ob auslösende Faktoren für eine CMD anhand eines modifizierten Schmerzfragebogens mit Schmerzlokalisierungszonen und Numerischer Ratingskala (SL-NRS) zu erkennen sind, und ob zwischen Haupt- und Nebenbeschwerden unterschieden werden kann. Anhand von Schmerzskalen wurde bei 103 Patienten mit CMD das allgemeine Schmerzempfinden sowie Schmerzen in 12 Körperregionen mittels numerischer Ratingskalen erfragt. Die Ergebnisse der Studie zeigen höchst signifikant ( $p < 0,001$ ), dass Schmerz nicht homogen wahrgenommen wird und Patienten den Primärschmerz spezifischen Körperregionen zuordnen konnten.

Eine zweite dieser Arbeit vorgeschaltete Pilotstudie<sup>[177]</sup> sollte klären, ob sich Fernwirkungen von Blockaden eines oder beider Sacroiliacalgelenke (SIG) auf Strukturen des stomatognathen Systems sowohl in der subjektiven Schmerzangabe des Patienten als auch in der Elektromyographie (EMG) finden und darstellen lassen. Bei zwei Gruppen (kumuliert  $n = 20$ ) – einer mit und einer ohne Beschwerden aus der Statik – wurden jeweils zwei Messungen der Kaumuskulatur mittels Oberflächen-EMG vorgenommen und statistisch ausgewertet. Die Untersuchungen zeigten, dass Beschwerden im SIG Auswirkungen auf die Muskelspannung des Kausystems haben können und sich im EMG darstellen lassen.

Beim ersten Teil dieser Dissertation wurde mit diesem Schmerzbogen (SL-NRS) bei 807 Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis (P-Praxis) sowie einer Kontrollgruppe (K-Kitz,  $n = 20$ ) für den Untersucher verblindet überprüft, ob und inwieweit Physio-/manuelle Therapie das subjektive Schmerzempfinden verändert. Zusätzlich wurden

drei Klinikgruppen von kieferorthopädischen Abteilungen der Bernhard-Gottlieb Universitätszahnklinik in Wien, der Universität des Saarlandes und der Goethe Universität in Frankfurt (kumuliert  $n = 430$ ) für den Untersucher verblindet evaluiert. Hierbei interessierte insbesondere die Schmerzverteilung, die Alters- und Geschlechterverteilung.

Zusätzlich wurde untersucht, ob sich Schmerz mit EMG in Ruhe (Teil 2,  $n = 38$ ) und in einem folgenden Studienabschnitt unter Belastung (Teil 5,  $n = 4$ ) messen lässt. Des Weiteren sollten Auswirkungen der Statik (Teil 3,  $n = 70$ ) auf CMD im Ruhe-EMG im Vergleich vom Sitzen zum Stehen geprüft werden. Im vierten Teil dieser Arbeit wurde anhand von drei Gruppen, zwei CMD-Patientengruppen mit und ohne Statikproblemen und einer Kontrollgruppe ohne CMD-Angabe (Teil 4,  $n = 90$ ) im Ruhe-EMG überprüft, inwieweit sich Physio- und manuelle Therapie auf das EMG der CMD-Patienten auswirken.

**Studienteil 1:** Patienten der Gruppe P-Praxis mit dem Durchschnittsalter von 43 Jahren ( $n = 807$ ) zeigten vom ersten Termin im Vergleich zum allerletzten Behandlungstermin einer Behandlungsserie zu 65,8 % eine Verbesserung in der Schmerzangabe. Um zu erfahren, ob CMD-Schmerzpatienten mit Schmerzangabe  $\geq 5$  eine vergleichbare Veränderung durch Physiotherapie erfahren, wurden diese Patienten aus der Gruppe P-Praxis ( $n = 807$ ) isoliert betrachtet. Diese Gruppe P-Praxis  $\geq 5$  ( $n = 319$ ) gaben im Vergleich vor und nach einer Therapieeinheit zu 85,58 % eine Besserung an. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Studien.

Der Median der allgemeinen Schmerzangabe im SL-NRS der Gruppe P-Praxis ( $n = 807$ ) zeigte im Vergleich vor Beginn einer Behandlungsserie und nach Therapieabschluss eine Verbesserung von 2 Punkten. Im Median im Bereich Kopf/Kiefer rechts zeigte sich eine Verminderung um 2 Punkte und links eine Verminderung um 1 Punkt (von 1 auf 0). Das Ergebnis im Bereich der HWS rechts und links zeigte eine Verbesserung um 1 Punkt ( $p \leq 0,001$ ).

Noch deutlicher zeigte sich das positive Ergebnis von Physio- und manueller Therapie bei der Gruppe P-Praxis  $\geq 5$  ( $n = 319$ , Patienten mit Schmerzangabe  $\geq 5$ ) in der Auswertung der Mediane. Im Median der allgemeinen Schmerzangabe konnte nach einer Therapieeinheit eine Verbesserung von 2 Punkten erreicht werden. Als weitere Werte zeigte sich im Median im Kopf-/Kieferbereich beidseits bei einer Veränderung von 5 auf 2 eine noch deutlichere Verbesserung von 3 Punkten im SL-NRS gegenüber der Gesamtgruppe P-Praxis ( $n = 807$ ). Dasselbe Ergebnis zeigte sich bei der HWS beidseits – ebenso mit einer Veränderung von 5 auf 2 ( $p \leq 0,001$ ).

Patienten der Universitätskliniken von Wien und Homburg/Saar, die CMD weder als Ein- noch als Ausschlusskriterium hatten, waren mit ca. 19 Jahren deutlich jünger als das Durchschnittsalter für CMD von Mitte 30 bis Mitte 40. Dies erklärt sich jedoch daraus, dass die Kosten für Kieferorthopädie in Deutschland nur bis zum vollendeten 18. (Österreich: 19.) Lebensjahr von den GKV übernommen werden. Bezogen auf die gemachten Schmerzangaben waren die Studienteilnehmer in Wien zu 80 % und in Homburg/Saar zu 77 % schmerzfrei. Die Kontrollgruppe K-Kitz lag mit dem Altersdurchschnitt von 48 Jahren deutlich über dem der Klinikgruppen, mit ca. 75 % ohne Schmerzangabe in einem mit den Klinikgruppen vergleichbaren niedrigen Bereich.

**Studienteil 2:** Die Daten der Gruppe P-Praxis (+EMG) (n = 38) und der Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20) waren nicht normalverteilt. Die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Variablen wurde durch Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearmans Rho gemessen. Die Ergebnisse zeigten, dass bei beiden Gruppen entweder keine oder allenfalls nur eine mäßige Korrelation zwischen den Schmerzskalen und den EMG-Ergebnissen bei Basismessung in Ruhe bestand.

**Studienteil 3:** Bei Patienten mit Schmerzen aus der Statik/SIG-Beschwerden und CMD (Gruppe P-mSP, n = 35) zeigte sich beim Wechsel von der EMG-Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen eine deutliche Veränderung in der Differenz der Mittelwerte von 20,96 % bis 147,43 % und in der Differenz der Mediane im Sitzen gegenüber Stehen von 17,33 % bis 126,13 %. Dies zeigt, dass Beschwerden aus der Statik einen messbaren Einfluss auf die Kaumuskulatur haben.

Bei allen Patienten ohne Beschwerdeangabe aus der Statik, jedoch mit CMD (P-oSP, n = 35) zeigten sich beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen geringere Veränderungen. Die Differenz der Mittelwerte bewegte sich zwischen 2,96 % und 55,27 % und die Differenz der Mediane von -18,34 % bis 13,56 %.

**Studienteil 4:** Die Ergebnisse zeigten bei allen Patienten der Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung deutliche Verminderungen der Spannung vor gegenüber nach Therapie von -22,57 % bis -84,79 % (Mittelwerte) bzw. von -33,52 % bis -85,58 % (Mediane). Der P-Wert zeigte außer bei der Seated Baseline Messung der Mm. cervicales ( $p = 0,001$ ) mit  $p \leq 0,001$  die höchsten Signifikanzwerte. Auch bei der Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik) fanden sich nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung deutliche Verminderungen der Spannung in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -19,73 % bis -86,84 % (Mittelwerte) bzw. von -12,28 % bis -91,83 % (Mediane). Der P-Wert zeigte außer bei der Seated ( $p = 0,030$ ) und

Standing Baseline Messung ( $p = 0,021$ ) der Mm. cervicales mit  $p \leq 0,001$  ebenfalls die höchsten Signifikanzwerte.

Auch bei der eigentlich „beschwerdefreien“ Kontrollgruppe K-Kitz zeigte sich die spannungsvermindernde Wirkung der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung im Vergleich von vor gegenüber nach Therapie von -27,65 % bis -70,43 % (Mittelwerte) bzw. von -21,79 % bis -91,55 % (Mediane,  $p \leq 0,001$ ).

**Studienteil 5:** Bei der beschwerdefreien Kontrollperson (K) wurde bei Belastung (Zubeißen) Spannung in der Muskulatur aufgebaut. Bei Patienten mit funktionell instabilen Strukturen oder mit Schmerzen, die durch Belastung entstehen, kam es bei Belastung zu einer muskulären Hemmung und somit zu deutlich reduzierter Spannung im EMG.

**Fazit:** Bei CMD-Patienten konnten durch Physiotherapie/manuelle Therapie innerhalb der in den Heilmittelrichtlinien festgelegten zeitlichen Vorgaben von 15-20 Min. je Heilmittel gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Besonders bei CMD-Schmerzpatienten ( $n = 319$ ) ist Physio-/manuelle Therapie hochwirksam, wirtschaftlich und sinnvoll. Zusammenhänge von Statik und CMD sind sowohl in den Schmerzangaben der Patienten (SL-NRS) und im EMG nachweisbar. Trotz Fokussierung der Therapie auf den Kopf-/Kieferbereich konnten im HWS-Bereich Verbesserungen von bis zu 3 Punkten im Median des subjektiven Schmerzempfindens der Patienten erreicht werden. SL-NRS und EMG sollten zur therapeutischen Verlaufskontrolle aufgrund ihrer unterschiedlichen Visualisierungs-, Objektivierungs- und Dokumentationsmöglichkeiten fester Bestandteil bei der Begutachtung von CMD- und MKG-chirurgischen Patienten sein.

## I. ABSTRACT

Basis for many temporomandibular dysfunctions (TMD/CMD) and the ailment resulting from them are biomechanical or muscular dysfunctions which do not only have to have their triggers in the chewing system. If a dentist/physician has diagnosed such triggers, a prescription for physical/manual therapy should also be issued. In order to be able to assess their “economic feasibility“ with TMD/CMD patients, the therapeutic means (physical/manual therapy) and their effectiveness should be known.

Objective of the present dissertation is to verify if a combination of physiotherapy and manual therapy is an “evidence-based“ and therefore “economic“ mean to treat disorders in the head and jaw area. The prescriptions chosen on the basis of studies and specialist literature were adapted to the therapeutic scope and time frame of 15-20 min. per prescription specified by German statutory health insurance contracts.

Two preparatory pilot studies preceded this dissertation. Objective of the first pilot study <sup>[176]</sup> was to clarify if factors triggering off a temporomandibular dysfunction (TMD/CMD) can be identified by a modified pain questionnaire with pain localisation areas and numeric rating scale (SL-NRS), and if main and side disorders can be differentiated. By means of pain scales 103 patients with temporomandibular dysfunction (TMD/CMD) were asked for the general sensation of pain as well as for pain in 12 body areas by numeric rating scales. The results of the study indicate significantly ( $p < 0.001$ ) that pain is not perceived homogeneously and that patients were able to allocate the primary pain to specific body areas.

Objective of a second pilot study <sup>[177]</sup> which preceded this dissertation was to clarify if long-range effects of blockades of one or both sacroiliacal joints (SIJ) on structures of the stomathognathic system can be located and demonstrated in the subjective pain indication of the patient as well as in the electromyography (EMG). With two groups ( $n = 20$ ) – one group with and one group without SIJ-disorders – two measurements each of the mastication muscles were carried out by surface electromyography and statistically analysed. The analyses showed that disorders in the sacroiliacal joint (SIJ) can have effects on the muscular tension of the chewing system and can be demonstrated in the electromyography (EMG).

In the first part of this dissertation, it was verified with this pain questionnaire (SL-NRS) with 807 patients (“P-Praxis“) of a physical therapy practice specialised in treatment of temporomandibular dysfunction (TMD/CMD) as well as a control group (“K-Kitz“,  $n = 20$ ) blinded for the examiner if and to which extent physical/manual therapy can change the

subjective sensation of pain. In addition, three clinical groups of orthodontics departments of the “Bernhard-Gottlieb Universitätszahnklinik” in Vienna, of the “Universität des Saarlandes” and the “Goethe Universität” in Frankfurt (total  $n = 430$ ) were evaluated blinded for the examiner. In this connection, the pain allocation, the age allocation and the gender allocation was of special interest.

Moreover, it was analysed if pain can be measured with electromyography (EMG) at rest (seated and standing baseline, part 2,  $n = 38$ ) and in a subsequent study phase on exertion (part 5,  $n = 4$ ). Furthermore, effects of statics (part 3,  $n = 70$ ) on temporomandibular dysfunction (TMD/CMD) were to be analysed in seated vs. standing baseline. In the fourth part of this dissertation it was examined on the basis of three groups, two TMD patient groups with and without statical problems and one control group without TMD indication (study part 4,  $n = 90$ ) to which extent physical and manual therapy can have an effect on the electromyography at rest (seated and standing baseline) of TMD patients.

**Study part 1:** Patients of “P-Praxis” with an average age of 43 years ( $n = 807$ ) had an improvement of 65.8% in the pain indication from the first treatment date compared to the final treatment date of a treatment series. In order to find out if TMD pain patients with pain indication  $\geq 5$  experience a comparable change through physiotherapy, these patients from the “P-Praxis” group ( $n = 807$ ) were observed separately. 85.58% of this “P-Praxis group  $\geq 5$ ” ( $n = 319$ ) indicated an improvement in comparison with the time before and after a therapy unit. This is also congruent with the results of other studies.

The median of the general pain indication in the SL-NRS of the “P-Praxis” group ( $n = 807$ ) showed an improvement of 2 points when comparing the time before the beginning of the treatment series and after the therapy’s end. In the median in the head and jaw area on the right a decrease by 2 points and on the left a decrease by 1 point (from 1 to 0) showed. The result in the cervical spine area on the right and on the left shows an improvement by 1 point ( $p \leq 0.001$ ).

The positive effect of the physiotherapy and manual therapy with the “P-Praxis group  $\geq 5$ ” ( $n = 319$ , patients with pain indication  $\geq 5$ ) shows even more clearly when evaluating the medians. After one therapy unit, an improvement of 2 points could be realised in the median of the general pain indication. As additional values the median in the head and jaw area on both sides shows an even more clear improvement of 3 points in the SL-NRS compared to the total “P-Praxis” group ( $n = 807$ ) when changing from 5 to 2. The same result shows for the cervical spine area – also with a change from 5 to 2 ( $p \leq 0.001$ ).

With an age of approx. 19 years patients of the university hospitals of Vienna and Homburg/Saar, which neither had TMD as inclusion criterion nor exclusion criterion, were considerably younger than the average age for TMD from the middle thirties until the middle forties. However, this can be explained by the fact that in Germany the costs for orthodontics are only borne by the German statutory health insurance until completion of age 18 (Austria: age 19). In relation to the pain indications, the study participants in Vienna were free of pain at a percentage of 80% and in Homburg/Saar at a percentage of 77%. With an average age of 48 years the control group "K-Kitz" lies considerably above the average age of the clinical groups, with approx. 75% without pain indication in a low area comparable to the clinical groups.

**Study part 2:** The data of the "P-Praxis group (+ EMG)" (n = 38) and of the control group "K-Kitz" (n = 20) were not normally distributed. The intensity of the correlation between the variables was measured by ranking correlation coefficients based on Spearman's Rho. The results show that in both groups either no or at most only a moderate correlation between the pain scales and the EMG results existed when taking basic measurements at rest.

**Study part 3:** With patients with pains from statics/SIJ disorders and TMD (group "P-mSP", n = 35) when changing from the seated baseline (EMG at rest) to the standing baseline a considerable change shows in the difference of the arithmetic means from 20.96% to 147.43% and in the difference of the medians from seated compared to standing baseline from 17.33 % to 126.13 %. This demonstrates that disorders from statics have a measurable effect on the jaw muscles.

With all patients without disorder indication from statics, but with TMD ("P-oSP", n = 35), more minor variances show when changing from the seated to standing baseline (EMG at rest). The difference of the arithmetic means amounts from 2.96% to 55.27% and the difference of the medians amounts from -18.34% to 13.56%.

**Study part 4:** The results show that after the physiotherapeutic or manual-therapeutic basic treatment all patients of the "P-mSP" group (with TMD and disorders from statics) experience considerable decreases in tension from -22.57% to -84.79% (arithmetic means) or from -33.52% to -85.58% (medians) compared to the tension before and after therapy. Besides the seated baseline of the Mm. cervicales (p = 0.001) the p-value shows with  $p \leq 0.001$  the highest significance values. With the "P-oSP" group (with TMD, but without additional disorders from statics) considerable decreases in tension after the physiotherapeutic or manual-therapeutic basic treatment can also be found, in the difference from -19.73 % to -86.84 % (arithmetic means) or from -12.28 % to -91.83 % (medians) compared to the tension before and after therapy. Besides the seated (p = 0.030) and the

standing baseline ( $p = 0.021$ ) of the Mm. cervicales the p-value also shows with  $p \leq 0.001$  the highest significance values.

With the actually “disorder-free” control group “K-Kitz” the tension-reducing effect of the physiotherapeutic or manual-therapeutic basic treatment compared to the tension before and after therapy from -27.65% to -70.43% (arithmetic means) or from -21.79% to -91.55% (medians,  $p \leq 0.001$ ) also shows.

**Study part 5:** With the disorder-free control person (K) tension in the muscles is growing up while stressing (functional and controlled clench). With patients with functional instable structures or with pains which emerge from stressing, a muscular obstruction and consequently a considerably reduced tension in the EMG evolves when stressing.

**Conclusion:** With TMD patients good to very good results were able to be achieved by physiotherapy / manual therapy within the time guidelines (German statutory health insurances) of 15-20 min. per prescription defined in the German therapy directives (“Heilmittelrichtlinien”). With TMD pain patients ( $n = 319$ ), in particular, physiotherapy/ manual therapy is highly effective, economic and useful. Correlations between statics and TMD are detectable in the pain indications of the patients (SL-NRS) as well as in the EMG. In spite of focussing the therapy on the head and jaw area, improvements in the cervical spine area of up to 3 points in the median of the subjective sensation of pain of the patients were able to be achieved. For the therapeutic monitoring SL-NRS and EMG should be an inherent part during the examination of TMD and OMS patients due to their diverse options for visualisation, objectification and documentation.

## II. EINLEITUNG

### 1. KRANIOMANDIBULÄRE DYSFUNKTIONEN (CMD)

Die im deutschsprachigen am weitesten verbreitete Definition für Beschwerden im Kopf-/Kieferbereich ist Kraniomandibuläre Dysfunktion oder Craniomandibular Disorders (CMD). Der Begriff wurde von der Gruppe um Mc Neill (USA) 1980<sup>[122]</sup> und 1983<sup>[145,80,81]</sup> eingeführt. In den englischsprachigen Ländern ist Temporomandibular Disorders<sup>[144,150,184]</sup> (TMD) der häufiger genutzte Begriff. CMD oder TMD beschreibt im eigentlichen Wortsinn eine nicht optimale Funktion der Gelenkpartner Cranium – Os temporale – und der Mandibula.

Die Diskussion, ob und wann Physiotherapie bei CMD sinnvoll eingesetzt werden kann, entspringt dem unterschiedlichen Verständnis, was unter CMD zu subsumieren ist. Aus zahnärztlicher Sicht sieht De Leeuw<sup>[40]</sup> CMD als einen Sammelbegriff, der eine Reihe klinischer Symptome umfasst, die von den Kaumuskeln, den Kiefergelenken und assoziierten Strukturen ausgehen. In einigen Studien werden Probleme mit der Okklusion, unzureichende (falsche) Vertikaldimensionen, kondyläre Fehlstellungen, Zwangsbisslage, okklusale Disharmonie und/oder neuromuskuläre Dysbalance für CMD-Beschwerden verantwortlich gemacht<sup>[200,173,111]</sup>. Auch Bruxismus<sup>[111]</sup> und Schnarchen wird zum Teil unter CMD eingeordnet. Humanmediziner diagnostizieren CMD-Beschwerden meist als Costen-Syndrom. Costen<sup>[34]</sup> beschrieb Beschwerden wie neuralgische Schmerzen im Ohr- und Schädelbereich, Zungenbrennen, Schwindel, auch in Verbindung mit Tinnitus und Hörminderung, vergleichbar einer CMD.

### 2. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN CRANIUM UND HWS

Komplizierter wird es, wenn nun noch die Beteiligung der Statik des gesamten Bewegungssystems diskutiert wird. Hinweise auf eine mögliche Beteiligung der Statik bzw. der Beeinflussung von CMD durch die Statik, ist in den meisten zahnärztlichen Studien über CMD nicht zu finden.

Daher ist es für viele Zahnmediziner nicht einfach zu verstehen, wenn Kopp<sup>[107]</sup> beschreibt, dass bei CMD-Patienten „Engegefühl beim Atmen bzw. Stechen in der Brust und viele andere – für den Nichterfahrenen – bizarre Symptome“ auftreten können. Ebenso wird es schwierig zu verstehen sein, dass Zahnschmerzen möglicherweise aufgrund einer biomechanischen Belastung aus der Statik entstehen können.

Studien von Kopp et al.<sup>[106,107,108]</sup>, Fink<sup>[56]</sup>, Hülse und Losert-Bruggner<sup>[86]</sup> sowie Hülse und Neuhuber<sup>[87]</sup> zeigen, dass es bei Patienten nach einer HWS-Distorsion zu Beschwerden der

HWS aufgrund muskuloskelettaler und neurobiologischer Ursachen kommen kann. Diese muskuloskelettalen und neurobiologischen Einflüsse können CMD auslösen bzw. beeinflussen. Die Autoren erklären dies mit der Verknüpfung zwischen Cranium und HWS, die nicht nur auf der muskuloskelettalen, sondern auch auf der neuronalen Ebene stattfindet. Als Beispiel hierfür findet sich die aus der Neuroanatomie bekannte Verschaltung des 1., 2. und 3. Spinalnervs mit Anteilen des N. trigeminus im Trigeminskern<sup>[137]</sup>.

### 3. WEITERE URSACHEN FÜR CMD

Als ein weiterer akzeptierter Indikator für eine CMD gilt Schmerz. Hierzu geben die European Academy of Craniomandibular Disorders (EACD) und De Boever et al.<sup>[38]</sup> Hinweise. Die EACD versucht CMD mittels vier positiv zu beantwortender Fragen einzugrenzen:

1.	Schmerzen 1x pro Woche oder mehr, bei der Mundöffnung oder beim Kauen
2.	Schmerzen im Bereich der Schläfen, des Gesichts, der Kiefergelenke, im Ober- und/oder Unterkiefer
3.	Blockierung der Mundöffnung in der letzten Zeit (im Kiefergelenk)
4.	Kopfschmerzen 1x pro Woche oder mehr

Tab. 01: Diagnosekriterien der European Academy of Craniomandibular Disorders für CMD

Schmerz mit Ursache im Kausystem ist demnach ein guter Indikator für eine CMD. Diese Beschwerden/Schmerzen zeigen sich z.B. durch Knack- und/oder Reibegeräusche bei der Mundöffnung und können leicht durch Tests einer manuellen Funktionsanalyse befundet werden, wie z.B. schmerzhafte oder schmerzlose partielle oder totale anteriore Diskusverlagerung(en) und/oder arthrotische Veränderungen der Gelenkpartner. Funktionsstörungen können auch aufgrund muskulärer Fehlbeanspruchung des Kauapparates auftreten. Diese können sich dann z.B. als Ohren-, Zahn-, Kiefer- oder Kopf-/Gesichtsschmerzen als „übertragener Schmerz“ aus Muskeltriggerpunkten zeigen<sup>[23,179,180]</sup>.

Die meisten Funktionsstörungen des Kausystems sind für Zahnärzte durch eine manuelle oder strukturelle Funktionsanalyse gut zu diagnostizieren und mit physiotherapeutischen Techniken, z.B. begleitend zu einer auf den Patienten abgestimmten Schienentherapie und/oder einer gezielten Kieferorthopädie, sehr gut behandelbar. Nicht vergessen werden sollte, dass Patienten auch prä- und postoperativ, d.h. vor und nach zahnärztlichen und MKG-chirurgischen Eingriffen physiotherapeutisch versorgt werden können und müssten<sup>[180]</sup>.

Ursachen für Beschwerden können auch außerhalb des Kauapparates liegen. Ein Beispiel hierfür können aufsteigende Schmerzen und Funktionsstörungen aus der Halswirbelsäule (C1-C4)<sup>[138]</sup> und/oder Rotationsfehlstellungen des ersten Halswirbels (Atlas)<sup>[87]</sup> sowie

Veränderungen in der Patientenstatik wie z.B. Skoliosen, Beinlängendifferenzen oder Blockierungen der Sacroiliacalgelenke sein<sup>[177,179,180,56]</sup>.

## 4. ANATOMIE DER KIEFERGELENKE

Basis für das Verständnis von CMD und von Untersuchungstechniken der manuellen Funktions-/Strukturanalyse ist die Anatomie des stomatognathen Systems<sup>[155,167,88,166]</sup>.

### 4.1 Rahmengebende knöcherne Strukturen des Kiefergelenks

Zu den rahmengebenden knöchernen Strukturen des Kiefergelenks zählen

- die Fossa mandibularis des Os temporale (palpierbar), die nach ventral in das Tuberculum articulare übergeht und
- das Caput mandibulae des Processus condylaris (palpierbar) des aufsteigenden Astes des Unterkiefers<sup>[155,180]</sup>.

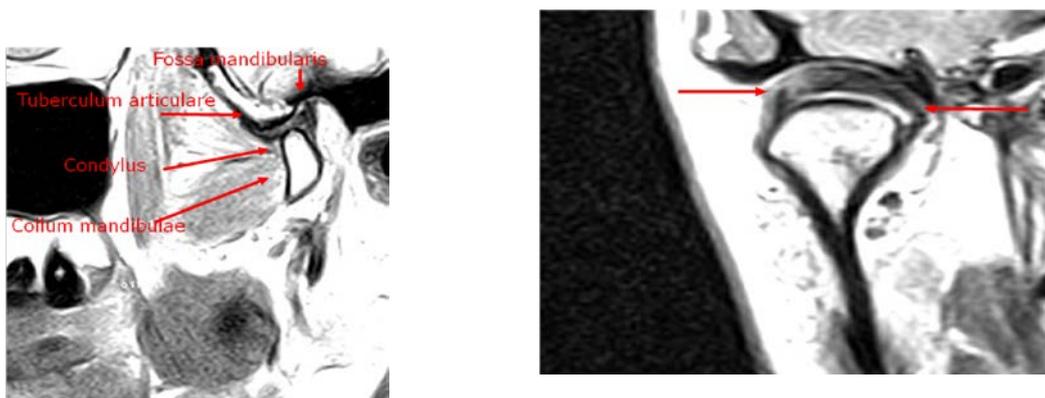


Abb. 01 (a + b): Discocondylärer Komplex, MRT im sagittalen a) und im koronaren b) Schnitt

### 4.2 Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel ist an der Schädelbasis und am Unterkiefer im Bereich des Caput mandibulae befestigt, umschließt das Kiefergelenk und ist mit dem Discus articularis fest verbunden. Sie bildet mit ihm eine funktionelle Einheit und unterteilt das Kiefergelenk in eine obere und eine untere Kammer. Von ventral tritt der obere Bauch des M. pterygoideus lateralis in die Gelenkkapsel ein. Die Faserbündel des unteren Kopfes inserieren ebenfalls im discokapsulären System<sup>[155,180]</sup>.

### 4.3 Discus articularis

Der Discus articularis besteht aus Faserknorpel. Er wird entsprechend seiner Morphologie unterteilt in eine Pars anterior, medialis und posterior. Die Pars medialis ist etwas schmaler.

Bei kiefergelenksgesunden Patienten liegt die Pars medialis dem Caput mandibulae auf, setzt am lateralen und medialen Köpfchen des Caput mandibulae an und ist mit der Gelenkkapsel fest verbunden. Durch die Verbindung zum Caput mandibulae führt der Discus articularis immer eine Relativbewegung zum Kondylus durch. Er ist nach ventral und dorsal mit Bändern befestigt. Die dorsalen Bänder ergeben die bilaminäre Zone<sup>[155,180]</sup>.

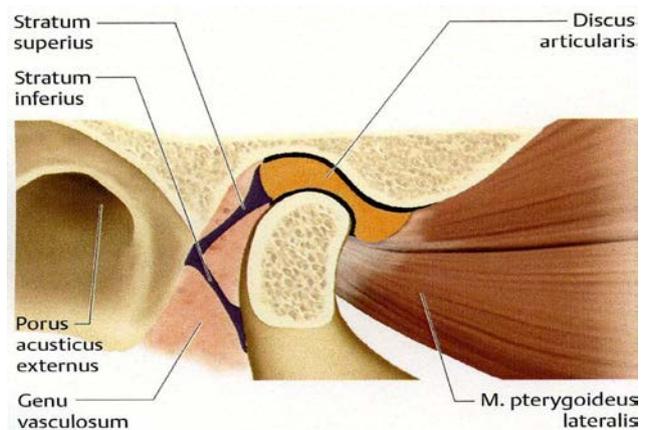


Abb. 02: Discocondylärer Komplex im Schnitt

### 4.4 Bilaminäre Zone und Genu vasculosum

Die bilaminäre Zone bildet die dorsale Anheftung des Discus articularis an der Schädelbasis sowie am Unterkiefer. Sie besteht aus dem Stratum superius, das überwiegend aus elastischen Fasern besteht und in die Fissura petrotympanica mündet, sowie dem Stratum inferius, das überwiegend aus kollagenen Fasern besteht und am dorsalen Bereich des Collum mandibulae angeheftet ist.

Zwischen den beiden Bändern der bilaminären Zone befindet sich das Genu vasculosum. Es handelt sich hierbei um ein aus Fettgewebe aufgebautes Polster, das mit einer großen Anzahl von Nervenendigungen und einem Venenplexus durchsetzt ist<sup>[155,180]</sup>.

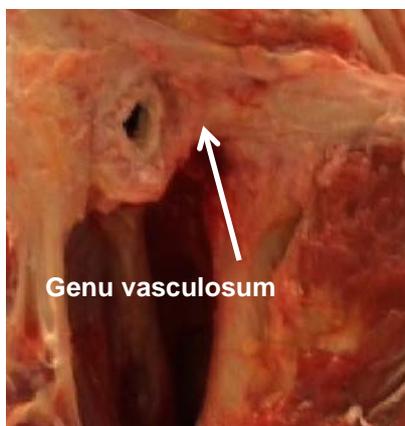


Abb. 03: Mundöffnung, entlastet die bilaminäre Zone/das Genu vasculosum

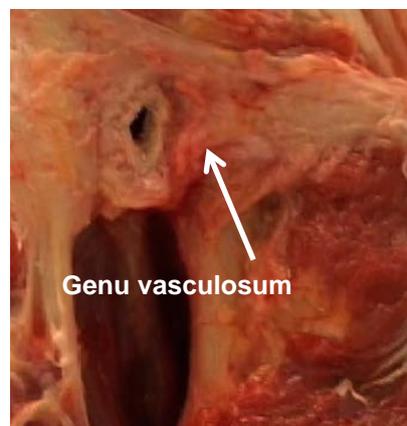


Abb. 04: Mundschluss, komprimiert die bilaminäre Zone/das Genu vasculosum

## 4.5 Bandapparat

Die Kiefergelenke werden im Wesentlichen durch drei Bänder gesichert. Das stärkste Band, das Lig. laterale, verläuft parallel zur Kapsel, liegt ihr zum Teil an und ist dort mit ihr verbunden. Zusätzlich wird das Kiefergelenk durch das Lig. stylomandibulare und das Lig. sphenomandibulare gesichert<sup>[155,180]</sup>.

## 4.6 Biomechanik des Articulatio temporomandibularis

Die Kiefergelenke ermöglichen Bewegungen um alle drei Achsen im Raum (vertikal, transversal und sagittal). Die Bewegungen des Unterkiefers sind nie rein translatorisch, aber auch nie rein rotatorisch.

Bei der Mundöffnung wird die Bewegung wie bei einem Scharnier um eine transversale, durch beide Kondylen verlaufende Achse ausgeführt. Hierbei findet die Gleitbewegung in sagittaler Richtung nach vorne unten statt und beim Mundschluss nach hinten oben.

### Die Hauptbewegungen des Unterkiefers sind:

1. Abduktion und Adduktion (Mundöffnung und -schluss)
2. Protrusion und Retrusion (translatorisches Vorschieben/Rückführen des Unterkiefers)
3. Laterotrusion und Mediotrusion (Seitwärtsbewegung des Kiefers von der Medianebene weg bzw. zur Medianebene hin)

### Die Mundöffnung verläuft in drei Phasen:

- a. Drehphase 1 (initiale Rotation),  
übergehend in
- b. Gleiten (translatorisches Vorschieben  
des Unterkiefers)
- c. Drehphase 2 (Rotation bis zur Mitte der  
Eminentia zur endgültigen Mundöffnung)<sup>[155,180]</sup>

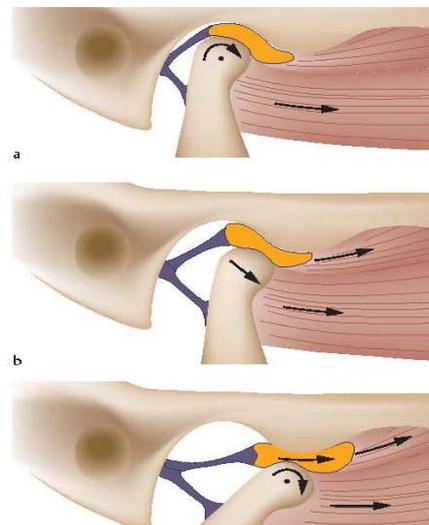


Abb. 05 a-c: Biomechanik des Kiefergelenks

Man unterscheidet im Wesentlichen zwischen Mundöffnungs- und Mundschließbewegung und den beim Kauen notwendigen Mahlbewegungen<sup>[155,180]</sup>.

#### 4.7 M. masseter

Der M. masseter teilt sich in einen oberflächlichen (Pars superficialis) und einen tiefen Anteil (Pars profunda). Er hat seinen Ursprung am Arcus zygomaticus und zieht flächig zur Tuberositas masseterica am Angulus mandibulae. Er bildet zusammen mit dem M. pterygoideus medialis eine Muskelschlinge am Angulus mandibulae. Diese beiden Muskeln sind an ca. 55 % der Adduktion des Kiefers, also der Mundschließung, beteiligt<sup>[155,180]</sup>.

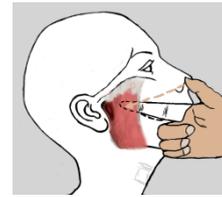


Abb. 06:  
M. masseter

#### 4.8 M. pterygoideus medialis

Der M. pterygoideus medialis entspringt aus der Fossa pterygoidea und zieht nahezu parallel mit dem auf der Kiefergelenkkaufenseite liegenden M. masseter zum Angulus mandibulae. Hier setzt er an der Tuberositas pterygoidea an<sup>[155,180]</sup> und bildet mit dem M. masseter die die Masseter-Pterygoid-Schlinge.

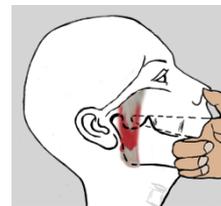


Abb. 07:  
M. pterygoideus  
medialis

#### 4.9 M. pterygoideus lateralis

Der M. pterygoideus lateralis hat seinen Ursprung am Caput medialis der Christa infratemporalis ossis sphenoidalis, mit seinem Caput lateralis an der Lamina lateralis des Processus pterygoideus. Er setzt mit seinem Caput medialis am Discus articularis an, zieht ihn nach ventral und leitet die Kieferöffnung ein. Mit seinem Caput lateralis setzt er am Processus condylaris mandibulae an und verschiebt bei einseitiger Funktion den Unterkiefer zur Gegenseite (Mediotrusionsbewegung).

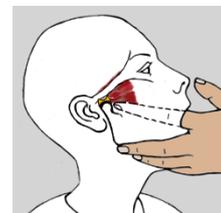


Abb. 08:  
M. pterygoideus  
lateralis

Bei doppelseitiger Funktion schiebt er den Unterkiefer nach vorne (Protrusionsbewegung). Der M. pterygoideus lateralis ist aufgrund seiner Beteiligung bei fast jeder Bewegung der Kiefergelenke einer der am meisten arbeitenden und somit auch für Schmerzen „empfindlichsten“ Muskeln des Kausystems<sup>[178,155,180]</sup>.

### 4.10 M. temporalis

Der M. temporalis gliedert sich in drei Segmente, die Pars anterior, Pars medialis und die Pars posterior. Er hat seinen Ursprung an der Linea temporalis der Squama ossis temporalis und des Os parietale. Er setzt an am Processus coronoideus mandibulae. Bei beidseitiger Aktivität ist er an ca. 45 % der Adduktion des Kiefers (Mundschluss) beteiligt<sup>[155,180]</sup>. Hierbei zieht der dorsale Anteil den Unterkiefer durch Zug am Processus coronoideus nach dorsokranial. Die vorderen Anteile sind bei der Protrusionsbewegung und der Mundöffnung beteiligt.



Abb. 09:  
M. temporalis

Aufgrund der flächenmäßig starken Ausdehnung des M. temporalis und seiner unterschiedlichen Funktionen und Schmerzprojektion der einzelnen Muskelanteile, ist eine palpatorische Untersuchung dieses Muskels im Rahmen des Screenings unerlässlich.

### 4.11 M. digastricus venter anterior und posterior

Der M. digastricus hat seinen Ursprung mit seinem venter posterior an der Incisura mastoidea ossis temporalis und ist mit seinem venter anterior mit der Zwischensehne mit dem Cornu minoris ossis hyoidei verbunden. Der Ansatz ist die Fossa digastrica. Eine der wichtigsten Aufgaben des M. digastricus ist die Hebung des Zungenbeins beim Schluckakt. Weiterhin unterstützt er die Kieferöffnung<sup>[155,180]</sup>.

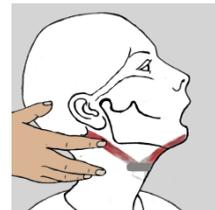


Abb. 10: M. digastricus venter anterior und posterior

### 4.12 Schultergürtelmuskulatur

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen am stomatognathen System beteiligten Muskeln sind der M. trapezius als großer Schulter-Nackenmuskel, die Mm. scaleni und der M. levator scapulae zu nennen.

### 4.13 Triggerpunkte

Die genannten Muskeln können schmerzhaft über Triggerpunkte in den Kiefer-/Gesichtsbereich einstrahlen<sup>[155,180]</sup>. Nach Travell und Simons<sup>[186]</sup> sind Triggerpunkte ein Zentrum erhöhter Reizbarkeit in einem Gewebe, wie z.B. Muskel, Haut, Faszie oder Bandstrukturen. Myofasziale Triggerpunkte (MTrPs) sind demnach druckdolente Punkte im Skelettmuskel, die sich z.B. in „verspannten“ Muskelfaserbündeln palpieren lassen und auf Kompression lokal mit Schmerz reagieren. Als Hilfe, um ein solches myofasiales

Schmerzsyndrom zu erkennen, beschreiben Travell und Simons die folgenden Diagnosekriterien:

1.	Muskulärer Hartspann (verhärtete muskuläre Faserbündel, Taut Band), quer zur Faserrichtung fühl- bzw. palpierbar
2.	Fühl- bzw. palpierbare Knötchen (Tender Nodule) in bzw. auf den verhärteten Muskelfaserbündeln, die auf Druck verstärkt Schmerz zeigen
3.	Durch Palpation reproduzierbare Schmerzen, unter denen die Patienten leiden
4.	Referred Pain, Übertragungsschmerz, d.h. charakteristisch ausstrahlender Schmerz, den jeder Muskel als ein für ihn typisches Ausstrahlungsgebiet zeigt

Tab. 02: Diagnosekriterien für ein myofaszielles Schmerzsyndrom, nach Travell und Simons<sup>[186]</sup>

„Referred Pain“ ist ein charakteristisch ausstrahlender Schmerz, den jeder Muskel in einem für ihn typischen Ausstrahlungsgebiet zeigen kann<sup>[23,180]</sup>. Bei diesem meist durch muskuläre Überlastung entstandenen Übertragungsschmerz kann es auch zu übertragenen autonomen Phänomenen und/oder zu einer Störung der Propriozeptoren (der sogenannten „Stellungsrezeptoren“) aufgrund biomechanischer Fehlbelastung kommen. Mittels Propriozeptoren werden mechanische Reize, d.h. die Informationen über die Lage und Stellung der jeweiligen Körperstrukturen (Fuß, Knie, LWS, SIG, HWS, obere Kopfgelenke) erfasst und zunächst verarbeitet. Als Reaktion auf diese (möglicherweise Fehl-) Information, können Reaktionen wie z.B. Schwindel ausgelöst werden<sup>[180,186]</sup>. Der übertragene Schmerz ist eine der möglichen Erklärungen für die von Kopp<sup>[107]</sup> beschriebenen – für den Nichterfahrenen – bizarren Symptome bei CMD. Dies zeigt auch das Beispiel möglicher Schmerzausstrahlungen durch Triggerpunkte des M. masseter<sup>[23,186,180,155]</sup>, die Schmerzen in den Seitenzahnbereich (Abb. 11-13) und in die Ohren (Abb. 14) übertragen können.



Abb. 11: Die Triggerpunkte des kranialen Anteils der Pars superficialis des M. masseter übertragen Schmerzen in den oberen molaren Bereich und die Kieferhöhlenregion



Abb. 12: Übertragung myofaszieller Schmerzen des kaudalen Anteils der Pars superficialis in den unteren molaren Bereich und den horizontalen Unterkieferast



Abb. 13: Die direkt im Kieferwinkel inserierenden Anteile der Pars superficialis strahlen in den horizontalen Unterkieferast und in den Schläfenbereich ein



Abb. 14: Triggerpunkte der Pars profunda übertragen die Schmerzen bevorzugt ins Ohr und die präaurikuläre Region

#### 4.14 Innervation

Die Kiefergelenkkapsel und die bilaminäre Zone (mit dem Genu vasculosum) werden sensibel durch Rami articulares von drei Ästen des N. mandibularis (V3) versorgt<sup>[167]</sup>. Während die posteriore sensible Versorgung durch den N. auriculotemporalis gewährleistet wird, versorgt der N. massetericus den anterioren Kiefergelenkbereich sensibel, mit Unterstützung der Rami communicantes cum nervo faciali sowie den Rami temporales superior. Des Weiteren sind an der sensiblen Versorgung auch noch die Rami temporales profundus posterior und der N. meatus acusticus externus beteiligt. Die Kaumuskulatur wird – speziell visceroefferent – motorisch, aus dem Nucleus motorius N. trigemini versorgt (Abb. 15) Wichtig ist auch, dass „die größeren sensiblen Kerngebiete des N. trigeminus sich über den gesamten Hirnstamm (bis C4, Abb. 16) erstrecken und bis nach kaudal ins Rückenmark reichen“ (Prometeus, 2006<sup>[167]</sup>). Aus diesem Grund ist die Halswirbelsäule in die Untersuchungen mit einzubeziehen<sup>[180,167,137]</sup>.

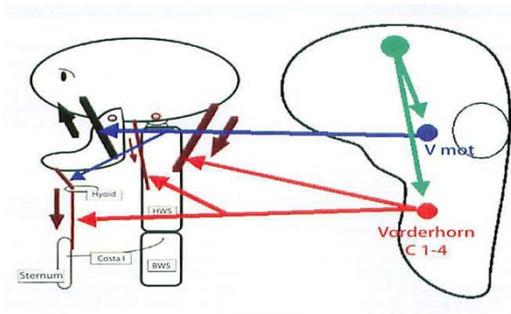


Abb. 15: Verschaltung nach Neuhuber (mit Genehmigung des Autors)

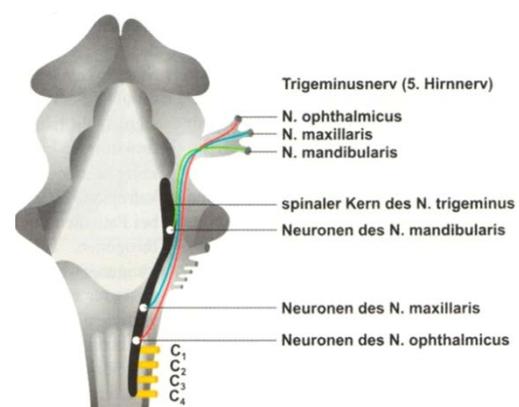


Abb. 16: Rückenmarkslokalisation von Nuclei trigemini bis C4 (mit Genehmigung des Georg Thieme Verlags)

## 5. PHYSIOTHERAPIE BEI CMD?

Grundlage vieler Kraniomandibulärer Dysfunktionen (CMD) und den aus ihnen resultierenden Beschwerden sind oft biomechanische oder muskuläre Funktionsstörungen<sup>[130]</sup>. Biomechanische Auslöser von CMD können mit manueller Therapie durch Korrekturen an der „Biomechanik“ – nebenwirkungsfrei – therapiert werden.

Die bereits bestehende und vielfach publizierte<sup>[149,23,189,20,101,141,32,124,121,177,15,62]</sup> inter- bzw. multidisziplinäre Zusammenarbeit von Zahnärzten und Physiotherapeuten erscheint daher sinnvoll und kann die zahnärztliche und/oder kieferorthopädische Therapie positiv beeinflussen und die Behandlungszeit reduzieren (Plato und Kopp)<sup>[149]</sup>.

Ob Physiotherapie bei CMD auch unter den mit den gesetzlichen Krankenkassen vereinbarten knappen zeitlichen Vorgaben (15-20 Min. je Heilmittel), d.h. unter Praxisbedingungen evident ist, soll diese Arbeit klären.

### 5.1 Physiotherapeutischer Befund

Am 02.02.2013 ist in Deutschland das Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patienten (Patientenrechtegesetz) in Kraft getreten (§ 630 ff. BGB). Hieraus ergibt sich, auch für Physiotherapeuten, eine Aufklärungs-, Befund- und Dokumentationsverpflichtung. Der Befund ist Grundlage einer zielgerichteten Therapie. Dieser kann in freier Form, aber auch anhand von Befund- und/oder Schmerzbögen, wie dem z.B. in Abschnitt 13 beschriebenen Schmerzlokalisierungsbogen (SL-NRS) erfolgen.

Ein wesentlicher Bestandteil des Befundes ist die Anamnese. Mit ihr werden das Hauptanliegen/die Hauptbeschwerden erfragt und schriftlich festgehalten. Zusätzlich werden Informationen über Beruf, Hobbies, eventuell erlittene Unfälle oder Traumata eingeholt, um einen umfassenden Einblick über mögliche Belastungen zu erhalten. Auch „psychische, seelische“ Traumata (Egle und Daubländer, 2006)<sup>[47]</sup> sind zu erfragen, da sie Auswirkungen auf das stomatognathe System haben können. Auslöser kann der Verlust eines nahen Verwandten, Trennung, Scheidung, Pflege eines Angehörigen oder ein ähnliches „einschneidendes“ Geschehen sein, das sich über „Pressen“ oder „Bruxismus“ auf das stomatognathe System auswirkt.

### 5.2 Kurzscreening der Gelenkstrukturen

Nach erfolgter Anamnese wird das stomatognathe System mit Techniken der manuellen Funktionsanalyse untersucht<sup>[23,179,180]</sup>. Diese ist notwendig, um mögliche betroffene Strukturen zu identifizieren, Patienten aufzuklären und dann gezielt zu therapieren.

Es gibt verschiedene Methoden, wie und in welcher Abfolge eine manuelle Funktions- oder Strukturanalyse erfolgen kann<sup>[22,69,179,180,2]</sup>. Hier folgt nur die Beschreibung eines kurzen Screenings.

Zunächst wird beim Test der aktiven Mundöffnung beurteilt (Abb. 17), ob eine Deflexion, d.h. eine Abweichung der Mitte der Kinnspitze zu einer Seite während der UK-Öffnungsbewegungen ohne Rückkehr in die Medianebene vorliegt, oder eine Deviation, d.h. eine Abweichung der Mitte der Kinnspitze zu einer Seite während der UK-Öffnungsbewegungen mit Rückkehr in die Medianebene. Danach wird die Schneidekantendifferenz gemessen. Eine normale Mundöffnung liegt bei  $> 40$  mm. Da das Verhältnis Mundöffnung zu Laterotrusion vier zu eins beträgt, kann über das Ausmessen der jeweiligen Laterotrusionsbewegungen die zu erwartende Mundöffnung festgestellt werden. Beispiel: Bei einer Laterotrusion von 3 mm ist, multipliziert mit 4, eine Mundöffnung von 12 mm zu erwarten. Durch Palpation des Gelenkköpfchens oder möglichst mittels eines Doppelstethoskops wird die Untersuchung auf Krepitations- oder Knackphänome fortgesetzt. Es folgt eine dynamische Kompression exkursiv (Abb. 18), um Veränderungen der Knackphänomene und somit der Gelenkflächen festzustellen. Bei entsprechendem Befund sollte eine ausführliche manuelle Funktionsanalyse oder eine weitere Diagnostik mittels eines MRT erfolgen<sup>[23,179,180]</sup>.



Abb. 17: Test der aktiven Mundöffnung



Abb. 18: Test der dynamischen Kompression exkursiv

### 5.3 Palpatorische Untersuchung der orofazialen Muskulatur

Es folgt eine kurze palpatorische Untersuchung der orofazialen Muskulatur, hier nur am Beispiel des M. masseter beschrieben. Seine Palpation erfolgt intraoral mittels des Zeige- oder Mittelfingers des Untersuchers auf der buccalen Seite und dem Daumen auf der Wangenaußenseite. Die bei der Palpation verwendeten Techniken werden in vergleichbarer Form, aber länger, auch zur Therapie durchgeführt.

## 5.4 Kurzscreening – Kapsel-Band-Strukturen der Kiefergelenke

Die Untersuchung der Gelenkkapsel erfolgt durch aktive und passive Bewegungen (Abb. 19) sowie durch Traktion (Abb. 20). Die Gelenkkapsel wird auf „Endgefühl“ und auf das Symptom „Schmerz“ mittels Traktion nach kaudal untersucht. Das dabei manuell erhobene „Endgefühl“ gibt ggf. Rückschlüsse auf eine kraniale Gelenkkompression. Erhält man einen schmerzhaften Befund kann eine Kapsulitis vorliegen<sup>[23,179,180]</sup>. Auch hier gilt, dass die bei der Gelenkuntersuchung angewandten Techniken in vergleichbarer Form, nur über einen längeren Zeitraum durchgeführt, auch zur Therapie verwendet werden können.



Abb. 19: Test der Mundöffnung und passiven Bewegungen

Abb. 20: Traktion nach kaudal zur Befundung einer Gelenkkapsel

Abb. 21: Passive Kompression

Im CMD-Screening wird die bilaminäre Zone u.a. durch eine passive Kompression (Abb. 21) nach retral und aktive und passive Bewegungen sowie durch ventrale Translation und kombinierte Traktion/Translation nach ventral getestet<sup>[23,179,180]</sup>.

## 5.5 Kurzscreening – Haltungsbefund

Der Haltungsbefund wird in habitueller Haltung von hinten, vorne und von der Seite aufgenommen, um statische Probleme zu erkennen<sup>[179,180]</sup> (Abb. 22-26). Danach wird er in korrigierter Stellung wiederholt, um mögliche Auswirkungen einer physiotherapeutischen Haltungsschulung zu testen.

Bei der Wirbelsäule wird auf Seitwärtsverschiebungen im thoracolumbalen Bereich, im thoracalen Bereich und im cervicothoracalen Bereich geachtet.



Abb. 22: Haltungstatus von hinten



Abb. 23: Inspektion der unteren Extremitäten

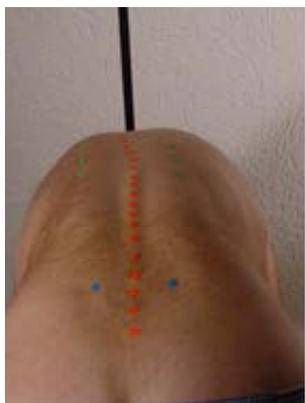


Abb. 24: Wirbelsäulenbeurteilung bei Rumpfbeuge im Stand



Abb. 25: Beurteilung der gesamten Wirbelsäule, leichte links konvexe BWS-Skoliose

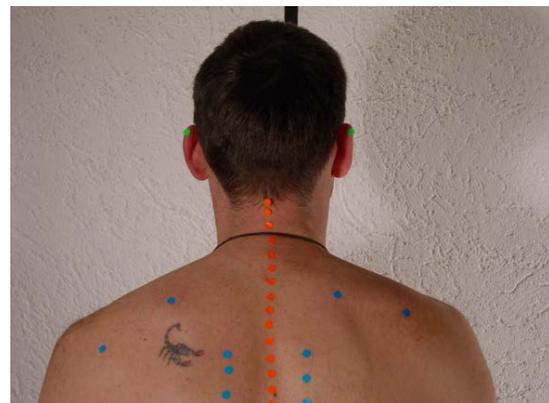


Abb. 26: ... und rechts konkave HWS-Skoliose als Gegenreaktion

Kommt es zu Verschiebungen im Bereich der LWS, ist mit Belastung der Sacroiliacalgelenke (SIG) zu rechnen. Im thoracalen Bereich kommt es bei einer Skoliose zu Seitverschiebungen der Wirbelsäule und somit auch der Rippen. Dies hat Auswirkungen auf die Atemhilfsmuskulatur (Mm. scaleni) und die suprahyoidale Muskulatur, die direkt am Unterkiefer inseriert und auf das stomatognathe System<sup>[167,166,88,155,180,138]</sup> wirkt. Bei der HWS ist dann mit Veränderungen im cervicothoracalen Übergang (C7/TH1) und im hochcervikalen Bereich (C0-C3) zu rechnen<sup>[62,86,87,155,57,181,190]</sup>. Bei positivem Befund werden diese Befunde zusätzlich durch kombinierte manualtherapeutische Tests überprüft<sup>[56,181,198,62]</sup>.

## 6. SINNVOLLE PHYSIOTHERAPIE BEI CMD

Die Bewertung, welche Therapieform(en) für diese Arbeit auszuwählen ist (sind), basiert auf einer Multizenterstudie von 2001 mit Vertretern von 11 Universitätszahnkliniken und deren Physiotherapeuten<sup>[154]</sup> sowie dem Buch von Stelzenmüller und Wiesner<sup>[179,180]</sup>, in dem unterschiedliche mögliche Therapieformen beschrieben wurden. In der Multizenterstudie

sollte untersucht werden, ob Physiotherapie, Schienentherapie oder die Kombination von beiden zum Therapieerfolg führen würden. Leider musste diese Studie mangels Finanzierung (Prof. Kerschbaum 2011, pers. Mitteilung) beendet werden. Im Rahmen o.g. Multizenterstudie wurden verschiedene Studien bewertet und ein gemeinsames Vorgehen geplant und zum Teil auch umgesetzt. Eine Übersicht der Arbeiten zum Thema mit einer kurzen Beschreibung der Ergebnisse folgt als Tabelle:

1956	<b>Evjendt, Kaltenborn</b> <sup>[95,94]</sup>
	Manuelle Therapie zur Behandlung von Kiefergelenken
1972	<b>Schulte W</b> <sup>[165,164]</sup>
	Funktionsanalyse und Erfahrungen mit Physiotherapie bei 442 Patienten mit Myoarthropathie. Behandelt wurde mit einer abgestuften Physiotherapie. Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 75,3 % waren schmerzfrei</li> <li>• 13,3 % wurden nicht nachkontrolliert</li> <li>• 11,2 % Misserfolge (z. T. Neuralgien, wurden erst später erkannt)</li> <li>• Erfolg bei Subluxation: fast 90 % innerhalb von 14 Tagen</li> <li>• Erfolg bei Seitenabweichung: fast 90 % innerhalb von 2 Monaten</li> </ul>
1978	<b>Trott PH, Goss AN</b> <sup>[187]*</sup>
	Studie mit 34 Patienten mit myofascialem Schmerzsyndrom <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppe 1 – passive Bewegungen – 60 % Erfolg (6 von 10)</li> <li>• Gruppe 2 – Relaxation – 80 % Erfolg (19 von 24)</li> <li>• Restliche 5 Patienten mit psychiatrischer Behandlung</li> </ul>
1981	<b>Kluge A, Krause E et al.</b> <sup>[100]*</sup>
	Studie mit 1.400 Patienten <ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 % erhielten nur Physiotherapie</li> <li>• 5-10 % zusätzlich einen Aufbissbehelf (Schiene)</li> <li>• 5-10 % zusätzlich eine Injektionstherapie</li> <li>• Ergebnis: 89,7 % waren beschwerdefrei oder zeigten eine deutliche Besserung</li> </ul>
1981	<b>Weisberg JRP, Friedman M</b> <sup>[201]*</sup>
	Technik zur manuellen Mobilisation bei Diskusverlagerung
1983	<b>Wiehl P</b> <sup>[203]*</sup>
	Beschreibung von intraoralen physiotherapeutischen/manualtherapeutischen Techniken bei CMD
1983	<b>Hargreaves A</b> <sup>[78]</sup>
	Kurze Beschreibung von Wärmetherapie, Übungen, Mobilisation und Indikation für Physiotherapie

1984	<b>Hall L</b> <sup>[74,75]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Therapie: mittels Wärmekissen, Ultraschall und manueller Manipulation, Übungen</li> <li>• 64 % zeigten eine Besserung der Symptome</li> <li>• Bei 20 % traten die Symptome wieder auf</li> <li>• 36 % zeigten keine Besserung</li> </ul>
1985	<b>Selby A</b> <sup>[168]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung verschiedener Arten von physikalischer Therapie, u. a. Wärmerotherapie, Massage, Bewegungsübungen</li> <li>• Review – Stand 1985, Auswertung von ca. 40 Artikeln</li> </ul>
1985	<b>Gelb H</b> <sup>[64]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 333 - 339 Beschreibung von Übungen und Indikation</li> <li>• S 543 - 545 Beschreibung der Distraction des hypomobilen Kiefergelenks</li> </ul>
1985	<b>Friedmann MH, Weinsberg J</b> <sup>[61]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 125 Wärmeapplikation</li> <li>• S 131 Distraction</li> <li>• S 134 - 137 Übungen</li> <li>• Indikation und Kontraindikation</li> <li>• Erklärung verschiedener Übungsprogramme mit Indikation</li> </ul>
1988	<b>Burgess J, Sommers E. et al.</b> <sup>[27]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppe 1: Muskelrelaxans + Eisspray (Spray and Stretch): 7 von 19 Patienten zeigten eine Verbesserung</li> <li>• Gruppe 2: Übungen – Öffnen gegen Widerstand: 6 von 8 Patienten zeigten eine Verbesserung</li> <li>• Gruppe 3: Kontrolle – 5 von 7 Personen zeigten eine Verbesserung</li> </ul>
1988	<b>Tegelberg A , Kopp S</b> <sup>[183]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Patienten</li> <li>• Physiotherapie wird empfohlen (Schmerzsymptomatik wurde vermindert, die Mundöffnung erhöht)</li> </ul>
1988	<b>Hansson T</b> <sup>[77]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abb. 8, S. 14: Behandlungsvorschläge für verschiedene Sub-Diagnosen</li> </ul>
1988	<b>Kraus SL</b> <sup>[109]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 118 allgemeine Behandlungsprinzipien</li> <li>• S 141 - 158 allgemeine Behandlungsprinzipien</li> <li>• S 153 Gelenkmobilisation, diagnoseorientierte Therapiekonzepte, postoperative Mobilisation</li> <li>• S 191 - 193 allgemeine Behandlungsprinzipien</li> <li>• S 353 - 356 manuelle Mobilisation</li> <li>• S 356 - 360 Übungen für Patienten</li> </ul>

1988	<b>Fricton JR, Kroening RJ et al.</b> <sup>[59]*</sup>
	<p>Kurze Tabellen zu verschiedenen Problemen mit Diagnosekriterien, Behandlungsoptionen und zu erwartendem Behandlungserfolg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S 105 akute Kiefergelenksstauchung</li> <li>• S 106 reziprokes Knacken (Stadium I o. II KG-Störungen)</li> <li>• S 108 akute anteriore Diskusverlagerung ohne Reposition (Kiefergelenksblockade) (Stadium III KG-Störungen)</li> <li>• S 109 Stadium IV KG-Störungen im Weichgewebe</li> <li>• S 109 Stadium V KG-Störungen mit knöchernen Veränderungen</li> <li>• Bei sämtlichen Diagnosen wird Physiotherapie empfohlen.</li> <li>• S 113 - 121 Beschreibung der Physiotherapie</li> <li>• S 114 Tabelle mit Beschreibung von Übungen</li> <li>• S 116 Tabelle zur Indikation von Wärme und Massagen</li> </ul>
1989	<b>Bell WE</b> <sup>[11]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 161 Massagen zum Schmerzmanagement</li> <li>• S 162 Übungen zur Wiederherstellung der normalen Muskelfunktion</li> <li>• S 162 Wärme</li> </ul>
1990	<b>Bell WE</b> <sup>[12]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 239 - 241 Physiotherapie</li> <li>• Übungen: Wenn ein Muskel aktiv angespannt ist, sind seine Antagonisten reflexartig entspannt</li> <li>• Myogene Probleme: Massage, Mobilisation und Eisspray (Spray and Stretch)</li> </ul>
1991	<b>Kaplan AS, Assael LA</b> <sup>[96]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 463 Wärmeapplikation</li> <li>• S 470 - 478 Weichgewebs- und Kiefergelenksmobilisation</li> <li>• S 483 Übungen für Patienten (zur "Selbst-Mobilisation")</li> <li>• S 489 - 495 Verhalten nach KG-Chirurgie (beinhaltet auch Physiotherapie)</li> </ul>
1991	<b>Sturdivant J, Fricton J</b> <sup>[182]*</sup>
	<p>Aussagen der American Academy of Craniomandibular Disorders (AACD) zu Physiotherapie bei CMD</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physiotherapie hilft musculoskeletale Schmerzen zu beseitigen</li> <li>• Wiederherstellung der normalen Funktion durch Änderung des sensorischen Inputs</li> <li>• Reduzierung von Entzündungen</li> <li>• Verringerung der Koordination und Stärkung der Muskelaktivität</li> <li>• Förderung der Reparatur und Regeneration des Gewebes</li> <li>• Tabelle 1, S 491 Indikation für bestimmte Übungen</li> <li>• Tabelle 2, S 492 Indikation und Kontraindikation von Wärme, Massage und Mobilisation</li> </ul>
1992	<b>Hansson T, Minor CA</b> <sup>[76]*</sup>
	Kapitel 3: diagnoseorientiertes Übungsprogramm

1993	<b>Mc Neill C</b> <sup>[119]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S 82 - 83</li> <li>• S 87 - 89</li> <li>• Unterweisung von Patienten (mit Übungen)</li> <li>• Physiotherapie</li> <li>• Übungen zur Normalisierung der Funktion, zur Muskelstärkung, zur Verbesserung der Unterkieferbeweglichkeit</li> <li>• Mobilisation – Indikation und Beschreibung</li> </ul>
1995	<b>Dimitroulis G, Gremillion H et al.</b> <sup>[45]*</sup>
	Kurze Beschreibung einiger nicht-chirurgischer Therapiemöglichkeiten
1995	<b>dos Santos J</b> <sup>[46]*</sup>
	Beschreibung und Indikation von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manueller Therapie – Mobilisation</li> <li>• Manueller Therapie – Stretching</li> <li>• Muskuläre Koordination</li> <li>• Thermo-therapie</li> </ul>
1996	<b>Martini GM, M et al.</b> <sup>[117]*</sup>
	Beschreibung in Wort und Bild: Martinis Methode der Physiotherapie bei vorverlagertem Diskus ohne Reposition
1997	<b>Feine J, Lund J</b> <sup>[53]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung verschiedener Studien</li> <li>• Obwohl nur wenig Beweise vorliegen, dass eine bestimmte Therapie häufiger eine längerfristige Wirksamkeit zeigt als ein Placebo, ergaben sich starke Hinweise für eine Verbesserung der Symptome nach Physiotherapie</li> </ul>
1997	<b>Friedman M</b> <sup>[60]*</sup>
	Fallstudie mit Bildern zu aktiven und passiven Behandlungsmaßnahmen
1997	<b>Murphy G</b> <sup>[135]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung anderer Artikel</li> <li>• Fazit: manuelle Manipulation hat einen positiven Effekt, aber nicht, wenn bereits Veränderungen im Kiefergelenk (Knochen, Weichgewebe) aufgetreten sind</li> </ul>
1998	<b>di Fabio R</b> <sup>[43]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studie mit 56 Patienten</li> <li>• Physiotherapie wird empfohlen, besonders Übungen zur Bewegung und Kräftigung</li> </ul>
1998	<b>Freesmeyer WB, Koeck B et al.</b> <sup>[58]</sup>
	Stellungnahme der DGZMK – Empfehlung folgender Methoden (ohne genaue Beschreibung): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massagen der Muskulatur</li> <li>• Isometrische Spannungs- und isotonischer Bewegungsübungen</li> <li>• Thermo- bzw. Kryotherapie</li> </ul>

1998	<b>Kraus MW, Lilienfein et al.</b> <sup>[109]*</sup>
	Studie mit 40 Patienten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine kombinierte Behandlung mit Aufbisschienen und Physiotherapie bei entsprechender Indikation und Therapiedauer hat im Vergleich zu einer allein mit Aufbisschienen durchgeführten Therapie deutlich besseren Erfolg</li> <li>• 80 % der Patienten hatten Beschwerdefreiheit durch Schiene und Physiotherapie</li> <li>• 45 % der Patienten zeigten Beschwerdefreiheit durch Schienentherapie</li> <li>• 5 % der Patienten zeigten Beschwerdefreiheit nur durch Physiotherapie</li> </ul>
1999	<b>Sander M, Siegert R et al.</b> <sup>[157]*</sup>
	Studie mit 180 Patienten – Heilung bei <ul style="list-style-type: none"> <li>• 127 Patienten (64 %), die nur mit Physiotherapie behandelt wurden</li> <li>• 53 Patienten (27 %), die mit Physiotherapie und Aufbissbehelf (Schiene) versorgt wurden</li> <li>• Beschreibung Physiotherapie (vor allem auf Habits bezogen)</li> </ul>
2000	<b>Nicolakis P, Erdogmus B et al.</b> <sup>[140]*</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 Patienten in Vorher-Nachher-Studie (Übungstherapie)</li> <li>• 87 % der Patienten zeigen eine starke oder auffällige Besserung (Schmerzen)</li> <li>• 13 % der Patienten zeigen eine mässige Schmerzreduktion</li> </ul>
2000	<b>Bumann A, Lotzmann U et al.</b> <sup>[23]</sup>
	Umfassende Beschreibung des Themas CMD und möglicher Therapieformen
2001	<b>Fink M</b> <sup>[55]</sup>
	Beschreibung und Indikation von: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manueller Therapie – Mobilisation</li> <li>• Manueller Therapie – Stretching</li> <li>• Muskulärer Koordination</li> <li>• Thermotherapie</li> <li>• Tabelle S 24: Indikation und Prognose verschiedener Therapiemöglichkeiten</li> </ul>
2001	<b>Groot Landweer G</b> <sup>[68]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildungen und Anweisungen zu Eigenübungen</li> <li>• Hervorhebung der Wichtigkeit der Integration der Physiotherapie in der Zahnmedizin</li> </ul>
2003	<b>Fink M et al.</b> <sup>[57]</sup>
	Beschreibung und Untersuchung funktioneller Zusammenhänge mit der Zervikal- und Lenden-Becken-Hüft-Region, die sich im Rahmen der Untersuchung bestätigten.
2005	<b>von Piekartz H</b> <sup>[199]</sup>
	Umfassende Beschreibung des Themas Kiefer, Gesichts- und Zervicalregion, neuromuskuloskeletale Untersuchung, Therapie und Management.
2006	<b>Truelove E et al.</b> <sup>[189]</sup>
	Bestätigung der Effektivität physiotherapeutischer Maßnahmen.
2006	<b>Medlicott MS, Harns SR</b> <sup>[124]</sup>
	Systematisches Review über Effektivität von Übungen und manueller Therapie, Elektrotherapie, Entspannungstraining und Biofeedback im Management von CMD. Die Effektivität von Physio- und manueller Therapie bestätigt sich.

2006	<b>Mc Neely ML et al.</b> <sup>[97]</sup>
	Systematisches Review über Effektivität von Übungen und manueller Therapie. Die Effektivität von Physio- und manueller Therapie bestätigt sich.
2007	<b>Knust M</b> <sup>[101]</sup>
	Vergleich manueller Therapie im Vergleich zu einem multimodalen Physiotherapieprogramm bei Patientinnen mit kraniomandibulärer Dysfunktion. Ergebnis: Manuelle Therapie ist effektiver.
2001 - 2011	<b>Ahlers O, Jakstat HA</b> <sup>[2,3]</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinische Funktionsanalyse</li> <li>• Funktionsstörungen des Kauorgans</li> <li>• Zahnärztliche klinische Funktionsanalyse</li> <li>• Interdisziplinäre Zusammenarbeit</li> <li>• Instrumentelle Funktionsdiagnostik und Therapie</li> <li>• Behandlungsmanagement in der Funktionsdiagnostik</li> </ul>
2004 - 2010	<b>Stelzenmüller W, Wiesner J et al.</b> <sup>[179,180]</sup>
	Umfassende Beschreibung des Themas CMD und möglicher Therapieformen, Darstellung der vielfachen Möglichkeiten der Zahnheilkunde und Physiotherapie bei CMD.
2010	<b>Stelzenmüller W, Kopp S</b> <sup>[177]</sup>
	Studie untersucht die Auswirkungen von Blockaden im Sacroiliacalgelenk und deren Therapie auf kraniomandibuläre Dysfunktionen (im EMG). Ergebnis: Auswirkungen sind im EMG messbar.

Tab. 03: Physiotherapie bei CMD: Die mit „\*“ gekennzeichneten Studien waren Grundlage einer Multizenterstudie, Kerschbaum<sup>[154]</sup> von 2001-2008

Diese Literaturliste kann lediglich einen Überblick der Physiotherapie bei CMD von den 1950er Jahren bis heute geben. Sie zeigt, dass Physiotherapie seit Ende der 1970er Jahre fester Bestandteil der (internationalen) Therapie von Kraniomandibulären Dysfunktionen ist.

Neben direkten Techniken der manuellen Therapie wird auch allgemeine Krankengymnastik mit stabilisierenden Übungen und Haltungsschulung zur Therapie von CMD beschrieben. Dies erscheint sinnvoll, da Veröffentlichungen von Okeson und Bell<sup>[144,145]</sup>, Fink et al.<sup>[55-57]</sup>, Hülse und Losert-Bruggner<sup>[86]</sup>, von Piekartz<sup>[199]</sup>, Ahlers und Jakstat<sup>[2]</sup>, Bumann und Lotzmann<sup>[23]</sup>, Stelzenmüller et al.<sup>[177,179,180]</sup>, Kopp et al.<sup>[106-108]</sup> sowie Plato und Kopp<sup>[149]</sup> zeigen, dass Statik bzw. Fehlstatik eine Kraniomandibuläre Dysfunktion (positiv wie negativ) beeinflussen kann.

## 7. SCHMERZMESSUNG

Schmerz ist neben Mobilitätsstörung und Geräuschen ein wesentliches Einschlusskriterium von CMD<sup>[144,39,136,133]</sup>. Somit ist Schmerz auch einer der zu untersuchenden Parameter, um

herauszufinden, ob zumindest subjektiv eine Verbesserung durch z.B. Physiotherapie erreicht worden ist.

Da Schmerz subjektiv empfunden wird<sup>[125,129]</sup>, müssen Patienten im Rahmen einer Anamnese nach Schmerzen befragt werden. Hierzu können Schmerzskalen, wie z. B. die Visuelle Analog Skala (VAS) bzw. die Numerische Rating Skala (NRS)<sup>[13,41,176]</sup> eingesetzt werden.

Hierbei sollte es möglich sein, akuten von chronischem Schmerz zu unterscheiden. Nach Merskey und Bogduk<sup>[129]</sup> wird Schmerz als chronisch bezeichnet, wenn er länger als sechs Monate andauert. Chronischer Schmerz wird auch von der IASP<sup>[129]</sup> über eine länger als sechs Monate anhaltende Schmerzdauer definiert. Während der ersten sechs Monate steht das sensorisch-diskriminative System gegenüber dem affektiv-emotionalen System im Vordergrund. Dies ermöglicht dem Schmerzpatienten eine genauere Bestimmung und Lokalisation des Schmerzes. Bei anhaltenden Schmerzen nimmt die Bedeutung des affektiv-emotionalen Systems zu. Sechs Monate ist die Zeitspanne bevor diese Umkehrung einsetzt, das bedeutet, dass das affektiv-emotionale System nun dominierend ist.

Konnten Patienten vorher ihren Schmerz genau beschreiben und zuordnen und war diese Schmerzäußerung vorher von deskriptiven Begriffen bestimmt, so nimmt sie nach ca. sechs Monaten einen eher nondeskriptiven Charakter an und ist gekennzeichnet durch eine Psychologisierung der Sprache (Auvenshine 2000<sup>[6]</sup>).

Weiß und Scheible<sup>[202]</sup> sehen weniger die Dauer als vielmehr die Art des Schmerzes als Kriterium zur Definition des chronischen Schmerzes. Hierbei ist entscheidend, ob der Schmerz nozizeptive Vorgänge auf der Basis von noxischen Reizen spiegelt oder ob der Schmerz ein „Eigenleben“ entwickelt und überhaupt kein adäquater noxischer Reiz existiert. Egle und Daubländer<sup>[47]</sup> beziehen sich ebenfalls auf Auvenshine<sup>[7]</sup> und beschreiben zwei Schmerzsysteme. Diese werden als laterales und mediales Schmerzsystem bezeichnet. Der Weg des lateralen Schmerzsystems führt über den posterioren Teil des lateralen Thalamus und stellt entsprechend der oben vorgestellten Einteilung das sensorisch-diskriminative System, während das mediale Schmerzsystem, das seinen Weg über den medialen Thalamus zum Hypothalamus und zum limbischen System nimmt, das affektiv-emotionale System repräsentiert.

## **8. OBERFLÄCHEN-EMG-MESSUNG**

Das subjektive Schmerzempfinden von Patienten kann durch Chronifizierung variieren. Nach Meyer<sup>[130,163]</sup> ist die hyperaktive, druckdolente Kau-, Kopf- und Gesichtsmuskulatur ein

signifikantes Korrelat für CMD. Möglicherweise kann Oberflächen-EMG in der Lage sein, objektive Parameter zur Qualifizierung des Schmerzes bei CMD-Patienten zu liefern.

## 8.1 Elektromyographie – Einführung

EMG wird als das Studium der Muskelfunktion durch Erforschung des elektrischen Signals, das die Muskeln erzeugen<sup>[104]</sup>, bezeichnet. Im Vordergrund steht die Messung der elektrischen Muskelaktivität und die Auswertung deren Signale.

In der Elektromyographie wird zwischen Nadel- und Oberflächenelektromyographie (S-EMG) unterschieden. Der Vorteil der Nadelelektromyographie liegt darin, dass auch tiefer liegende Muskelgruppen gezielt abgeleitet werden können. Der Einsatz von Nadelelektroden ist invasiv, d.h. die Nadeln werden direkt in den Muskel eingebracht, was u.a. steriler Bedingungen bedarf<sup>[170,104]</sup>.

Da die zu messenden Muskeln bei CMD-Patienten sowohl im Gesicht (M. temporalis anterior und M. masseter), im Nacken (M. cervicales auf Höhe von C4) und unterhalb des Kinns (M. digastricus Pars anterior) an der Oberfläche liegen, fällt die Entscheidung leicht, die Messungen mittels epicutan geklebter Oberflächenelektroden durchzuführen. Zumal der lebende Mensch über eine gute Volumenleitung verfügt, d.h., dass Spannung mit messbaren Potenzialdifferenzen zwischen den Muskeln fließt<sup>[104]</sup>.

Mittels einer Dual-Elektrode mit 2 cm Interelektrodenabstand und 1 cm Leitfläche können zwei in der Amplitude unterschiedliche, zeitlich (Phase) um einen geringen Betrag gegeneinander verschobene Signale registriert werden<sup>[104]</sup>.

Die Messung mit Oberflächenelektromyographie ist von der Leitfähigkeit des Gewebes, dem Einsatz von Duo-Elektroden und der Entfernung dieser Elektroden von der Signalquelle abhängig. Störungen werden zeitgleich unter Erhalt des physiologischen Signals von den Elektroden registriert. Elektrische Störungen wie z.B. Rauschen können durch die Differenz zwischen den beiden Signalen im nachgeschalteten Verstärker (z.B. durch Software) beseitigt werden. Oberflächenelektromyographie ist bei guter Reproduzierbarkeit<sup>[29]</sup> nicht invasiv und auch nach erneutem Positionieren der Elektroden für Probanden und Patienten angenehmer. Nach Konrad<sup>[104]</sup> ist eine Retestung mit erneuter Elektrodenapplikation an gleichen Muskeln mit Fehlergrenze (qualitativ) nutzbar. Nach Cercere et al.<sup>[31]</sup> zeigen sich hierbei keine signifikanten Unterschiede. Jedoch besteht das Risiko, dass benachbarte Muskeln das Messergebnis beeinflussen können<sup>[67,104]</sup>.

## 8.2 Physiologie – Erregbarkeit der Muskelfasermembran

Konrad<sup>[104]</sup> erklärt die Entstehung des EMG-Signals ausgehend vom Aktionspotenzial der Muskelfasermembran und dem ihm zugrundeliegenden Depolarisations-Repolarisationsablauf in seiner EMG-Fibel, welche Grundlage dieses und des folgenden Abschnitts ist.

Das Modell der semipermeablen Membran (Abb. 27) hilft, die elektrischen Eigenschaften der Muskelfasermembran und der Erregbarkeit der Muskelzelle zu verstehen. Aufgrund des Ionenungleichgewichts zwischen dem Innen- und Außenraum der Muskelzelle bildet sich ein Ruhepotential auf der Muskelfasermembran (ungefähr -80 bis -90 mV im nichtkontrahierten Zustand). Durch die Ionenpumpe wird diese Potenzialdifferenz aufrechterhalten, woraus eine negative Ladung des Zellinnenraums folgt<sup>[104]</sup>. Die Aktivierung der Vorderhornzelle eines Alpha-Motoneurons (ausgelöst durch das zentrale Nervensystem oder Reflexe) führt zu einer Weiterleitung der Erregung entlang des motorischen Ners.

Durch Austritt von Transmittersubstanzen in den motorischen Endplatten entsteht ein Endplattenpotential an der Muskelfasermembran. Die Diffusionseigenschaften der Muskelfasermembran werden hierdurch kurzfristig modifiziert und Natrium-Ionen strömen in den Zellinnenraum. Es kommt zur kurzfristigen Depolarisation der Muskelfasermembran, die durch einen aktiven kompensatorischen Ionenrückstrom allerdings sofort wieder restituiert wird (Repolarisation)<sup>[104]</sup>.

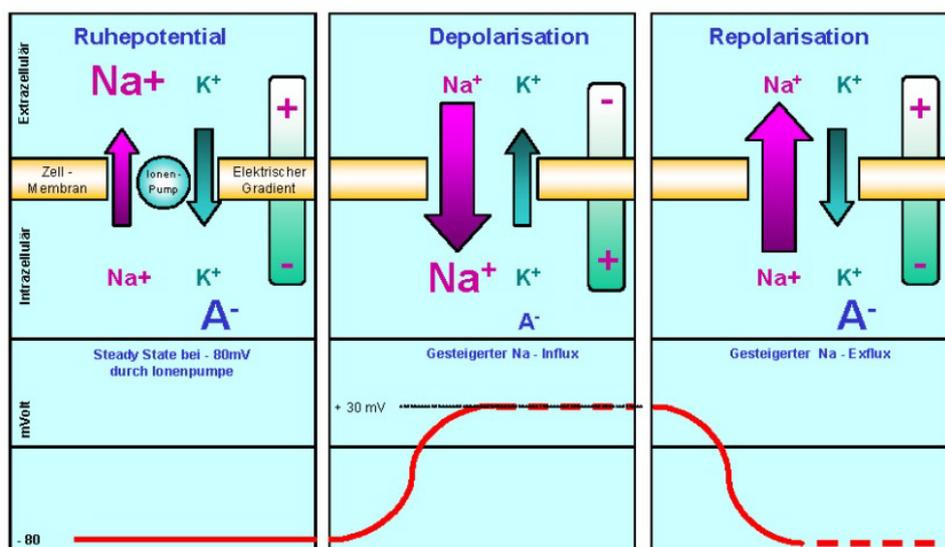
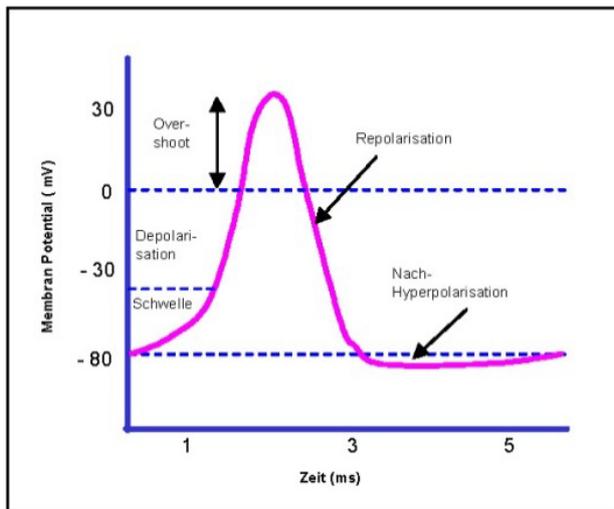


Abb. 27: Schematische Darstellung des Depolarisierungs-/Repolarisationszyklus innerhalb erregbarer Membranen, aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors)

## 8.3 Aktionspotenzial

Wenn durch den Natrium-Ioneneinstrom ein bestimmter Schwellenwert überschritten wird, verursacht die Depolarisation ein Aktionspotenzial von -80 mV auf +30 mV<sup>[104]</sup>.



Dieser monopolare elektrische Impuls wird innerhalb der Repolarisierungsphase sofort umgekehrt. Ihr ist wiederum eine Hyperpolarisationsphase nachgeschaltet, in der die Membran kurzzeitig nicht erregbar ist. Ausgehend von den motorischen Endplatten wird dieses Aktionspotenzial (Abb. 28) entlang der Muskelfasern und dem innerzellulären tubulären System bidirektional weitergeleitet<sup>[104]</sup>.

Abb. 28: Das Aktionspotenzial, aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors)

Diese Erregung führt zu einer Ausschüttung von Calcium-Ionen in den intrazellulären Raum. Gekoppelte chemische Prozesse (elektromechanische Kopplung) führen schließlich zur Verkürzung der kontraktile Elemente der Muskelzelle<sup>[104]</sup>.

## 8.4 EMG-Signal

Von den motorischen Endplatten wird das aus der Depolarisation entstehende Aktionspotenzial entlang der Muskelfasern und dem innerzellulären tubulären System bidirektional weitergeleitet. Es entsteht eine Depolarisationszone deren Größe mit ca. 1-3 mm<sup>2</sup> angegeben<sup>[112,104]</sup> wird.

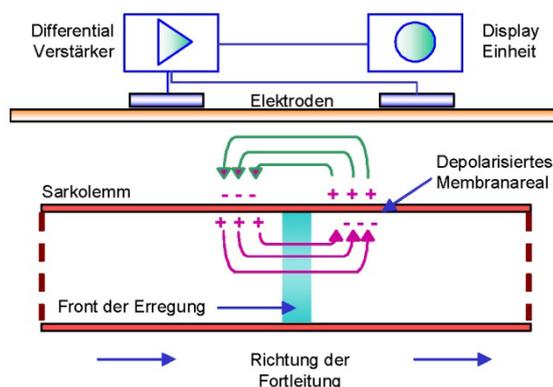


Abb. 29: Depolarisierungszone von Muskel-fasermembranen aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors)

Nach deren Entstehung wandert die Depolarisationszone (Abb. 29, türkis) mit einer Geschwindigkeit von etwa 2-6 m/s entlang der Muskelfaser und passiert hierbei die Elektroden-Ableitfläche (Konrad<sup>[104]</sup>, Kumar und Mital<sup>[112]</sup>). Hierdurch ändert sich die Potentialdifferenz an den in Abbildung 29 grau dargestellten Elektroden. Die Potentialdifferenz zwischen den Elektroden auf der Haut ändert sich entsprechend.

Das mit den Elektroden verbundene EMG kann diese Potenzialänderungen messen. Das Signal wird mittels Differentialverstärker verstärkt und kann dann mittels Computer und entsprechender Software zur Analyse und Bearbeitung aufgezeichnet werden.

## 8.5 Limitationen des EMG

Um optimale Messungen zu gewährleisten, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. Nur Messungen, die mit dem identischen EMG-Gerät, unter Verwendung von Elektroden des gleichen Fabrikats an vergleichbarer Position unter vergleichbaren Bedingungen durchgeführt werden, sind miteinander vergleichbar, da unterschiedliche EMG-Verstärker/Elektroden im Vergleich zu  $\mu\text{V}$  Normdaten deutlich differieren können<sup>[104,170]</sup>. Auswirkungen einer Maßnahme können durch Variation eines Faktors verglichen werden<sup>[104]</sup>. Der Seitenvergleich ist nur mit mindestens 15 % Fehlergrenze (qualitativ) nutzbar<sup>[104]</sup>. Eine Retestung mit erneuter Elektrodenapplikation ist nur an gleichen Muskeln<sup>[104]</sup>, jedoch mit Fehlergrenze (qualitativ) nutzbar. Vor der ersten Messung sollte jeweils 5 Minuten gewartet werden, um guten Halt und geringen Hautwiderstand zu gewährleisten<sup>[104]</sup>.

Die Elektroden müssen in einem einwandfreiem Zustand sein. Es muss darauf geachtet werden, dass keine elektrischen Spannungen von anderen Geräten das EMG stören können. Dies ist vor jeder Messung durch Auslesen von Roh-Signalen zu prüfen.

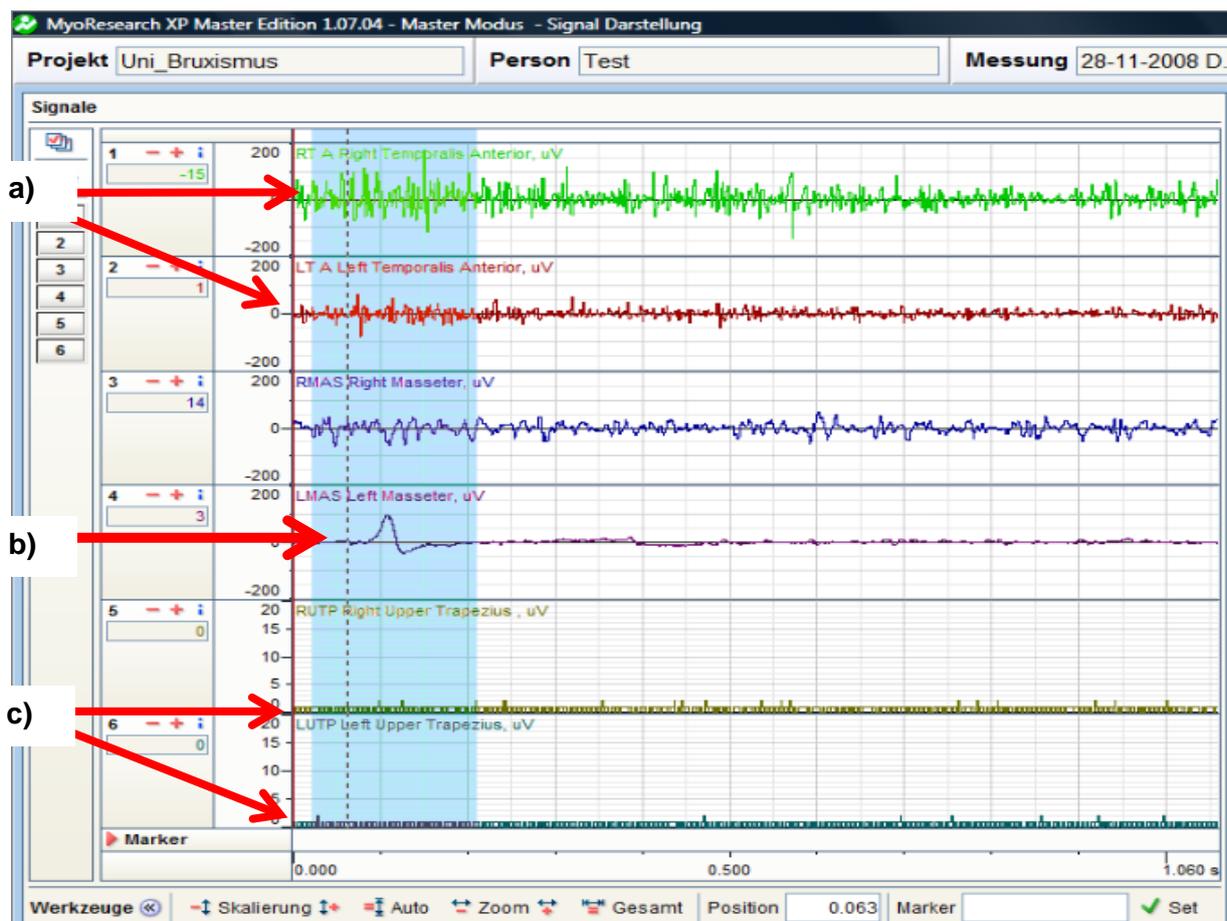


Abb. 30: a) Biologische Signale, b) EKG-Zacken in der EMG-Messung (Artefakt), c) Rechteckimpulssignale aus Zahnarztstuhl

Biologische Signale von Muskeln zeigen im Roh-Signal der Messung typische Zackenbildungen (Abb. 30a). Als Artefakte können sich z.B. EKG-Kurven in ihrer typischen Ausprägung zeigen (Abb. 30b). Ebenso kann es bei nicht optimal abgeschirmten Zahnarztstuhl-Motoren zur Aufzeichnung eines für Gleichstrom typischen Rechteckimpulses kommen (Abb. 30c). Störend kann auch die Abstrahlung von Mobiltelefonen sein, weswegen sowohl auf Behandlerseite als auch seitens der Patienten auf einen Abstand von mindestens 10 m zur EMG-Messstelle geachtet werden sollte.

### Seated Baseline

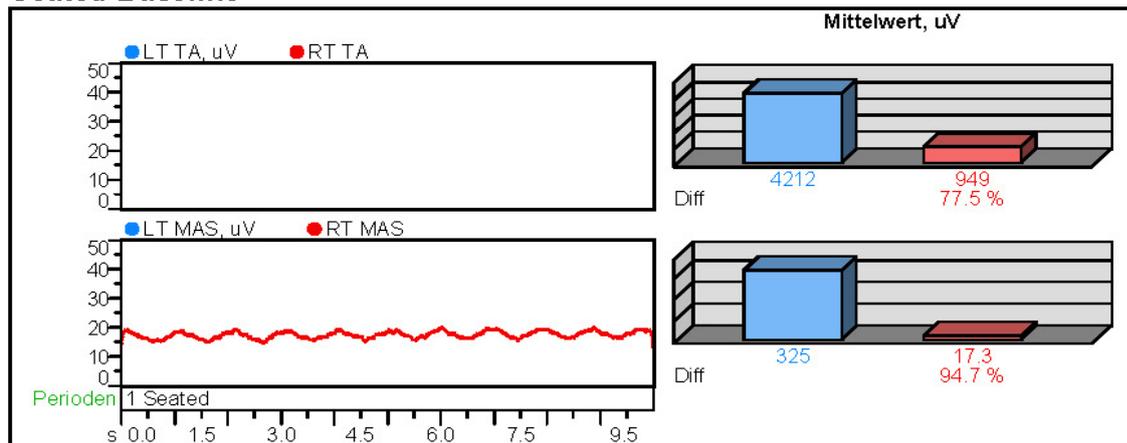


Abb. 31: Ruhemessung mit  $4.212 \mu\text{V}$  im linken *M. temporalis anterior* und Sinuskurve aus gemessenem MRT als Artefakt

Die Kenntnis möglicher Limitationen ist die Voraussetzung für optimale EMG-Messungen. Dies zeigte sich am Beispiel eines EMG, das in einer Arztpraxis, die sich direkt neben einer Radiologiepraxis befindet, gemessen wurde. EMG ist so sensitiv für Spannung, dass trotz Abschirmung der Radiologiepraxis, die Spannung eines dort durchgeführten MRT, in der anderen Praxis mit Werten über  $4.000 \mu\text{V}$  im EMG in Ruhe (Abb. 31) gemessen werden konnte.

## 9. ZIELE UND FORSCHUNGSFRAGEN

Vorbereitend sind physiotherapeutische Behandlungstechniken zur Behandlung von CMD anhand der vorhandenen Studienlage auszuwählen und zu einer bei allen Patienten einsetzbaren Grundbehandlung zusammenzufassen. Diese wird auf die Bedürfnisse und Verordnung der Patienten angepasst und soll den mit den D-GKV (Deutsche gesetzliche Krankenversicherungen) vereinbarten zeitlichen Rahmen von 15-20 Minuten je Heilmittel nicht überschreiten. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Therapie in Bezug auf die Wirksamkeit geprüft werden.

## 9.1 Fragen zur Messmethodik

- Ist der in dieser Arbeit einzusetzende Schmerzlokalisierungsbogen (SL-NRS) ein geeignetes Meßinstrument für die Erfassung von Schmerz bei CMD?
- Kann der SL-NRS Veränderungen des Schmerzempfindens nach Physiotherapie erfassen?

### 9.1.1 Fragen zur Validität der Messmethodik

- Kann durch die zu beschreibende Grundbehandlung die Spannung der Muskulatur verändert bzw. vermindert werden?
- Kann eine solche Veränderung im EMG gemessen werden?

## 9.2 Fragen zu Physiotherapie bei CMD

- Welche Therapieformen können sinnvoll bei CMD-Patienten eingesetzt werden?
- Wie setzt sich eine ideale physiotherapeutische Grundbehandlung bei CMD zusammen?

## 9.3 Fragen zur Schmerzmessung

- Wie viele Patienten einer kieferorthopädischen Abteilung geben Schmerz in welcher Region vor Behandlungsbeginn an?
- Können CMD-Patienten in einer kieferorthopädischen Abteilung frühzeitig erkannt werden?
- Wie hoch ist die mittlere Schmerzangabe bei CMD-Patienten (Praxisgruppe) und Kontrollgruppen?
- Verändert sich die mittlere Schmerzangabe der Praxisgruppe und der Kontrollgruppen nach Therapie?
- Verändert sich die mittlere Schmerzangabe der Praxisgruppe und der Kontrollgruppen nach Therapie innerhalb eines Termins?
- Verändert sich die mittlere Schmerzangabe der Praxisgruppe mit Schmerzangabe  $\geq 5$  (in einem Schmerzlokalisierungsbogen) nach Therapie innerhalb eines Termins?
- Verändert sich die mittlere Schmerzangabe aller Patienten vor Therapie beim ersten Termin in Bezug zu nach Therapie beim letzten Termin?

## 9.4 Fragen zu Schmerzmessung und EMG

- Sind die Ergebnisse der Schmerzmessung mit Schmerzlokalisierungsbogen und EMG vergleichbar?

## 9.5 Fragen zu EMG

- Finden sich bei Patienten mit Beschwerden im Kopf-/Kieferbereich und Beschwerden aus der Statik (z.B. Sacro-Iliacal-Gelenk-Beschwerden – SIG) signifikante Unterschiede in der Muskelspannung ( $\mu\text{V}$ ) von der „Seated Baseline“ (Ausgangs- und Ruhemessung im Sitzen) des M. masseter in Bezug zur „Standing Baseline“ (Ausgangs- und Ruhemessung im Stehen) im EMG der Kaumuskeln?
- Finden sich bei Patienten ohne Beschwerden im Kopf-/Kieferbereich und ohne Beschwerden aus der Statik (z.B. SIG) signifikante Unterschiede in der Muskelspannung ( $\mu\text{V}$ ) von der „Seated Baseline“ (Ausgangs- und Ruhemessung im Sitzen) des M. masseter in Bezug zur „Standing Baseline“ (Ausgangs- und Ruhemessung im Stehen) im EMG der Kaumuskeln?
- Verändert sich das EMG der Praxisgruppe und der Kontrollgruppen nach Therapie signifikant?

### III. METHODEN UND STUDIENTEILNEHMER

#### 10. PHYSIOTHERAPIE – AUSWAHLKRITERIEN

Wie bereits unter 6. dargelegt gibt es eine gute nationale und internationale Studienlage zu Physiotherapie bei CMD. Hierbei wird meist nicht zwischen physikalischer und Physiotherapie unterschieden. Wärme- oder Kälteapplikationen gehören z.B. zur physikalischen Therapie. Es gibt jedoch unterschiedliche Ansichten, wann Wärme- oder Kälteapplikationen bei welcher Problematik am sinnvollsten anzuwenden sind. So zeigen z.B. die Reviews von Selby<sup>[168]</sup> und Friedman<sup>[61]</sup>, dass möglicherweise Wärmeapplikation bei der Therapie von CMD besser zu sein scheint, während Burgess<sup>[27]</sup> Kälteapplikation bei CMD präferieren würde. Die unterschiedliche Studienlage und die Gefahr, dass Wärme- oder Kälteapplikationen die Ergebnisse der folgenden prospektiven Studienteile beeinflussen und somit verfälschen könnten, führten zur Entscheidung, dass die sogenannte physikalische Therapie in dieser Arbeit ausgeschlossen und somit nicht untersucht wurde.

##### 10.1 Therapiezeit

Um die Ergebnisse von Physiotherapie im Praxisalltag nachvollziehen und prüfen zu können; muss die zur Verfügung stehende Mindestbehandlungszeit (laut GKV-Vorgabe je verordnetem Heilmittel 15-20 Minuten) angegeben werden. Für die Studienabschnitte dieser Arbeit standen 15-40 Minuten (Krankengymnastik und/oder manuelle Therapie) je Patient und Therapieeinheit zur Verfügung.

##### 10.2 Grundbehandlung – Physiotherapie, manuelle Therapie

Aus den Studien in Kapitel 6, der dort erwähnten Multizenterstudie<sup>[154]</sup> und dem Buch von Stelzenmueller et al.<sup>[180]</sup> wurden als Techniken manuelle Therapie und Krankengymnastik/Physiotherapie gewählt. Basierend auf deren Kapitel 16<sup>[180]</sup> wurde eine Grundbehandlung von ca. 15 bis 20 Minuten Dauer zusammengestellt.

###### 10.2.1 Therapieablauf – intraoral – Querfriktionen Kaumuskulatur<sup>[180]</sup>

Der erste zu behandelnde Muskel ist der M. masseter mit seinen Pars superficialis und Pars profunda. Der M. masseter ist intraoral seitlich am Ramus mandibulae dicht unter der Haut palpierbar.

Die quer zur Faserrichtung verlaufenden Friktionen werden ähnlich einer Palpation durchgeführt. Hierbei drückt der Mittelfinger des Behandlers intraoral den Muskelbauch des

zu behandelnden Muskels gegen den sich extraoral befindlichen Daumen des Behandlers, der dann die Querfriktionen ausführt.

Als Nächstes folgt die Behandlung des M. pterygoideus medialis. Auch hier werden Querfriktionen ähnlich einer Palpation durchgeführt. Der Mittel- oder Zeigefinger des Behandlers tastet an der Medialseite des Ramus mandibulae den Muskel und führt die Querfriktionen mit leichtem Druck aus. Danach wird der M. pterygoideus lateralis behandelt. Hierbei wird die Kleinfingerkuppe zwischen den Tuber maxillae und dem Ramus mandibulae nach kranial gedrückt. Der Patient öffnet und schließt ca. 20-mal je Seite den Mund, die Behandlung erfolgt als Funktionsmassage. Nachdem jetzt die intraorale Behandlung der Mundschließer abgeschlossen ist, folgt als weiterer intraoral zu behandelnder Muskel der Mundöffner M. digastricus venter anterior. Ebenso wie die vorgenannten Mundschließmuskeln wird intraoral der Muskelbauch des M. digastricus gegen den die Querfriktionen durchführenden Finger gedrückt.

### **10.2.2 Therapieablauf – extraoral – Querfriktionen Kaumuskulatur**

Im Folgenden wird die Behandlung extraoral mit der suprahyoidalen Muskulatur fortgesetzt, gefolgt von dem M. temporalis. Dieser gliedert sich in die Pars anterior, Pars medialis und Pars posterior. Die extraorale Behandlung mittels Querfriktionen beginnt im anterioren Gebiet der Schläfenregion. Der Behandler massiert quer zur Faserrichtung mit mittlerem Druck, im vorderen Schläfenbereich für die Pars anterior an der Linea temporalis der Squama ossis temporalis am Os parietale. Der Therapeut/die Therapeutin massiert vom anterioren Anteil des Segments zum posterioren und von dort in Richtung Muskelansatz bis zum Jochbogen.

### **10.2.3 Therapieablauf HWS/Halsmuskulatur**

Danach wird der M. sternocleidomastoideus extraoral behandelt. Der Therapeut/die Therapeutin massiert mittels Querfriktionen die verschiedenen Muskelanteile ausgehend von den beiden Ursprüngen der Pars sternalis und der Pars clavicularis aufsteigend bis zum Processus mastoideus. Zum Abschluss folgt eine kurze Therapie im Bereich der atlantookzipitalen Verbindung, bei der der Behandler/die Behandlerin die Mm. recti capiti anteriores, longi capiti und longi colli zunächst mit den Fingern 2-4 im Übergang von C0 auf C1 unterhalb der Protuberantia occipitalis externa palpiert. Dann werden die Muskeln unter leichtem Zug des Kopfes mittels Querfriktionen behandelt.

## 11. WEITERE THERAPIE

Für zusätzlich bestehende Beschwerden, die eine weitere Behandlung erforderlich machen, wie z.B. eine notwendige Mobilisierung der Kiefergelenke und/oder der Halswirbelsäule<sup>[79,190,86,87,106,149,72,206]</sup>, die Therapie von Facialisparesen und/oder zusätzlich bestehenden SIG-Beschwerden<sup>[56,181,62,198,177]</sup>, sind (bei entsprechender Verordnung) weitere ca. 15-20 Minuten angesetzt. Zum Schluss werden den Patienten Heimübungen in Papierform<sup>[180]</sup> und als App (Apple<sup>®</sup>, Bruxismus Selbstbehandlung) zur Verfügung gestellt.

## 12. THERAPEUTEN

Drei zusätzlich in manueller Therapie ausgebildete Physiotherapeuten einer auf CMD spezialisierten physiotherapeutischen Praxis wurden mittels mehrfacher ausführlicher praktischer Schulungen auf die Grundbehandlung kalibriert.

## 13. SCHMERZLOKALISIERUNGSBOGEN (SL-NRS)

Anhand eines modifizierten Schmerzfragebogens (SL-NRS)<sup>[176]</sup> mit Schmerzlokalisierungsfeldern und Numerischer Rating Skala lassen sich Haupt- und Nebenbeschwerden ( $p \leq 0,001$ ) unterscheiden.

Eine allgemeine Schmerzskala nimmt die gerade empfundene „allgemeine Schmerzbelastung“ auf. Zwölf weitere Skalen erfassen die in einzelnen Körperregionen bestehenden Schmerzempfindungen, nämlich Kopf/Kiefer, HWS/Schulter, obere Extremität, Wirbelsäule, SIG/Hüfte und untere Extremität, jeweils die linke und rechte Körperseite betreffend (Abb. 32 und 33). Die Messung mittels SL-NRS<sup>[176]</sup> erfolgt jeweils direkt vor und direkt nach Therapie.

Zusätzlich können Patienten ihre Schmerzempfindung in die Figur auf dem Bogen einzeichnen (Abb. 33). Dies vereinfacht das Erkennen biomechanischer Belastungen und kann in diagnostische und therapeutische Überlegungen einfließen.

Universität des Saarlandes – Klinik für Kieferorthopädie

Campus Homburg - Gebäude 56 - 66421 Homburg/Saar - Telefon: +49 6841 / 1624915



Studie: Schmerz Lokalisierung + Numerische Rating Skala – SL-NRSkala © 2008 W. Stelzenmüller

Anamnese Patienten

Name:			Vorname:			Datum:			Befundnummer:		
PLZ u. Wohnort:			Straße u. Hausnr.:			Geburtsdatum:			Alter:		
Medikamente	Ja	Nein	Prothese, Bissbehelf	Ja	Nein	PT/Manuelle Therapie	Ja	Nein	Allg. Physiotherapie	Ja	Nein
Schiene	Ja	Nein	Botox	Ja	Nein	Cave? OP	Bimax	OK	UK	Vorv.	Mit Belastung
Telefon Patient:			OP am:			HWS-OP			Allergie		
CMD/FAL-Befund?	Ja	Nein	Schmerzen:	Ja	Nein	Seit Jahren	Seit Monaten	Seit Wochen	Seit Tagen	Dumpf	Stechend
Hatten Sie einen oder mehrere Unfälle:	Ja	Nein	Kam es zu einer WS/HWS-Verletzung/Schleudertrauma?	Ja	Nein	Verletzung der oberen Extremität	Ja	Nein	Verletzung der unteren Extremität	Ja	Nein

Schmerzen führen zu Spannungsveränderungen im gesamten Körper. Tragen Sie bitte in die obere Schmerzskala Ihren gerade empfundenen Schmerz ein, die unteren Schmerzskalen dienen dann der genauen Lokalisation Ihres Schmerzes.

Patienten füllen diesen Bereich selbstständig aus

<p>Bitte tragen Sie in die obere gelbe Skala Ihren gerade empfundenen Schmerz ein</p> <p>Gelb ist der gerade empfundene allgemeine Schmerz</p> <p>Schmerzempfindung nach Therapie, Schiene, Botox.....</p> <p>Zur Schmerzlokalisierung: bitte den Wert in die unten links und rechts folgenden Tabellen eintragen</p>	<p><b>Schmerzskala allgemein</b></p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table> <p>Schmerzskala. 0= Kein Schmerz, 1-3= Leichter Schmerz 4-6= mittlerer- 7-9=starker- 10= stärkster Schmerz .</p>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<p><b>Therapie:</b></p> <p>Li <input type="checkbox"/> Re <input type="checkbox"/></p> <p>Schmerz: Li <input type="checkbox"/> Re <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> UK <input type="checkbox"/> Beids. <input type="checkbox"/></p> <p>Blockade: Re <input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/></p> <p>Mundöffnung: <input type="checkbox"/></p> <p>Deviat: Re <input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> Deflex: Re <input type="checkbox"/> Li <input type="checkbox"/> MO nach MT: <input type="checkbox"/></p>																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																									

<p><b>Schmerzskala Kopf, Kiefer links (seating baseline)</b></p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>		<p><b>Schmerzskala Kopf, Kiefer rechts (seating baseline)</b></p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p><b>Schmerz- HWS/Schulter/ Nacken (seating baseline)</b></p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>		<p><b>Schmerz- HWS/Schulter/ Nacken (seating baseline)</b></p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p>Schmerzskala obere Extremität</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<p>Schmerzskala obere Extremität</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p>Schmerzskala Wirbelsäule (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<p>Schmerzskala Wirbelsäule allg. (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p>Schmerzskala SIG, Hüfte (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<p>Schmerzskala SIG, Hüfte (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p>Schmerzskala untere Extremität (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>	<p>Schmerzskala untere Extremität (standing baseline)</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>																																											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																										
<p>Schmerz Lokalisierung + Numerische Rating – SL-NRSkala verständlich?</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/></p>	<p>Ich bestätige mit meiner Unterschrift, dass meine Daten für die Schmerz-/PT- Studien v. Stelzenmüller verwendet werden dürfen und dass ich über die Studie schriftlich und mündlich aufgeklärt wurde.</p>																																																																			

In diesem Bereich kann ein Label aufgebracht werden

Unterschrift:

Infos zur Studie: W. Stelzenmüller • E-Mail: medicalevent@aol.com

Abb. 32: SL-NRS, Schmerzlokalisierungsbogen

**Universität des Saarlandes – Klinik für Kieferorthopädie** 

Campus Homburg - Gebäude 56 - 66421 Homburg/Saar - Telefon: +49 6841/1624915

Studie: Schmerz Lokalisierung + Numerische Rating Skala – SL-NRSkala © 2008 W. Stelzenmüller

Anamnese Patienten

Name:	Mustermann	Vorname:	Lisa	Datum:	18.9.12	Befundnummer:															
PLZ u. Wohnort:	64546 Nörfelden	Straße u. Hausnr.:	Mustenstr. 3	Geburtsdatum:	30.9.88	Alter:	28														
Medikamente:	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Prothese, Bissbehelf:	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/>	PT/Manuelle Therapie:	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Allg. Physiotherapie:	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/>	Weiblich:	<input checked="" type="checkbox"/>	Männlich:	<input type="checkbox"/>										
Schiene:	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Botox:	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/>	Cave?:	<input type="checkbox"/>	OP:	<input type="checkbox"/>	Bimax:	<input type="checkbox"/>	OK:	<input type="checkbox"/>	UK:	<input type="checkbox"/>	Vorv.:	<input type="checkbox"/>	Mit Belastung:	<input type="checkbox"/>	Ohne Belastung:	<input type="checkbox"/>	Mit Teilbelastung:	<input type="checkbox"/>
Telefon Patient:	073-221607	OP am:		HWS-OP:	<input type="checkbox"/>	Allergie:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
CMD/FAL-Befund?	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Schmerzen:	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Seit Jahren:	1	Seit Monaten:	6	Seit Wochen:		Seit Tagen:		Dumpf:	<input checked="" type="checkbox"/>	Stechend:	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Hatten Sie einen oder mehrere Unfälle:	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	Kam es zu einer WS/HWS-Verletzung/Schleudertrauma?	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Verletzung der oberen Extremität:	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Verletzung der unteren Extremität:	Ja <input type="checkbox"/>
--	--	--	--	-----------------------------------	--	------------------------------------	-----------------------------

Schmerzen führen zu Spannungsveränderungen im gesamten Körper. Tragen Sie bitte in die obere Schmerzskala Ihren gerade empfundenen Schmerz ein, die unteren Schmerzskalen dienen dann der genauen Lokalisation Ihres Schmerzes.

**Bitte tragen Sie in die obere gelbe Skala Ihren gerade empfundenen Schmerz ein**

**Gelb ist der gerade empfundene allgemeine Schmerz**

Schmerzempfindung nach Therapie, Schiene, Botox.....

Zur Schmerzlokalisation: bitte den Wert in die unten links und rechts folgenden Tabellen eintragen

Schmerzskala allgemein										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Schmerzskala. 0= Kein Schmerz, 1-3= Leichter Schmerz 4-6= mittlerer- 7-9=starker- 10= stärkster Schmerz .

**Therapie:**

Li  Re

Schmerz: Li  Re   
OK  UK   
Beids.

Blockade: Re  Li

Mundöffnung:

Deviat: Re  Li   
Deflex: Re  Li   
MÖ nach MT:

**Schmerzskala Kopf, Kiefer links (seating baseline)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

**Schmerz- HWS/Schulter/ Nacken (seating baseline)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

Schmerzskala obere Extremität

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Schmerzskala Wirbelsäule (standing baseline)

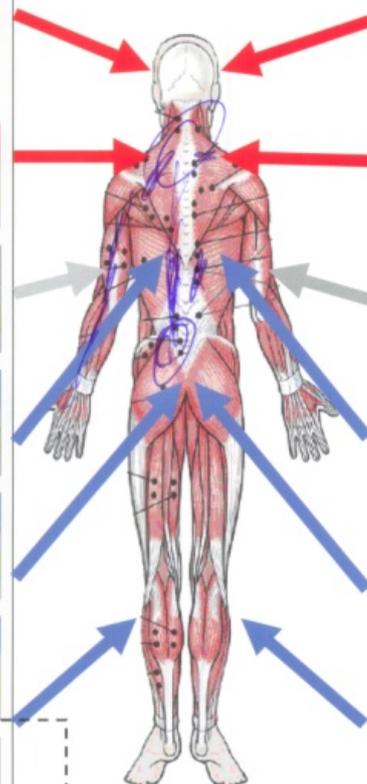
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Schmerzskala SIG, Hüfte (standing baseline)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Schmerzskala untere Extremität (standing baseline)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**Schmerzskala Kopf, Kiefer rechts (seating baseline)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

**Schmerz- HWS/Schulter/ Nacken (seating baseline)**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								

Schmerzskala obere Extremität

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schmerzskala Wirbelsäule allg. (standing baseline)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Schmerzskala SIG, Hüfte (standing baseline)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

Schmerzskala untere Extremität (standing baseline)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schmerz Lokalisierung + Numerische Rating – SL-NRSkala verständlich?

Ja  Nein

In diesem Bereich kann ein Label aufgebracht werden

Unterschrift: 

Infos zur Studie: W. Stelzenmüller • E-Mail: medicalevent@aol.com

Abb. 33: SL-NRS, Patientenbeispiel

## 14. OBERFLÄCHEN-EMG

Das EMG, ein MyoSystem 2000 von Noraxon®, misst die Rohdaten mit einer Messfrequenz von 1000 Hz und im ungefilterten Bandpass von 10 bis 500 Hz; der CMRR Wert beträgt > 100 dB; das Grundlinienrauschen ist < 1µV RMS, die Eingangsimpedanz beträgt mindestens 10 mΩ. Der EMG-Messplatz (Abb. 34 und 35) befindet sich in einer physiotherapeutischen Praxis und wurde von Noraxon vor den Messungen mehrfach kalibriert und vor Ort überprüft.



Abb. 34: EMG-Messplatz – Setting



Abb. 35: EMG-Messplatz – Beispiel

Der Untersucher wurde von Noraxon mehrfach geschult und überprüft. Als Messelektroden dienen bipolare Hautelektroden, Ag/AgCl, mit 1 cm Durchmesser, Distanz 2 cm, (Noraxon #272) und eine fixierte Interelektrode als Referenzelektrode auf einer elektrisch inaktiven Körperstelle. Die Elektroden werden nach Entfettung der Haut mit Alkohol in Richtung des Muskelfaserverlaufs auf dem Muskelbauch der Mm. masseter, Mm. temporales anterior, Mm. digastricci und der Mm. cervicalis geklebt<sup>[170,104,177]</sup> (Abb. 36 bis 39). Um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch mögliche Hautwiderstände zu vermeiden, wurde bei angeklebten Elektroden zunächst 5 Minuten abgewartet; erst danach wurde gemessen.



Abb. 36: Elektrodenposition Gesichtsmuskulatur



Abb. 37: Elektrodenposition Höhe C4 Nackenmuskulatur



Abb. 38: Beispiel Elektrodenanlage (frontal)



Abb. 39: Beispiel Elektrodenanlage (von links)

## 14.1 Spezielle „EMG-CMD-Software“

Die Rohdaten wurden in Echtzeit durch die Mess- und Auswertungssoftware MyoResearch XP von Noraxon® erfasst und auf der Festplatte abgespeichert<sup>[104,170]</sup>. Um Messfehler zu vermeiden, wurde das Gerät für alle Messungen durch Herrn Dr. Peter Konrad (Noraxon Deutschland) kalibriert und mehrfach überprüft.

Die Messungen wurden sowohl in Deutschland als auch in Österreich – mit dem identischen Gerät – jeweils nach Freigabe und vorheriger Kalibrierung durch Noraxon® durchgeführt. Die Elektromyogramme wurden auf einem nur der EMG-Datenerfassung dienenden Notebook (Gericom) mit dem Betriebssystem Windows XP erfasst und automatischen Analysereports zugeführt<sup>[170]</sup>. Mit der Software können zudem die Rohdaten der EMG-Signale ausgewertet werden. Die zur Messung ausgewählten Muskeln können anhand von vorkonfigurierten anatomischen Karten ausgewählt werden. In einem 6 Schritte umfassenden exakt definier- und wiederholbaren halbautomatisch ablaufenden Mess- und Auswertungsprotokoll werden die Messungen erfasst<sup>[170]</sup>.

Diese Schritte<sup>[147]</sup> sind:

1.	Baselinemessung im Sitzen ( <b>Seated Baseline</b> )
2.	Baselinemessung im Stehen ( <b>Standing Baseline</b> )
3.	HabitueLLer maximaler Biss ( <b>Functional Clench</b> )
4.	Kontrollbiss auf Watterollen, um Okklusionsstörungen auszugleichen ( <b>Controlled Clench</b> )
5.	Schlucken ( <b>Swallow</b> )
6.	10 Sekunden festes Zubeißen (maximale Anspannung) ( <b>Long Clench</b> ), Test auf Ermüdung der Muskulatur (Fatigue), dient auch zur Neutralisierung

Tab. 04: 6 Schritte umfassendes Mess- und Auswertungsprotokoll

Für die folgenden prospektiven Studienteile wurden Schritt 5 und 6 des teilautomatisierten Messprotokolls zwar durchgeführt, aber nicht weiter ausgewertet, da diese Aspekte zur Beantwortung der untersuchten Fragen nicht benötigt wurden. Schritt 6, das 10-sekündige feste Zubeißen, wurde zur Neutralisierung nach jeder Messreihe durchgeführt.

Die folgenden Abbildungen 40 und 41 zeigen jeweils die erste Seite eines Messprotokolls der Mm. temporalis anterior und der Mm. masseter bei einer beschwerdefreien Kontrollperson und einem Patienten nach Motorradunfall.

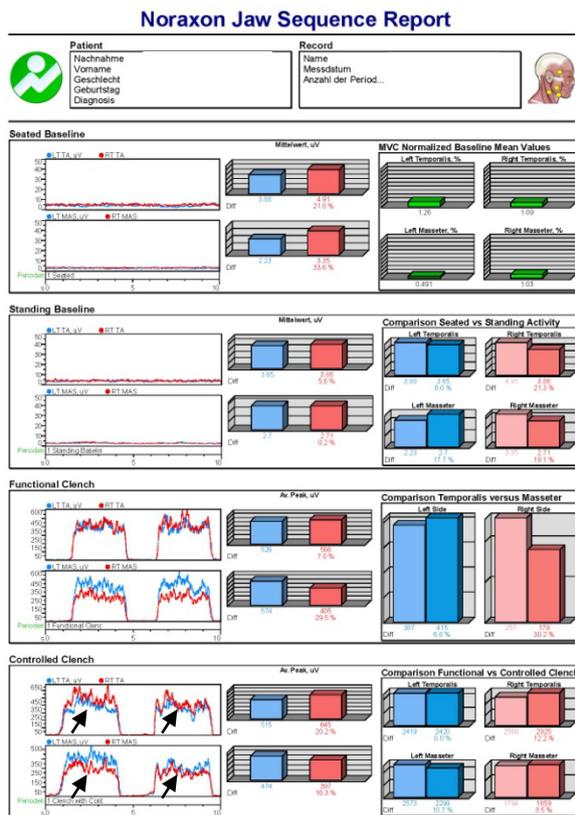


Abb. 40: *Balanciertes Protokoll, besonders im Functional und Controlled Clench bei Kontrollperson. Spannung beim Zubeißen bis 600 µV möglich.*

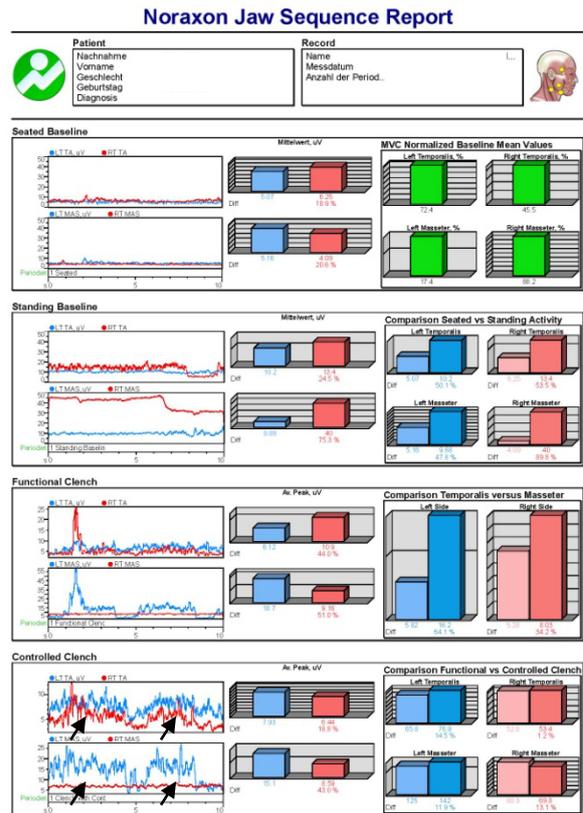


Abb. 41: *Dysbalanciertes Protokoll, besonders im Functional und Controlled Clench bei P3 (nach Motorradunfall). Spannung beim Zubeißen nur bis max. 18,7 µV möglich.*

## 15. AUFTEILUNG DER STUDIENTEILE DIESER DISSERTATION

Diese Arbeit unterteilt sich in fünf prospektive Abschnitte:

- **1: SL-NRS – Schmerzmessung mit Schmerzlokalisierungsbogen**  
 Hierbei soll geklärt werden, ob sich die mittlere Schmerzangabe (Mittelwert und Median) bei Patienten und Kontrollpersonen nach Physiotherapie im SL-NRS verändert.
- **2: SL-NRS und EMG – Schmerzmessung mit SL-NRS und Elektromyographie**  
 Mittels Vergleich der Ergebnisse der Schmerzlokalisierungsbögen und Elektromyogrammen von Patienten und Kontrollpersonen wird untersucht, ob Schmerzen im EMG messbar sind.
- **3: EMG – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System**  
 Zu klären ist, ob Belastungen (Schmerzen) aus der Statik (z.B. SIG-Blockaden) im stomatognathen System im EMG messbar sind.

- **4: EMG – Auswirkung von Physiotherapie**  
Überprüft wird, ob und wie sich das Ruhe-EMG nach Physiotherapie verändert.
- **5: Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen**  
Untersucht wird, inwieweit das dynamische EMG Beschwerden kieferchirurgischer Patienten zeigt und ob hier Auswirkungen von Physiotherapie im dynamischen EMG mess- und darstellbar sind.

## 16. STUDIENTEILNEHMER

### 16.1 Teilnehmer – Studienteil 1: Schmerzmessung mit SL-NRS

Anhand von fünf Gruppen (n = 1.257) wurde mittels jeweils eines Schmerzlokalisierungsbogens (SL-NRS)<sup>[176]</sup> je Teilnehmer für den Untersucher verblindet vor und nach Therapie überprüft, ob und über welche Schmerzen die Studienteilnehmer klagen und wie sich die Schmerzen im Körper verteilen. Bei der Praxisgruppe und der Kontrollgruppe wurde zudem überprüft, inwieweit sich die Werte vor und nach Therapie verändern. Bei allen Gruppen dieser prospektiven Studie erfolgte die Teilnehmerauswahl konsekutiv.

Die Gruppen sind:

<b>P-Praxis</b>	n = 807	Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis
<b>P-Praxis ≥ 5</b>	n = 319	Untergruppe der Gruppe P-Praxis, mit Schmerzangabe im SL-NRS von ≥ 5
<b>P-Wien</b>	n = 148	Patienten der Universitätszahnklinik, Abteilung für Kieferorthopädie – Wien
<b>P-HSaar</b>	n = 242	Patienten der Klinik für Kieferorthopädie, Universität des Saarlandes – Homburg/Saar
<b>K-FFM</b>	n = 40	Zahnmedizinstudenten der Universität Frankfurt als Kontrollgruppe (vor und nach einer dreistündigen Vorlesung zu einem kieferorthopädischen Thema)
<b>K-Kitz</b>	n = 20	CMD-beschwerdefreie Teilnehmer eines KFO-Kongresses in Kitzbühel als Kontrollgruppe

Tab. 05: Teilnehmergruppen – Studienteil 1: Schmerzmessung mit SL-NRS

Die Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis (P-Praxis) hatten als Eingangskriterium eine gültige zahnärztliche Verordnung mit der Diagnose CMD, Myopathie, Myoarthropathie, Arthropathie oder vergleichbar.

Zum Vergleich der Schmerzverteilung dieser Patientengruppe wurden zwei Patientenkontrollgruppen verschiedener Universitäten (P-Wien und P-HSaar) für den Untersucher verblindet aufgenommen. Die Teilnehmer füllten in einem Zeitraum von ca. 6-12 Monaten, nach kurzer Erklärung alleine, für den Untersucher verblindet, einen Fragebogen zur Schmerzlokalisierung (SL-NRS)<sup>[176]</sup> aus.

Um die Effekte von Physiotherapie auf Schmerz einordnen zu können, wurde eine im Alter mit der Gruppe P-Praxis vergleichbaren Gruppe K-Kitz konsekutiv in die Studie aufgenommen. Deren Schmerzlokalisierungsbögen wurden innerhalb von 1-2 Tagen für den Untersucher verblindet erhoben.

Zur Beurteilung der Messungen des SL-NRS auf Veränderungen in der Schmerzangabe wurde zusätzlich eine Kontrollgruppe aus Zahnmedizinstudenten aufgenommen. Diese Gruppe (K-FFM) füllte vor und nach einer 3-stündigen Vorlesung jeweils einen Schmerzlokalisierungsbogen aus. Bei allen Gruppen wurden – nach entsprechender Aufklärung und Unterschrift – alle Personen, die teilnehmen wollten, (konsekutiv) in die Studie aufgenommen.

## 16.2 Teilnehmer – Studienteil 2: Schmerzmessung SL-NRS u. EMG

Anhand von zwei Gruppen (n = 58) wurde mittels eines Schmerzlokalisierungsbogens<sup>[176]</sup> und EMG geprüft, ob sich Schmerzangaben auch im EMG zeigen. Die Gruppen sind:

<b>P-Praxis (+EMG)</b>	n = 38	Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis
<b>K-Kitz</b>	n = 20	Teilnehmer eines KFO-Kongresses in Kitzbühel als Kontrollgruppe

Tab. 06: Teilnehmergruppen – Studienteil 2: Schmerzmessung mit SL-NRS und EMG

Die Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis (P-Praxis (+EMG)) hatten als Eingangskriterium eine gültige zahnärztliche Verordnung mit der Diagnose CMD, Myopathie, Myoarthropathie, Arthropathie oder vergleichbar. Die Auswahl der Teilnehmer dieser prospektiven Studie erfolgte nach dem Zufallsprinzip, jedoch mussten die Patientinnen bzw. Patienten über Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich und/oder HWS geklagt haben. Es wurde vor Aufnahme in die Studie nicht untersucht, ob anderweitige evtl. Schmerz verursachende Beschwerden (z.B. SIG) vorlagen (kein Ausschlusskriterium).

Um die Effekte von Physiotherapie auf Schmerz einordnen zu können, wurde wiederum die im Alter mit der P-Praxis vergleichbaren Gruppe K-Kitz prospektiv und konsekutiv in die Studie aufgenommen. Deren Schmerzlokalisierungsbögen wurden innerhalb von 1-2 Tagen für den Untersucher verblindet erhoben.

### 16.3 Teilnehmer – Studienteil 3: EMG – Auswirkung von Statik

Anhand von zwei Gruppen (n = 70) wird geprüft, ob die Annahme aus der Pilotstudie von Stelzenmüller und Kopp<sup>[177]</sup>, dass sich Veränderungen aus der Statik im EMG nachweisen lassen, Bestand hat. Die Gruppen sind:

<b>P-mSP</b>	n = 35	Patienten Physiotherapiepraxis – CMD mit Statikproblemen
<b>P-oSP</b>	n = 35	Patienten Physiotherapiepraxis – CMD ohne Statikprobleme

Tab. 07: Teilnehmergruppen – Studienteil 3: Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System

Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis hatten als Eingangskriterium alle eine gültige zahnärztliche Verordnung mit der Diagnose CMD, Myopathie, Myoarthropathie, Arthropathie oder vergleichbar. Die Gruppe P-oSP wies außer Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich keine auffälligen Beschwerden auf, die Gruppe P-mSP hatte zusätzlich nachgewiesene Statikprobleme<sup>[62,198,30,15]</sup>. Die Auswahl der Teilnehmer dieser prospektiven Studie erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Die Zuordnung zu der jeweiligen Gruppe erfolgte wie im Folgenden unter Abschnitt 18.3 detailliert beschrieben.

### 16.4 Teilnehmer – Studienteil 4: EMG – Auswirkung von Physiotherapie

Anhand von drei Gruppen (n = 90) wird geprüft, ob und wie sich die gemessenen Muskelspannungen vor und nach Therapie im EMG unterscheiden. Die Gruppen sind:

<b>P-mSP</b>	n = 35	Patienten Physiotherapiepraxis – CMD mit Statikproblemen
<b>P-oSP</b>	n = 35	Patienten Physiotherapiepraxis – CMD ohne Statikprobleme
<b>K-Kitz</b>	n = 20	Teilnehmer eines KFO-Kongresses in Kitzbühel als Kontrollgruppe

Tab. 08: Teilnehmergruppen – Studienteil 4: Auswirkung von Physiotherapie im EMG

Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis hatten als Eingangskriterium alle eine gültige zahnärztliche Verordnung mit der Diagnose CMD, Myopathie, Myoarthropathie, Arthropathie oder vergleichbar. Die Gruppe P-oSP wies außer Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich keine auffälligen Beschwerden auf, die Gruppe P-mSP hatte zusätzlich

nachgewiesene Statikprobleme<sup>[62,198,30,15]</sup>. Die Auswahl der Teilnehmer dieser prospektiven Studie erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Die Zuordnung zu der jeweiligen Gruppe erfolgte wie im Folgenden unter Abschnitt 17.4 detailliert beschrieben.

## 16.5 Teilnehmer – Studienteil 5: MKG-Chirurgie u. Physiotherapie

An vier Fallbeispielen, drei im Kiefer-/Gesichtsbereich operierten Patienten (P1-3) sowie einer Kontrollperson (K) wurde mittels EMG überprüft, ob sich geklagte Schmerzen in einem für diese Beschwerden charakteristischen Muster im EMG zeigen.

Einschlusskriterium für die drei mund-kiefer-gesichtschirurgisch operierten Patienten (P1-3) war ein in der klinischen Untersuchung und Bildgebung (MRT und CT) gesicherter, knöchern stabiler und infektfreier Befund. Bei ihnen wurden jeweils soweit möglich 14 und 18 Wochen nach OP Vergleichsmessungen mit EMG durchgeführt. Die Patienten hatten Schmerzen, die auch ohne Teilnahme an der Studie Physiotherapie erfordert hätten. Alle untersuchten Teilnehmer dieser prospektiven Studie waren zwischen 36 und 50 Jahren alt, der Altersdurchschnitt lag bei 46 Jahren.

<b>P1</b>	Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur, Z.n. Sturz vom Pferd mit Hufschlag in die rechte Gesichtshälfte. Augenbodenverletzung im Bereich des orbitalen Trigemindruckpunktes, linksseitig verlangsamte Hirnströme, kieferchirurgische Versorgung.
<b>P2</b>	Patientin mit multipler Gesichtsfraktur, Z.n. Verkehrsunfall. Narbenschmerzen in Ruhe, Deflexion links. Teilerreißung des M. masseter links, kieferchirurgische Versorgung. Mundöffnung 22 mm, zum Ende der Therapie volle Mundöffnung 40 mm.
<b>P3</b>	Patient mit dreifacher Kieferfraktur rechts, Z.n. Motorradunfall, kieferchirurgische Versorgung. Sternoclaviculargelenk links wenig Rotation und Schmerzen, M. sternocleidomastoideus links und rechts druckdolent.
<b>K</b>	Kontrollperson, die mit validen Tests auf CMD- und SIG-Beschwerden untersucht wurde. Sie hatte weder CMD- noch SIG-Beschwerden.

Tab. 09: Teilnehmergruppen – Studienteil 5: Evaluierung Therapieerfolg von MKG-Chirurgie und Physiotherapie

## 17. ABLAUF DER STUDIENABSCHNITTE

Einschlusskriterium der Praxisgruppen (P-Praxis, P-mSP, P-oSP, P1-3) war eine bestehende Kraniomandibuläre Dysfunktion. Um dies sicherzustellen, wurde in allen Studienteilen bei den Praxisgruppen zur Bestätigung der Diagnose CMD, Myopathie, Myoarthropathie, Arthropathie oder vergleichbar auf der zahnärztlichen Verordnung zusätzlich ein 40-minütiger Befund erhoben.

## 17.1 Ablauf – 1: Schmerzmessung mit SL-NRS

Die Gruppe P-Praxis bekam beim Betreten der Praxis jeweils einen SL-NRS<sup>[176]</sup> und füllte diesen nach kurzer Erklärung alleine, für den Untersucher verblindet, vor Behandlungsbeginn sowie unmittelbar nach der Behandlung aus.

Die Gruppen P-Wien und P-HSaar bekamen beim Betreten der Klinik jeweils einen SL-NRS<sup>[176]</sup> und füllte diesen nach kurzer Erklärung alleine, für den Untersucher verblindet, vor ihrem jeweiligen Termin aus.

Die Studentinnen und Studenten der Gruppe K-FFM füllten einen SL-NRS<sup>[176]</sup> vor und unmittelbar nach einer dreistündigen Vorlesung zu einem kieferorthopädischen Thema aus, um zu überprüfen, ob sich bei diesen Teilnehmern nach der Belastung durch die Vorlesung die Schmerzangaben verändern.

Die Teilnehmer der Kontrollgruppe wurden ebenfalls wie die Gruppe P-Praxis gebeten, jeweils vor und nach der physiotherapeutischen Behandlung den SL-NRS auszufüllen.

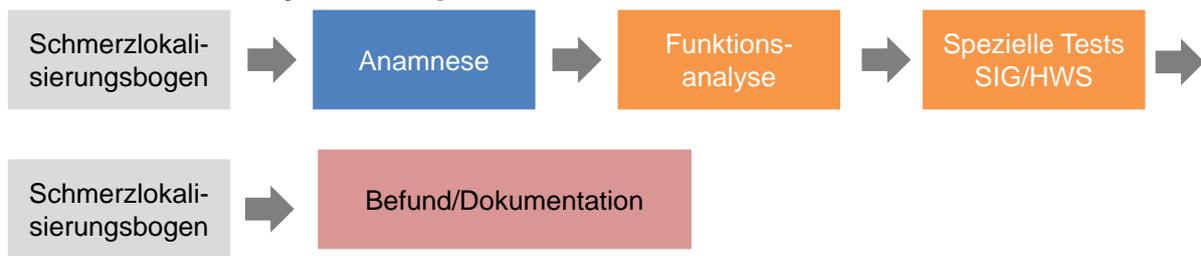
Alle Bögen wurden für den Untersucher verblindet gesammelt, die Daten in Excel (Microsoft®, USA) erfasst und dann in SPSS 19 (IBM® SPSS Inc. Chicago/ Illinois, USA) ausgewertet.

Da es sich bei der Gruppe P-Praxis um Patientinnen und Patienten mit einer Verordnung für Physiotherapie handelt, wurde zunächst ein Befund erhoben, um mögliche Risiken durch die Studie auszuschließen und um gezielt therapieren zu können (Zeitaufwand (ZA): 40 Min. Erst ab dem zweiten Termin wurde gezielt therapiert: ZA: 20-40 Min., je nach Verordnung).

Bei der ersten Auswertung (Abb. 42) wurden die Schmerzangaben im SL-NRS bei den Patienten der Gruppe P-Praxis vor und nach der physiotherapeutischen Behandlung beim ersten Behandlungstermin verglichen.

Des Weiteren wurden die Schmerzangaben dieser Gruppe im SL-NRS vor Therapie beim ersten Behandlungstermin abschließend mit den Angaben im SL-NRS nach Therapie beim letzten Behandlungstermin verglichen und die Ergebnisse ausgewertet. Dabei war es nicht von Belang, wie häufig und in welcher Frequenz der Patient Behandlungstermine wahrnahm. Separat betrachtet wurde dabei noch eine Untergruppe von Schmerzpatienten der Gruppe P-Praxis ( $P\text{-Praxis} \geq 5$ ), die vor dem ersten Behandlungstermin im SL-NRS – unabhängig bei welcher Unterskala – eine Schmerzangabe von  $\geq 5$  angaben. Bei diesen Schmerzpatienten wurden die Schmerzangaben im SL-NRS vor und nach der physiotherapeutischen Behandlung beim ersten Behandlungstermin verglichen und ausgewertet.

### Messkaskade Physiotherapie – 1. Termin



### Messkaskade Physiotherapie – ab 2. Termin



Abb. 42: Ablauf 1 – Schmerzmessung im SL-NRS – Gruppe P-Praxis

## 17.2 Ablauf – 2: Schmerzmessung SL-NRS und EMG

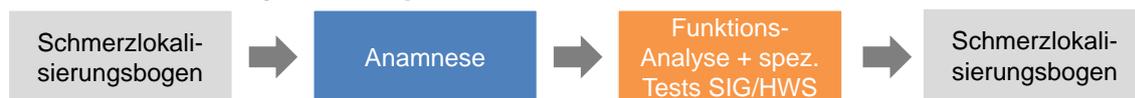
Auch in dem zweiten Studienabschnitt (Abb. 43) füllten vor Behandlungsbeginn 38 zufällig ausgewählte Patienten der Gruppe P-Praxis (P-Praxis (+EMG)), nach kurzer Erklärung alleine, für den Untersucher verblindet, einen Fragebogen zur Schmerzlokalisierung (SL-NRS)<sup>[176]</sup> aus. Danach wurden diese Patienten mittels Kabel mit dem EMG verbunden. Der Ablauf der Studie verlief folgendermaßen:

1.	Ausfüllen des Fragebogens zur Schmerzlokalisierung
2.	EMG: Baselinemessung im Sitzen (Seated Baseline)
3.	Variation eines Faktors: Wechsel vom Sitz in den Stand
4.	EMG: Baselinemessung im Stehen (Standing Baseline)
5.	10 Sekunden festes Zubeißen (maximale Anspannung) (Long Clench). Zur Deprogrammierung nach EMG-Messung (auch Test auf Ermüdung)
6.	Physiotherapeutische Grundbehandlung <sup>[155]</sup>
7.	Wiederholung der EMG-Messungen (Schritte 2-5)
8.	Abschließendes Ausfüllen des Fragebogens zur Schmerzlokalisierung

Tab. 10: Ablauf 2 – Schmerzmessung SL-NRS und EMG

Die SL-NRS wurden ebenso wie die EMG-Ausdrucke gesammelt und am Ende ausgewertet. Die Daten wurden in Excel übertragen und zur Statistik in SPSS 19 überführt.

**Messkaskade Physiotherapie – 1. Termin**



**Messkaskade EMG – 2. Termin**



**EMG – Veränderungen aus Statik im Ruhe EMG**

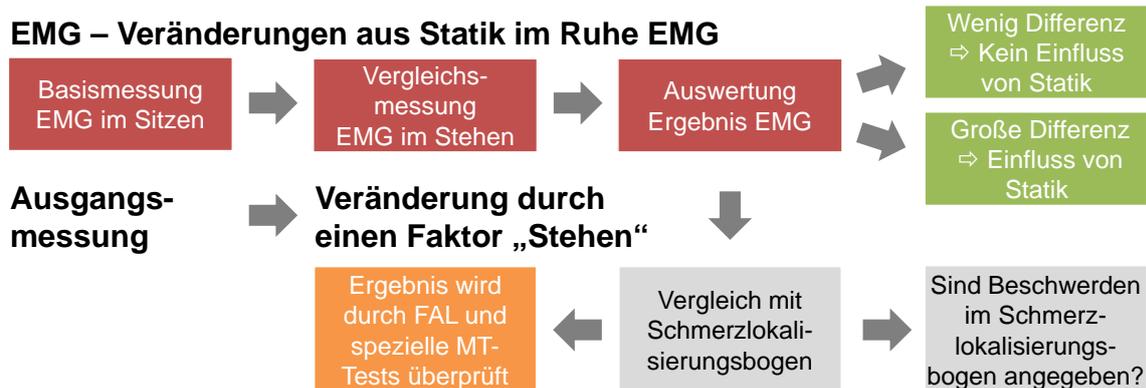


Abb. 43: Ablauf 2– Schmerzmessung SL-NRS und EMG – Gruppe P-Praxis (+EMG), n = 38 (FAL = manuelle Funktionsanalyse)

**17.3 Ablauf – 3: EMG – Auswirkung von Statik auf CMD**

Anhand von zwei Gruppen (kumuliert n = 70) wird geprüft, ob sich Veränderungen aus der Statik im EMG nachweisen lassen.

Bei den Patienten der Gruppe P-mSP<sup>[177]</sup>, also den Patienten mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik (z.B. SIG-Blockaden) und den Patienten der Gruppe P-oSP, die ausschließlich CMD-Beschwerden zeigten, wurden EMG-Messungen durchgeführt (Abb. 45).

Dazu wurden die Studienteilnehmer mittels Kabel mit dem EMG verbunden.

Der Ablauf der Studie verlief folgendermaßen:

1.	Befunderhebung mit Tests zum Ausschluss bzw. Bestätigung von Statikproblemen <sup>[177,62,15,30,198]</sup>
2.	EMG: Baselinemessung im Sitzen (Seated Baseline)
3.	Variation eines Faktors: Wechsel vom Sitz in den Stand
4.	EMG: Baselinemessung im Stehen (Standing Baseline)

Tab. 11: Ablauf 3 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System

Diese Schritte dienten der Überprüfung, ob die Annahme aus der Pilotstudie von Stelzenmüller und Kopp<sup>[177]</sup>, dass sich Veränderungen aus der Statik im EMG nachweisen lassen,

Bestand hat. Hierzu wurde zunächst überprüft, ob Beschwerden, die aus einer Dekompensation<sup>[108,106,107,57,23,180,176]</sup> einer veränderten Körperstatik entstanden sind, vorlagen. Dazu wurde ein Haltungstatus durchgeführt. Es gibt unterschiedliche Tests zur Beurteilung von SI-Gelenken<sup>[18,198,30]</sup>. Einer der am häufigsten genutzten, aber als „unsicher“ geltende Test ist die Überprüfung des „Vor- und Rücklaufphänomens“<sup>[62]</sup>.



Abb. 44: Patrick-Faber Test: Bei schmerzhaftem SIG kommt es zu einer Ausweichbewegung

Sicherer erscheint der „Patrick-Faber-Test“<sup>[15,62,198]</sup> (Abb. 44). Dabei liegt der Patient in Rückenlage. Die gleichseitige Hüfte und das Knie des Patienten sind gebeugt (Flexion). Die Behandlerin/der Behandler positioniert die Ferse der betroffenen Seite des Patienten (soweit möglich) auf dem Knie der nichtbetroffenen Seite. Dann fixiert er die kontralaterale Spina iliaca anterior superior (SIAS), damit die Lendenwirbelsäule in einer neutralen Position verbleibt. Das Bein der betroffenen Seite wird mit leichtem Überdruck am gebeugten Knie in Richtung Boden geführt. Bei Schmerz in der SIG- oder der Hüftregion gilt der Test als positiv<sup>[198,30]</sup>. Broadhurst und Bond<sup>[18]</sup> bewerten den Patrick-Faber-Test mit einer Sensitivität von 77 % und eine Spezifität von 100 %.

Für diese Studie wurde sowohl der Patrick-Faber-Test als auch die Untersuchung von Vor- und Rücklaufphänomen genutzt.

### EMG – Veränderungen aus Statik – im Ruhe EMG

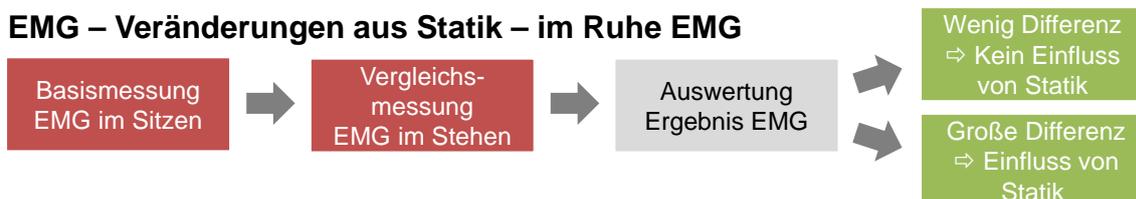


Abb. 45: Ablauf 3 und 4 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System und Auswirkung von Therapie im EMG

Die EMG-Ausdrucke wurden gesammelt und am Ende ausgewertet. Die Daten wurden in Excel übertragen und zur statistischen Auswertung in SPSS 19 (IBM® SPSS Inc. Chicago/Illinois, USA) überführt.

## 17.4 Ablauf – 4: EMG – Auswirkung von Physiotherapie

Anhand von drei Gruppen (kumuliert  $n = 90$ ) wird z.T. nochmals überprüft, ob Veränderungen aus der Statik im EMG nachweisbar sind, aber vor allem wird untersucht, ob und wie sich gemessene Muskelspannungen im EMG vor und nach Physiotherapie unterscheiden.

Bei den Patienten der Gruppe P-mSP<sup>[177]</sup> ( $n = 35$ ), also den Patienten mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik (z.B. SIG-Blockaden), und den Patienten der Gruppe P-oSP ( $n = 35$ ), die ausschließlich CMD-Beschwerden zeigten, sowie der Kontrollgruppe K-Kitz ( $n = 20$ ) wurden EMG-Messungen durchgeführt (Abb. 46).

Hierzu wurden die Studienteilnehmer mittels Kabel mit dem EMG verbunden.

Bei allen Gruppen erfolgte nach der EMG-Messung eine physiotherapeutische Grundbehandlung und lediglich bei der Gruppe mit Statikproblemen (P-mSP) bei Bedarf zusätzlich eine standardisierte manualtherapeutische Mobilisierung des SIG<sup>[177,62,15,30,198]</sup>.

Der Ablauf der Studie verlief folgendermaßen:

1.	Befunderhebung mit Tests zum Ausschluss bzw. Bestätigung von Statikproblemen <sup>[177,62,15,30,198]</sup>
2.	EMG: Baselinemessung im Sitzen (Seated Baseline)
3.	Variation eines Faktors: Wechsel vom Sitz in den Stand
4.	EMG: Baselinemessung im Stehen (Standing Baseline)
5.	10 Sekunden festes Zubeißen (maximale Anspannung) (Long Clench). Zur Deprogrammierung nach EMG-Messung (auch Test auf Ermüdung)
6.	Physiotherapeutische Grundbehandlung <sup>[155]</sup> und bei Bedarf eine Mobilisierung des SIG
7.	Wiederholung der EMG-Messungen (Schritte 2-5)

Tab. 12: Ablauf 4 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System vor und nach Therapie

Nach erfolgter Therapie wurden die EMG-Messungen (Schritte 2-5) wiederholt, um zu untersuchen, in wieweit sich die gemessenen Muskelspannungen vor und nach Therapie im EMG unterscheiden.

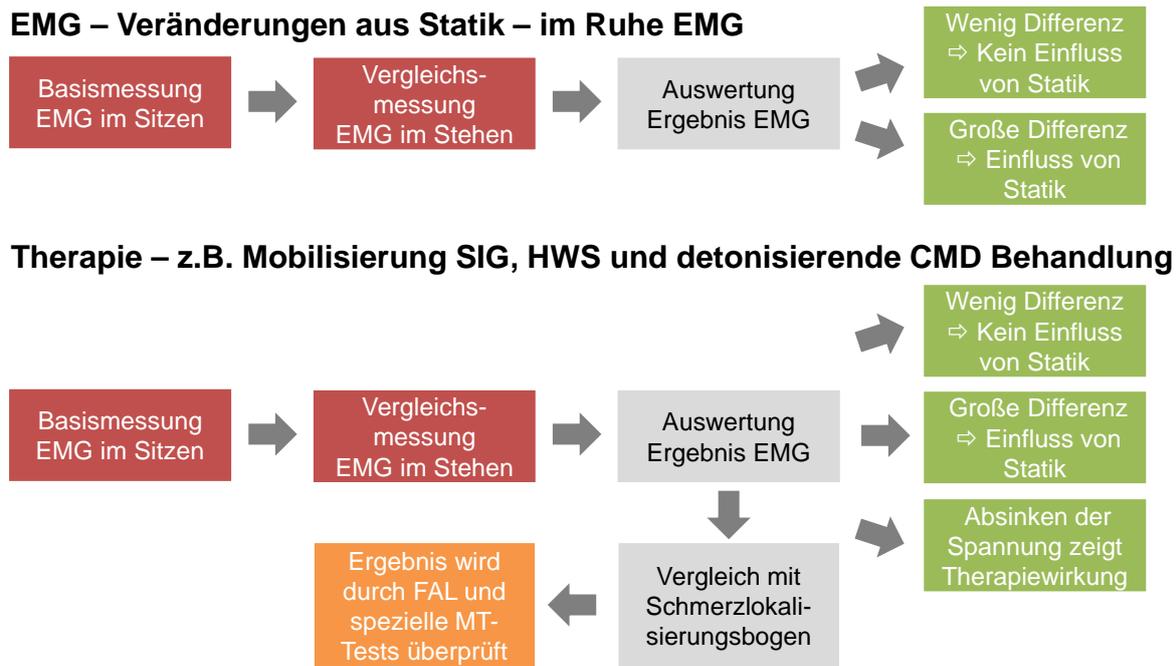


Abb. 46: Ablauf 4 – Auswirkung von Physiotherapie im EMG

Die EMG-Ausdrücke wurden gesammelt und am Ende ausgewertet. Die Daten wurden in Excel (Microsoft®, USA) übertragen und zur statistischen Auswertung in SPSS 19 (IBM® SPSS Inc. Chicago/Illinois, USA) überführt.

Zur Vereinfachung wurde im Ergebnisteil (24.1) auf die getrennte Darstellung der EMG-Messungen der linken und rechten Körperseite verzichtet. Bei der vergleichenden Betrachtung der EMG-Messungen vor und nach Physio- bzw. manueller Therapie ist die getrennte Betrachtung der linken und rechten Seite nicht von Bedeutung und könnte bei starken Seitendifferenzen beim Vergleich mehrerer Patienten möglicherweise zu Aufhebungseffekten führen. Daher werden jeweils die  $\mu\text{V}$ -Angaben der beiden Körperseiten bei den EMG-Messungen addiert und die Summen der Messungen vor und nach Therapie miteinander verglichen.

## 17.5 Ablauf – 5: MKG-Chirurgie und Physiotherapie

Der 5. Studienteil wurde durchgeführt, um festzustellen, ob die Elektromyographie bei MKG-chirurgischen Patienten zur Objektivierung der geklagten Schmerzen geeignet sein kann. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob gezielte Physiotherapie bzw. manuelle Therapie zur Rehabilitation MKG-chirurgisch versorgter Patienten eingesetzt werden soll.

Drei mund-kiefer-gesichtschirurgisch operierte Patienten (P1-3) und eine Kontrollperson (K) wurden mittels EMG (Noraxon®, MyoSystem 2000) untersucht. Einschlusskriterium für MKG-

Patienten war ein in der klinischen Untersuchung und Bildgebung (MRT und CT) gesicherter, knöchern stabiler und infektfreier Befund.

Dieser Untersuchungsablauf wurde zum ersten Mal 14 Wochen nach kieferchirurgischer OP durchgeführt und dann – wenn möglich (außer bei P3 wegen erneut notwendig gewordener OP) in der 18. Woche nach MKG-Chirurgie wiederholt (Abb. 47).

1.	Eingangsbefund und Überprüfung, ob Einschlusskriterium (knöchern stabil und infektfrei) erfüllt ist
2.	EMG: Baselinemessung im Sitzen (Seated Baseline)
3.	Variation eines Faktors: Wechsel vom Sitz in den Stand
4.	EMG: Baselinemessung im Stehen (Standing Baseline)
5.	Habituellem maximaler Biss (Functional Clench)
6.	Kontrollbiss auf Watterollen, um Okklusionsstörungen auszugleichen (Controlled Clench)
7.	10 Sekunden festes Zubeißen (maximale Anspannung) (Long Clench). Zur Deprogrammierung nach EMG-Messung (auch Test auf Ermüdung)
8.	Physiotherapeutische Grundbehandlung <sup>[155]</sup>
9.	Wiederholung der EMG-Messungen (Schritte 2-7)

Tab. 13: Ablauf 5 – Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen

Zum einen wurden die aus den vorher beschriebenen Studienteilen bekannten Baseline-Messungen durchgeführt, zum anderen wurden – angeregt durch eine Studie von Schindler und Türp<sup>[160]</sup> Messungen unter Belastung durchgeführt.

Unter Belastung bedeutet für diese Studie zweimaliges habituelles Zubeißen (Functional Clench, Schritt 5) und zweimaliges Zubeißen auf Watterollen (Controlled Clench, Schritt 6). Die Retestung nach Physio-/manueller Therapie wird an den gleichen Muskeln, jedoch ohne Veränderungen an den Positionen der Dual-Elektroden vorzunehmen, durchgeführt. Zum Schutz der Patienten und der Therapiesicherheit wurde nicht verblindet.

Die EMG-Ausdrucke wurden gesammelt und am Ende ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte deskriptiv mit Microsoft® Excel 2010 (Microsoft®, USA).

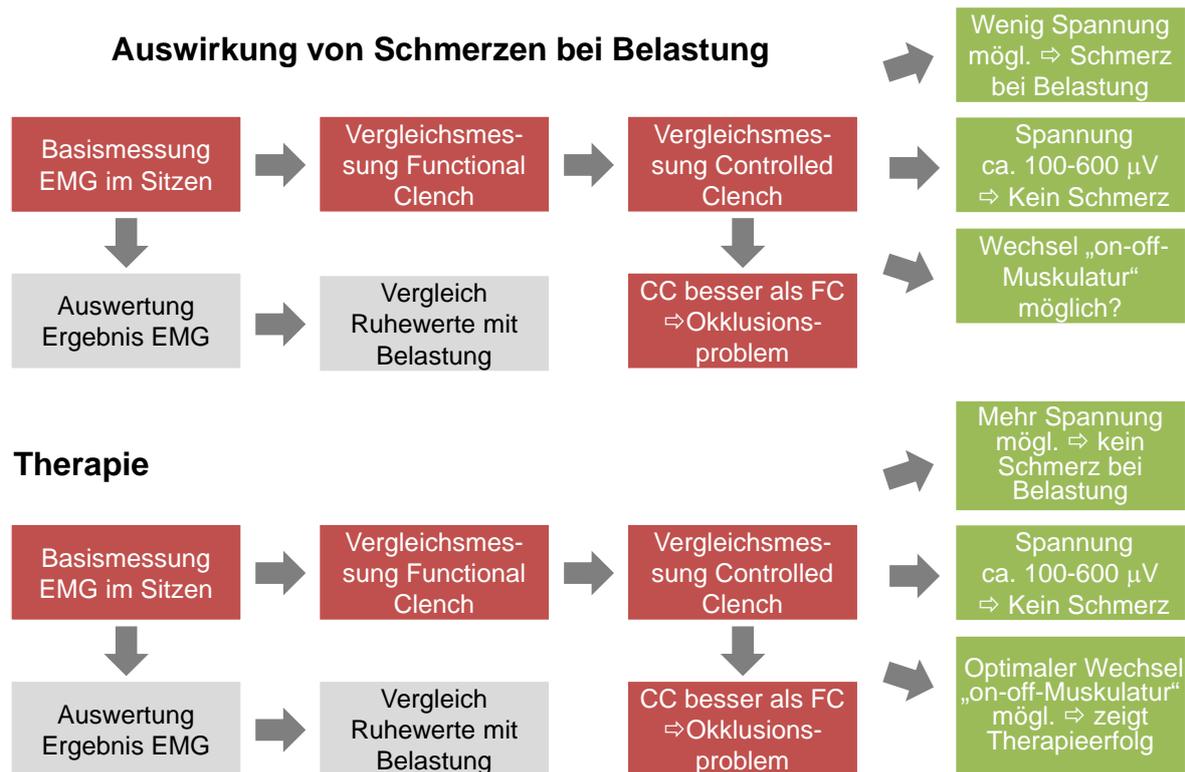


Abb. 47: Ablauf 5 – Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen

## 18. TECHNIKEN, MESSHILFEN UND GERÄTE

### 18.1 Tests

- Funktionsanalyse nach DGZMK/ Ahlers<sup>[2,3]</sup>, Bumann<sup>[23]</sup>, Stelzenmüller<sup>[179,180]</sup>
- Manualmedizinische Tests z.B. für SIG<sup>[198,30,28,62]</sup>

### 18.2 Schmerzskalen

- SL-NRS Schmerzlokalisierungsbogen<sup>[176]</sup>

### 18.3 Messgeräte

- Elektromyograph, MyoSystem 2000, von NORAXON® INC., USA

## 19. STATISTIK

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS 19 (IBM® SPSS Inc. Chicago/Illinois, USA), Excel 2010 (Microsoft®, USA) und der Auswertungssoftware MyoResearch XP (Noraxon®, USA)<sup>[170]</sup>. Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgte als Mittelwerte und Mediane,

während die Streumaße als Standardabweichungen und z.T. als Quartile angegeben wurden.

Die metrischen Variablen wurden mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Die getesteten Variablen wiesen keine Normalverteilung auf (Kolmogorov-Smirnov-Test:  $p < 0,05$ ). Bei den Vergleichen der Stichproben wurden daher durchgehend nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen.

#### **Zu den durchgeführten Tests:**

##### **Chi-Quadrat-Test:**

Zur Berechnung des Chi-Quadrat-Wertes werden für jedes Feld der Tabelle die quadrierten Abweichungen der erwarteten von den tatsächlichen Häufigkeiten durch die erwarteten Häufigkeiten dividiert. Die Summe dieser Quotienten über alle Felder der Kreuztabelle bildet den Chi-Quadrat-Wert.

Ein großer Chi-Quadrat-Wert korrespondiert mit großen Abweichungen der beobachteten von den erwarteten Häufigkeiten und deutet auf einen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen hin.

##### **Kolmogorov-Smirnov-Test – Normalverteilung**

Normalverteilungstests überprüfen die Verteilungsform von stetigen Zahlen einer Stichprobe. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung besteht bei  $p < 0,05$ ; in diesem Fall sind für die betreffenden Variablen nichtparametrische Tests zu nutzen.

##### **Spearman's Rho-Test – Rangkorrelationen für ordinalskalierte und nicht normalverteilte Variablen**

Zur Berechnung der Korrelationen zwischen zwei normalverteilten Stichproben wird der Korrelationskoeffizient nach Pearson verwendet. Wenn die Variablen kein Intervallskalenniveau erreichen oder nicht normalverteilt sind, kann die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Variablen durch Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman's Rho gemessen werden. Die Voraussetzung an die Daten sind dabei wesentlich schwächer. Die Daten müssen nur ein Ordinalskalenniveau aufweisen und müssen nicht normalverteilt sein.

Da keine Normalverteilung vorliegt, wurden als weitere Tests ausgewählt:

- Mann-Whitney-U-Test
- H-Test nach Kruskal und Wallis
- Wilcoxon-Test
- Friedman-Test

**Signifikanz:** Ein- und zweiseitige Signifikanzen

Der einseitige Test überprüft, ob ein positiver/negativer Zusammenhang zwischen den Variablen besteht, der zweiseitige, ob überhaupt ein Zusammenhang nachweisbar ist. Beim einseitigen Test wird die Gegenhypothese nicht überprüft, so dass die Irrtumswahrscheinlichkeit des einseitigen Tests immer geringer ist. Wenn man nichts über die Variablen weiß, sollte immer eine zweiseitige Signifikanz überprüft werden.

Die Signifikanz wird in dieser Arbeit sowohl als exakter p-Wert (z.B. 0,003), aber auch als Signifikanzniveau (z.B.  $p < 0,01$ ) angegeben.

- $p \geq 0,05$  → nicht signifikant
- $p < 0,05$  → signifikant
- $p \leq 0,01$  → sehr signifikant
- $p \leq 0,001$  → höchst signifikant

**Medianberechnung**

Der Median ist die Zahl, welche an der mittleren Stelle steht, wenn man die Werte nach Größe sortiert. Man teilt eine Anzahl von Werten in zwei Hälften, so dass die Werte in der einen Hälfte kleiner als der Medianwert sind, in der anderen größer.

## 20. ETHIKKOMMISSION

Alle Untersuchungen dieser Studie wurden von der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main Nr. [103/09] und der Medizinischen Universität Wien [Nr. 483/2009] genehmigt und folgen den ethischen Prinzipien der aktuellen Fassung der Deklaration von Helsinki.

## IV. ERGEBNISSE

### 21. TEIL 1: SCHMERZMESSUNG MIT SL-NRS

Zu Beginn der statistischen Auswertung wurde zunächst der Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung durchgeführt. Dieser überprüft die Verteilungsform von stetigen Zahlen einer Stichprobe. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung besteht bei  $p < 0,05$ . Bei Analyse der Ergebnisse zeigt sich, dass alle Signifikanzen  $p < 0,05$  sind, also die Stichproben somit nicht normalverteilt sind.

In den Abschnitten 21.1 bis 21.4 folgen tabellarisch die Geschlechter-, Alters-, Schienen-, und Unfallverteilung. In Kapitel 21.5 geht es um die subjektive Bewertung des Therapieerfolges der Teilnehmer der Gruppe P-Praxis. Ab Kapitel 21.6 folgen die Auswertungen der Ergebnisse der Schmerzverteilung der einzelnen Gruppen.

#### 21.1 Geschlechterverteilung

Es zeigte sich bei Studienteil 1 in den einzelnen Gruppen folgende Geschlechterverteilung:

Gruppe		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
P-Praxis	Anzahl	198	609	807
	% von Gruppe	24,5%	75,5%	100,0%
P-Wien und P-HSaar (kumuliert)	Anzahl	160	230	390
	% von Gruppe	41,0%	59,0%	100,0%
K-Kitz	Anzahl	10	10	20
	% von Gruppe	50,0%	50,0%	100,0%
K-FFM (mit Belastung)	Anzahl	15	25	40
	% von Gruppe	37,5%	62,5%	100,0%
GESAMT	Anzahl	383	874	1.257
	% von Gruppe	30,5%	69,5%	100,0%

Tab. 14: Studienteil 1: Geschlechterverteilung

	Wert	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	38,461	$P \leq 0,001$
Anzahl der gültigen Fälle	1.257	

Tab. 15: Chi-Quadrat-Test zur Geschlechterverteilung

Alle Auswertungen dieser und der folgenden Gruppenauswertungen hatten einen P-Wert von  $p \leq 0,001$ , d.h. sie haben den höchsten Signifikanzwert. Die Statistik dieser Gruppen ist deskriptiv. Die Überprüfung der Testvalidität für die Gruppen erfolgte mittels Chi-

Quadratstest. Dieser zeigt, dass die Testvalidität für die Gruppen gegeben ist. 0 Zellen (0,0 %) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 6,09.

## 21.2 Altersverteilung

Es zeigte sich bei Studienteil 1 in den einzelnen Gruppen folgende Altersverteilung:

Gruppe	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Anzahl
P-Praxis	43,41	16,001	43,00	5	87	807
P-Wien und P-HSaar (kumuliert)	18,60	7,831	16,00	7	59	376
K-Kitz	47,75	10,269	50,50	25	64	20
K-FFM (mit Belastung)	23,55	1,377	23,00	21	28	40
<b>GESAMT</b>	<b>35,34</b>	<b>17,903</b>	<b>33,00</b>	<b>5</b>	<b>87</b>	<b>1.243</b>

Tab. 16: Studienteil 1: Altersverteilung

	Asymptotische Signifikanz
Kruskal-Wallis-Test	$P \leq 0,001$

Tab. 17: Kruskal-Wallis-Test

## 21.3 Verteilung von Schienen in den verschiedenen Gruppen

Gruppe		Schiene		Gesamt
		nein	ja	
P-Praxis	Anzahl	527	279	<b>806</b>
	% von Gruppe	65,4%	34,6%	<b>100,0%</b>
P-Wien und P-HSaar (kumuliert)	Anzahl	378	11	<b>389</b>
	% von Gruppe	97,2%	2,8%	<b>100,0%</b>
K-FFM (mit Belastung)	Anzahl	39	1	<b>40</b>
	% von Gruppe	97,5%	2,5%	<b>100,0%</b>
<b>GESAMT</b>	<b>Anzahl</b>	<b>944</b>	<b>291</b>	<b>1235</b>
	<b>% von Gruppe</b>	<b>76,4%</b>	<b>23,6%</b>	<b>100,0%</b>

Tab. 18: Studienteil 1: Verteilung der Patienten mit Schienen in den verschiedenen Gruppen

	Wert	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	157,381	$P \leq 0,001$
Anzahl der gültigen Fälle	1.235	

Tab. 19: Chi-Quadrat-Test zur Verteilung der Patienten mit Schienen

Bei der Gruppe P-Praxis hatten 35 % der Patienten Zahnschienen, die sich evtl. auswirken könnten, bei den anderen Gruppen lag der Anteil von Personen mit Schiene bei ca. 3 %.

## 21.4 Verteilung von Unfällen in den verschiedenen Gruppen

Gruppe		Unfälle		Gesamt
		nein	ja	
P-Praxis	Anzahl	568	239	<b>807</b>
	% von Gruppe	70,4%	29,6%	<b>100,0%</b>
P-Wien und P-HSaar (kumuliert)	Anzahl	335	54	<b>389</b>
	% von Gruppe	86,1%	13,9%	<b>100,0%</b>
K-Kitz	Anzahl	10	8	<b>18</b>
	% von Gruppe	55,6%	44,4%	<b>100,0%</b>
K-FFM (mit Belastung)	Anzahl	35	5	<b>40</b>
	% von Gruppe	87,5%	12,5%	<b>100,0%</b>
GESAMT	Anzahl	<b>948</b>	<b>306</b>	<b>1254</b>
	% von Gruppe	<b>75,6%</b>	<b>24,4%</b>	<b>100,0%</b>

Tab. 20: Studienteil 1: Verteilung der Patienten mit Unfällen in den verschiedenen Gruppen

	Wert	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	42,221	<b>P ≤ 0,001</b>
Anzahl der gültigen Fälle	1.254	

Tab. 21: Chi-Quadrat-Test zur Verteilung der Patienten mit Unfällen

Bei der Frage nach Unfällen der verschiedenen Gruppen dieses Studienteils (Chi-Quadrat-Test,  $p \leq 0,001$ ) gaben knapp 30 % der Gruppe P-Praxis an, dass sie einen Unfall hatten. Die Patienten der beiden Vergleichsgruppen P-Wien und P-HSaar hatten mit knapp 14 % deutlich weniger Unfälle. In der Kontrollgruppe der älteren Personen ohne CMD (K-Kitz) gaben 44 % der Patienten an, dass sie einen Unfall hatten. Bei der im Alter mit den Patienten der KFO-Abteilungen vergleichbaren Kontrollpersonen (K-FFM) mit Belastung (3-stündige Vorlesung) fand sich bei 12,5 % eine mit den beiden KFO-Patientengruppen (P-Wien und P-HSaar) vergleichbare Angabe von Unfällen.

## 21.5 Vergleich – P-Praxis vor vs. nach Therapie

### 21.5.1 807 Patienten – Vergleich 1. Termin vor vs. letzter Termin nach Therapie

65,8 % der Teilnehmer ging es besser nach Therapie, 23,79 % hatten keinerlei Veränderung ihrer Beschwerden nach Therapie, 10,41 % ging es schlechter nach Therapie.

### 21.5.2 319 Patienten mit Schmerzen $\geq 5$ – Vergleich vor vs. letztem Termin

85,58 % der Teilnehmer ging es besser nach Therapie, 5,64 % hatten keinerlei Veränderung ihrer Beschwerden nach Therapie, 8,78 % ging es schlechter nach Therapie.

## 21.6 Schmerzverteilung der Gruppen im Einzelnen

### 21.6.1 Gruppe P-Praxis

75 % der Teilnehmer waren weiblich, 25 % männlich, der Altersdurchschnitt lag bei 43 Jahren.

- 266 (33 %) der 807 prospektiven CMD-Patienten gaben keine Schmerzen an.
- 541 Patienten (67 %) hatten Beschwerden im Kopf-/Kiefergelenksbereich (KK).
- Von diesen 541 hatten 88 Patienten (16 %) ausschließlich Schmerzen im KK-Bereich.
- Weitere 227 (42 %) von diesen 541 Patienten hatten Beschwerden im KK-Bereich und der Halswirbelsäule (HWS).
- 209 (39 %) von diesen 541 Patienten gaben kombinierte Beschwerden im KK-Bereich, in der HWS und den Sacroiliacalgelenken (SIG) an.
- 17 Patienten (3 %) dieser 541 Patienten hatten ausschließlich Beschwerden im SIG- und im KK-Bereich.

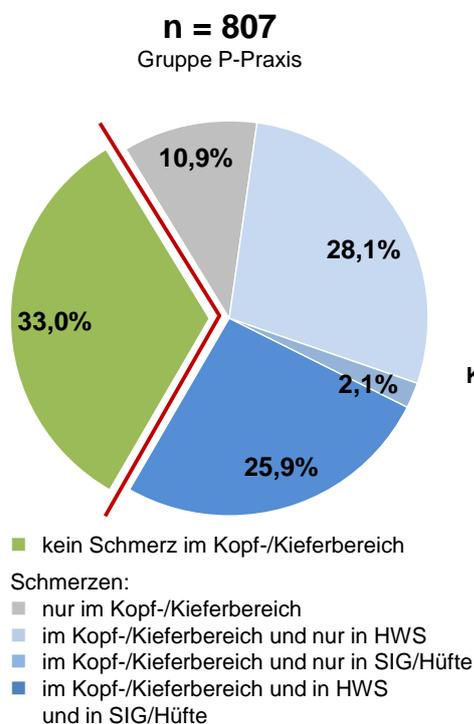


Abb. 48: Gruppe P-Praxis (n = 807)  
33 % (n = 266) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich  
67 % (n = 541) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich

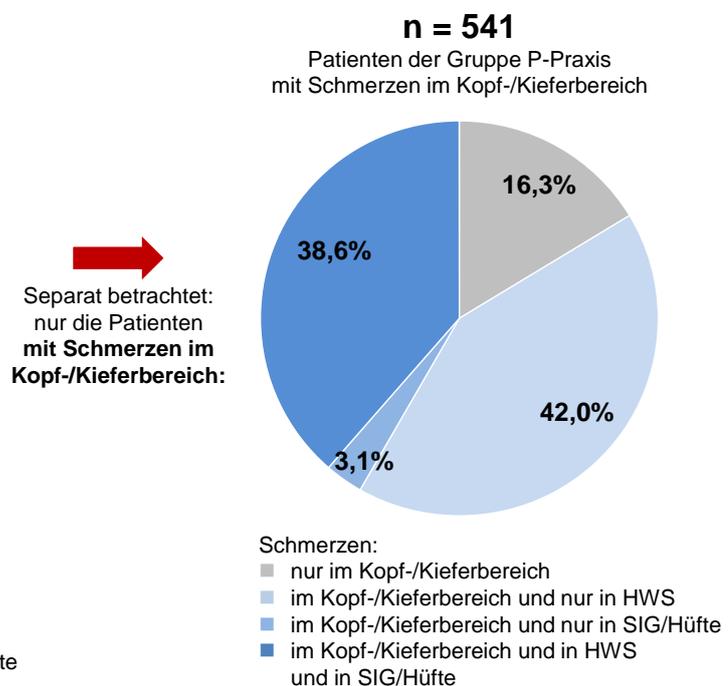


Abb. 49: Gruppe P-Praxis (n = 541)  
Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.

Betrachtet man jene 541 CMD-Patienten mit Schmerzen im Kopf- und Kieferbereich, dann hatten 16 % nur Kopf-/Kiefergelenkschmerzen und 84 % zusätzliche Schmerzen aus der Statik (Abb. 48 und 49).

### 21.6.2 Gruppe P-Wien

63 % der Teilnehmer waren weiblich, 37 % männlich, der Altersdurchschnitt lag bei 19 Jahren.

- 118 der 148 prospektiven KFO-Patienten (80 %) gaben keine Schmerzen an.
- 30 Patienten (20 %) hatten Beschwerden im Kopf-/Kiefergelenksbereich (KK).
- Von diesen 30 hatten 10 Patienten (33 %) ausschließlich Schmerzen im KK-Bereich.
- Weitere 11 (36 %) von diesen 30 Patienten hatten Beschwerden im KK-Bereich und der Halswirbelsäule (HWS).
- 8 (27 %) von diesen 30 Patienten gaben kombinierte Beschwerden im KK-Bereich, in der HWS und den SIG an.
- 1 Patientin (3 %) dieser 30 Patienten hatte ausschließlich Beschwerden im SIG- und im KK-Bereich.

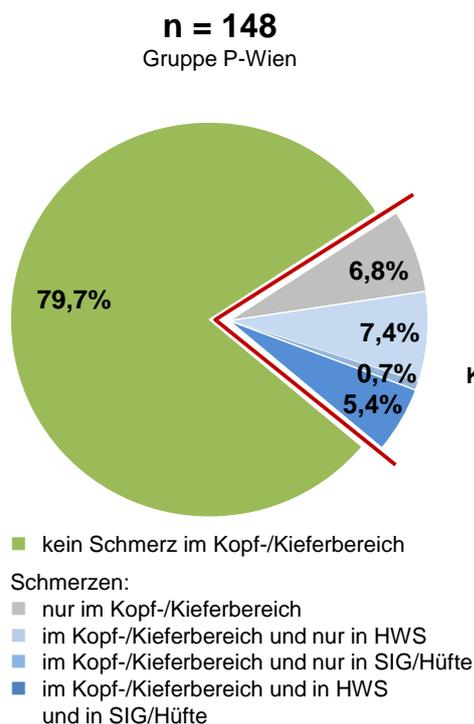


Abb. 50: Gruppe P-Wien (n = 148)  
80 % (n = 118) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich  
20 % (n = 30) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich

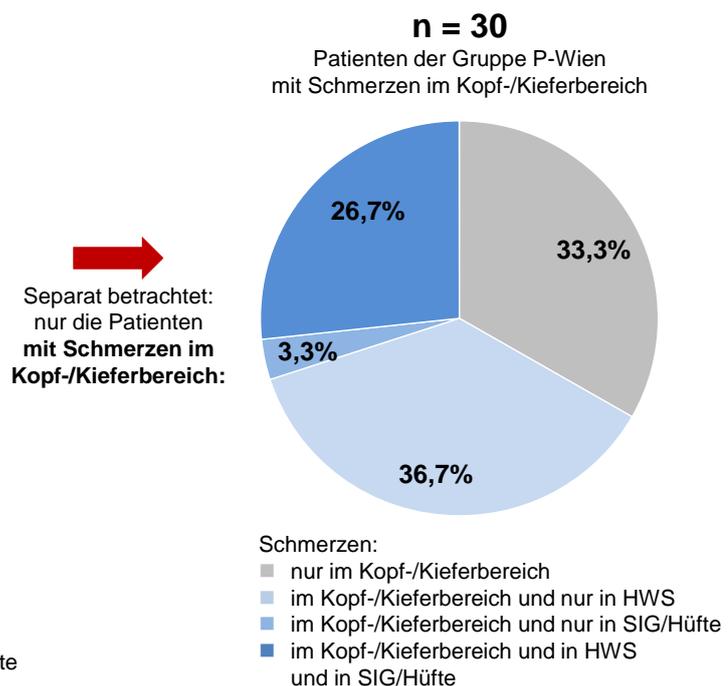


Abb. 51: Gruppe P-Wien (n = 30)  
Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.

Bei den Patienten ( $n = 30$ ), die über Schmerzen im Kopfbereich klagten, hatten ein Drittel nur Schmerzen im Kopfbereich und zwei Drittel zusätzliche Schmerzangaben in HWS und SIG (Abb. 50 und 51).

### 21.6.3 Gruppe P-HSaar

57 % der Teilnehmer waren weiblich, 43 % männlich, der Altersdurchschnitt lag bei 18,5 Jahren.

- 186 der 242 prospektiven KFO-Patienten (77 %) gaben keine Schmerzen an.
- 56 Patienten (23 %) hatten Beschwerden im Kopf-/Kiefergelenksbereich (KK).
- Von diesen 56 hatten 21 Patienten (38 %) ausschließlich Schmerzen im KK-Bereich.
- Weitere 23 (41 %) von diesen 56 Patienten hatten Beschwerden im KK-Bereich und der Halswirbelsäule (HWS).
- 10 (18 %) von diesen 56 Patienten gaben kombinierte Beschwerden im KK-Bereich, in der HWS und den Sacroiliacalgelenken (SIG) an.
- 2 Patienten (4 %) dieser 56 Patienten hatten ausschließlich Beschwerden im SIG- und im KK-Bereich.

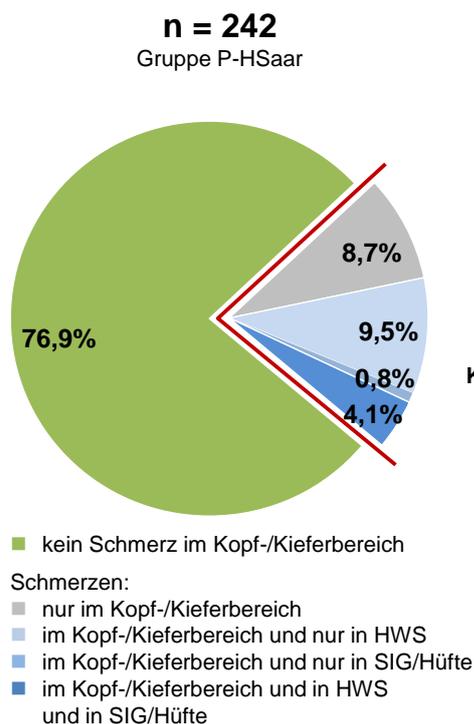


Abb. 52: Gruppe P-HSaar ( $n = 242$ )  
77 % ( $n = 186$ ) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich  
23 % ( $n = 56$ ) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich

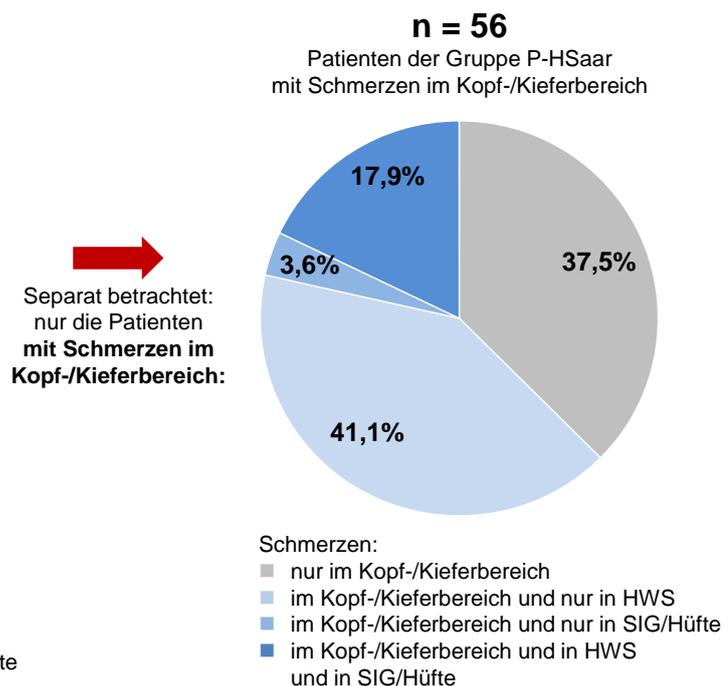


Abb. 53: Gruppe P-HSaar ( $n = 56$ )  
Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.

Von den 56 Patienten mit Schmerzen im Kopf- und Kieferbereich hatten etwas mehr als ein Drittel (38 %) ausschließlich Kopfschmerzen und fast zwei Drittel zusätzliche Schmerzen aus der Statik (Abb. 52 und 53).

### 21.6.4 Kontrollgruppe K-Kitz

Von den Teilnehmern der Kontrollgruppe K-Kitz waren 10 weiblich und 10 männlich, der Altersdurchschnitt lag bei 48 Jahren.

- 15 der 20 prospektiven Kontrollpersonen (75 %) gaben keine Schmerzen an.
- 5 Kontrollpersonen (25 %) hatten Beschwerden im Kopf-/Kiefergelenksbereich (KK).
- Von diesen 5 hatte 1 Kontrollperson (20 %) ausschließlich Schmerzen im KK-Bereich.
- Weitere 3 (60 %) von diesen 5 Kontrollpersonen hatten Beschwerden im KK-Bereich und der Halswirbelsäule (HWS).
- 1 (20 %) von diesen 5 Kontrollpersonen gab kombinierte Beschwerden im KK-Bereich, in der HWS und den Sacroiliacalgelenken (SIG) an.

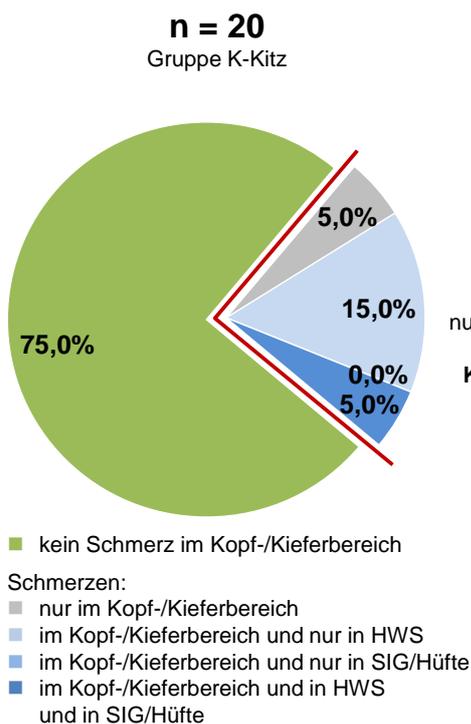


Abb. 54: Gruppe K-Kitz (n = 20)

75 % (n = 15) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich

25 % (n = 5) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich

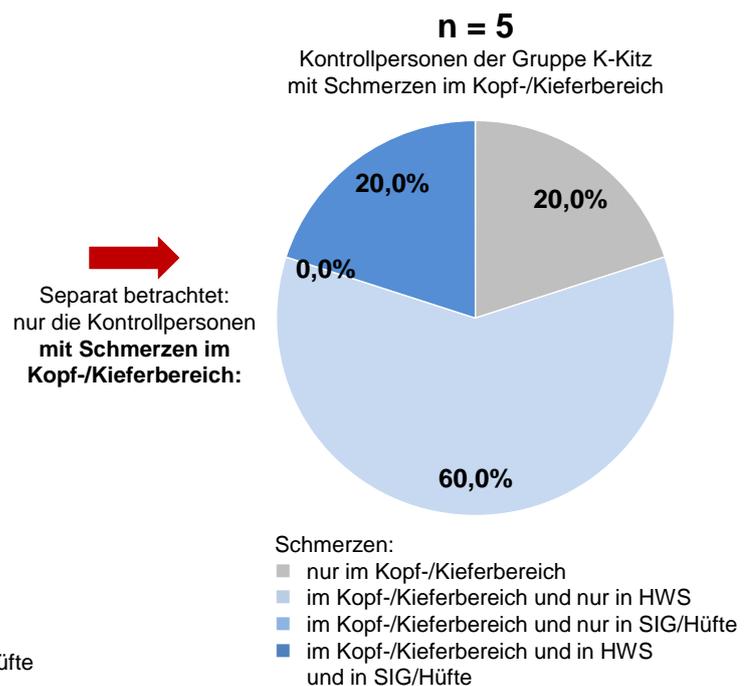


Abb. 55: Gruppe K-Kitz (n = 5)

Nur die Kontrollpersonen, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.

Bei den 5 Kontrollpersonen mit Schmerzen im Kopf- und Kieferbereich fanden sich zu 20 % nur Kopf-/Kiefergelenkschmerzen und zu 80 % zusätzliche Schmerzen aus der Statik (Abb. 54 und 55).

## 21.7 P-Praxis – Veränderung 1. Termin vor und nach Therapie

Aufgrund der Übersichtlichkeit und Relevanz werden in den folgenden Auswertungen nur die wesentlichen Ergebnisse dargestellt, die neben der allgemeinen Schmerzangabe die Unterskalen Kopf-/Kiefer, HWS und SIG/Hüfte (jeweils die linke und rechte Körperseite) betreffen.

Schmerz-angabe	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
<b>MW ± SD vor Therapie</b>	3,90 ± 2,63	2,43 ± 2,78	2,60 ± 2,89	2,86 ± 2,90	3,02 ± 2,96	1,24 ± 2,17	1,22 ± 2,20
<b>MW ± SD nach Therapie</b>	2,70 ± 2,24	1,69 ± 2,23	1,84 ± 2,38	2,00 ± 2,38	2,13 ± 2,45	0,94 ± 1,79	0,90 ± 1,78
<b>Δ MW vor/nach Therapie</b>	1,20	0,74	0,76	0,86	0,89	0,30	0,32
<b>Differenz in %</b>	30,77%	30,45%	29,23%	30,07%	29,47%	24,19%	26,23%
<b>Median vor Therapie</b>	4,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00
<b>Median nach Therapie</b>	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<b>Δ Median vor/ nach Therapie</b>	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<b>Differenz in %</b>	50,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%		

Tab. 22: Ergebnisse SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor und nach Therapie 1. Termin (MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert)

	Asymptotische Signifikanz
<b>Wilcoxon-Test</b>	<b>P ≤ 0,001</b>

Tab. 23: Wilcoxon-Test

In der Gruppe der Patientinnen und Patienten P-Praxis vor und nach Physiotherapie während ihres ersten Termins zeigten die Ergebnisse eine höchste Signifikanz von  $p < 0,001$ . Die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen können der Tabelle 22 entnommen werden. Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war bei 3,90 und verminderte sich innerhalb des ersten Termins um 1,20 Punkte in der Schmerzskala auf 2,70 Punkte.

Bei der Schmerzangabe von Kopf-/Kieferbeschwerden und HWS-Beschwerden liegt der Mittelwert zwischen 2,43 und 3,02. Hierbei ist interessant, dass die Werte der HWS mit 2,86 und 3,02 leicht höher sind als die im Kopf-/Kieferbereich mit 2,43 und 2,60. Im Durchschnitt kommt es innerhalb eines Termins zu einer Verminderung – SL-NRS allgemein – um 1,20 Punkte der Schmerzskala. Obwohl mit der CMD-Grundbehandlung kein wesentlicher therapeutischer Effekt auf obere Extremitäten, Wirbelsäule, Hüfte/SIG und untere Extremitäten (Ergebnisse in der Tab. 22 z.T. nicht dargestellt) angestrebt war, zeigt die

Betrachtung der Differenz der Mittelwerte eine bemerkenswerte Verminderung um z.T. einem halben Punkt im SL-NRS.

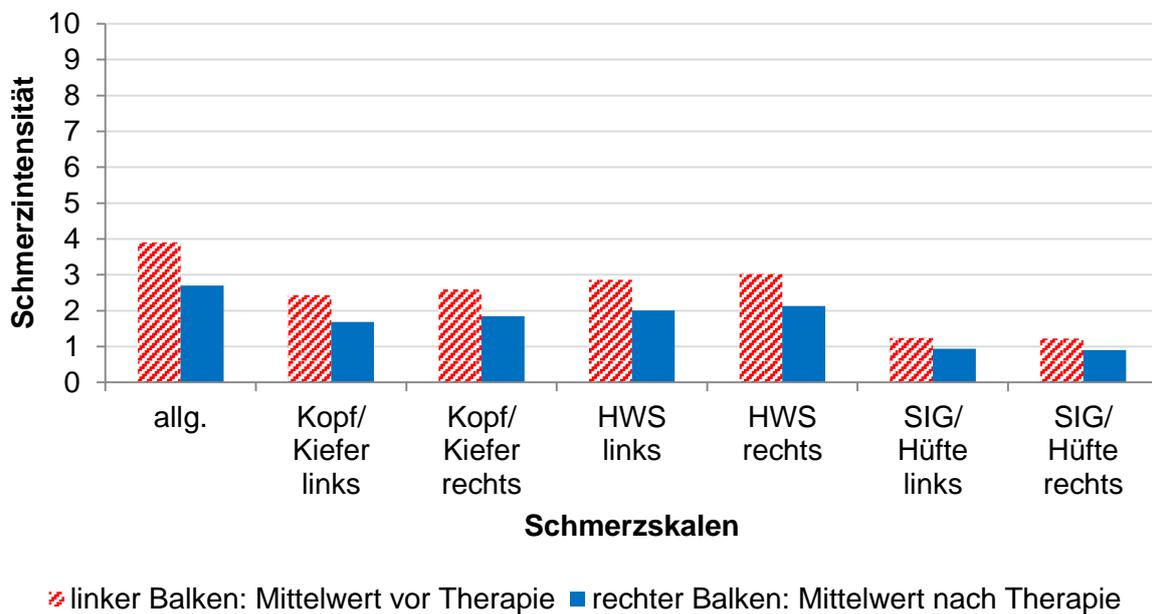


Abb. 56: Mittelwerte – SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin

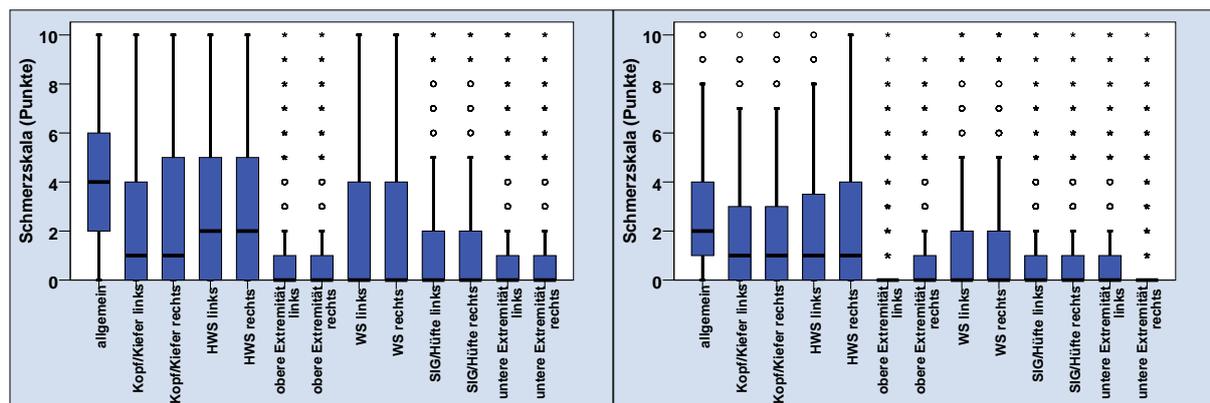


Abb. 57: Boxplots – SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor und nach Therapie 1. Termin. Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen außerhalb der Box, in den Grafiken als Kreise dargestellt. Extremwerte, die mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden, sind als Kreuze aufgetragen

Der Median der allgemeinen Schmerzangabe war 4, nach Therapie 2 (Abb. 57). D.h. in Bezug auf den Median konnte innerhalb einer Therapieeinheit im SL-NRS allgemein eine Verminderung um 2 Punkte erreicht werden. Betrachtet man die weiteren Werte zeigt sich im Median im Bereich Kopf-/Kiefer rechts und links keine, jedoch bei der HWS rechts und links mit einer Veränderung von 2 auf 1, jeweils eine deutliche Absenkung.

## 21.8 Untergruppe P-Praxis mit Schmerzangabe > 5 im SL-NRS

Um die Patienten herauszufiltern, die keine bzw. nur geringe Schmerzen hatten, wurden für diesen Teil der Studie nur Patienten untersucht, die vor Therapie in irgendeiner Schmerzlokalisierungsskala Schmerzen gleich oder höher als 5 angegeben haben. Dies waren 319 Schmerzpatienten (ca. 40 %) der Gruppe P-Praxis (n = 807).

Die zu beantwortende Frage ist, ob sich bei diesen 319 Patienten beim Vergleich zwischen den Schmerzangaben vor und nach Therapie ihres ersten Termins deutlichere Veränderungen zeigen, als in der Gesamtgruppe P-Praxis (n = 807).

Schmerz- angabe	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
<b>MW ± SD vor Therapie</b>	6,58 ± 1,44	3,86 ± 3,27	4,16 ± 3,29	4,54 ± 3,16	4,69 ± 3,18	2,01 ± 2,74	1,95 ± 2,76
<b>MW ± SD nach Therapie</b>	3,72 ± 2,14	2,36 ± 2,54	2,43 ± 2,64	2,70 ± 2,48	2,73 ± 2,58	1,56 ± 2,32	1,46 ± 2,28
<b>Δ MW vor/nach Therapie</b>	2,86	1,50	1,73	1,84	1,96	0,45	0,49
<b>Differenz in %</b>	43,47%	38,86%	41,59%	40,53%	41,79%	22,39%	25,13%
<b>Median vor Therapie</b>	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00
<b>Median nach Therapie</b>	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
<b>Δ Median vor/ nach Therapie</b>	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00
<b>Differenz in %</b>	33,33%	60,00%	60,00%	60,00%	60,00%		

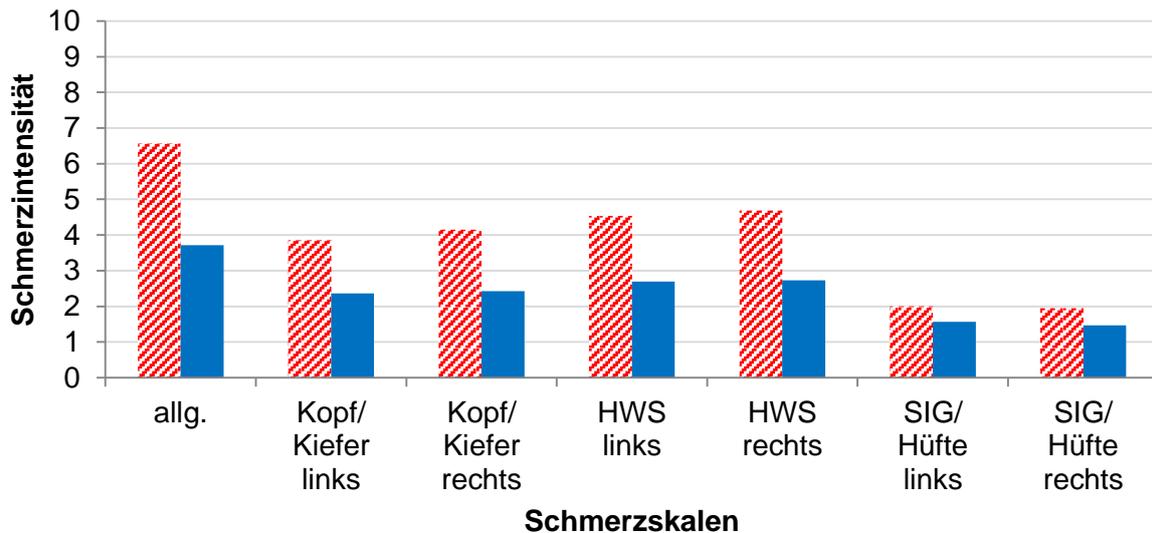
Tab. 24: SL-NRS Untergruppe P-Praxis  $\leq 5$  (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin (MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert)

	Asymptotische Signifikanz
<b>Wilcoxon-Test</b>	<b>P ≤ 0,001</b>

Tab. 25: Wilcoxon-Test

Auch hier hatten die Ergebnisse eine höchste Signifikanz von  $p < 0,001$ . Die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen können der Tabelle 24 entnommen werden.

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war mit 6,58 deutlich höher und verminderte sich innerhalb eines Termins um 2,86 Punkte in der Schmerzskala auf 3,72 Punkte. Der Mittelwert der Schmerzangabe im Kopf-/Kieferbereich und der HWS liegt bei den 319 Schmerzpatienten zwischen 3,86 und 4,69. Hierbei sind wiederum die Werte der HWS mit 4,54 und 4,69 leicht höher als die im Kopf-/Kieferbereich mit 3,86 und 4,16.



▨ linker Balken: Mittelwert vor Therapie ■ rechter Balken: Mittelwert nach Therapie

Abb. 58: Mittelwerte – SL-NRS Untergruppe P-Praxis  $\leq 5$  (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin

Der Median der allgemeinen Schmerzangabe war 6, nach Therapie 4 (Abb. 59). D.h. in Bezug auf den Median konnte auch in dieser Untergruppe innerhalb einer Therapieeinheit im SL-NRS allgemein eine Verminderung um 2 Punkte im Median erreicht werden. Betrachtet man die weiteren Werte zeigt sich im Median im Bereich Kopf-/Kiefer rechts und links im Vergleich zur Gesamtgruppe P-Praxis (n = 807) eine stärkere Veränderung (von 5 auf 2 im SL-NRS). Ein vergleichbares Ergebnis zeigt sich im Bereich der HWS rechts und links mit einer deutlichen Verminderung um jeweils 3 Punkte (ebenso von 5 auf 2). Obwohl auch hier mit der CMD-Grundbehandlung kein wesentlicher therapeutischer Effekt auf obere Extremitäten, Wirbelsäule, Hüfte/SIG und untere Extremitäten (Ergebnisse in der Tab. 24 z.T. nicht dargestellt) angestrebt war, zeigt die Betrachtung der Differenz der Mittelwerte wiederum eine bemerkenswerte Verminderung von z.T. einem Punkt im SL-NRS.

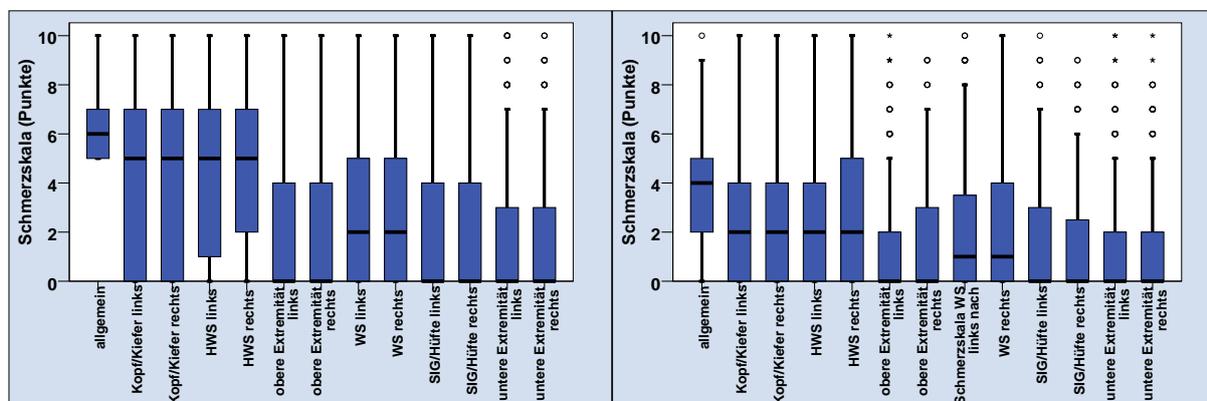


Abb. 59: Boxplots – SL-NRS Untergruppe P-Praxis  $\leq 5$  (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin – Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen außerhalb der Box, in den Grafiken als Kreise dargestellt. Extremwerte, die mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden, sind als Kreuze aufgetragen.

## 21.9 P-Praxis – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie

Hier wurde untersucht, inwieweit sich die Angaben im SL-NRS bei der Gruppe P-Praxis ( $n = 807$ ) über den gesamten Therapieverlauf hin veränderten. D.h. es wurden die Schmerzangaben vor Beginn der Therapie beim ersten Behandlungstermin verglichen mit den Angaben, die nach dem letzten Behandlungstermin gemacht wurden. Dabei war es unerheblich, ob die Patienten zwei-, drei- oder z.B. zehnmal zur Therapie kamen.

Von den 807 Patientinnen und Patienten der Gruppe P-Praxis waren wie beschrieben laut subjektiver Schmerzangabe im SL-NRS ca. 33 % schmerzfrei, jedoch wegen ihrer Verordnung für Physiotherapie aufgrund einer CMD- oder vergleichbaren Diagnose offensichtlich nicht beschwerdefrei.

Auch hier hatten die Ergebnisse eine höchste Signifikanz von  $p < 0,001$ . Die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen können der Tabelle 26 entnommen werden. Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war 3,91. Dieser verminderte sich bis zum Abschluss der Therapie um 1,56 Punkte in der Schmerzskala auf 2,35 Punkte. Der Mittelwert der Schmerzangabe von Kopf-/Kiefer- und HWS-Beschwerden liegt in der Gruppe P-Praxis zwischen 2,45 und 3,04. Hierbei ist interessant, dass die Werte der HWS mit 2,88 und 3,04 wiederum leicht höher sind als die im Kopf-/Kieferbereich mit 2,45 und 2,62. Die Veränderung zwischen dem ersten Termin einer Behandlungsserie und dem letzten Termin zeigt im Mittelwert im SL-NRS im Kopf-/Kieferbereich eine Verminderung um 1,05 bzw. 1,13 und der HWS um 1,22 bzw. 1,33.

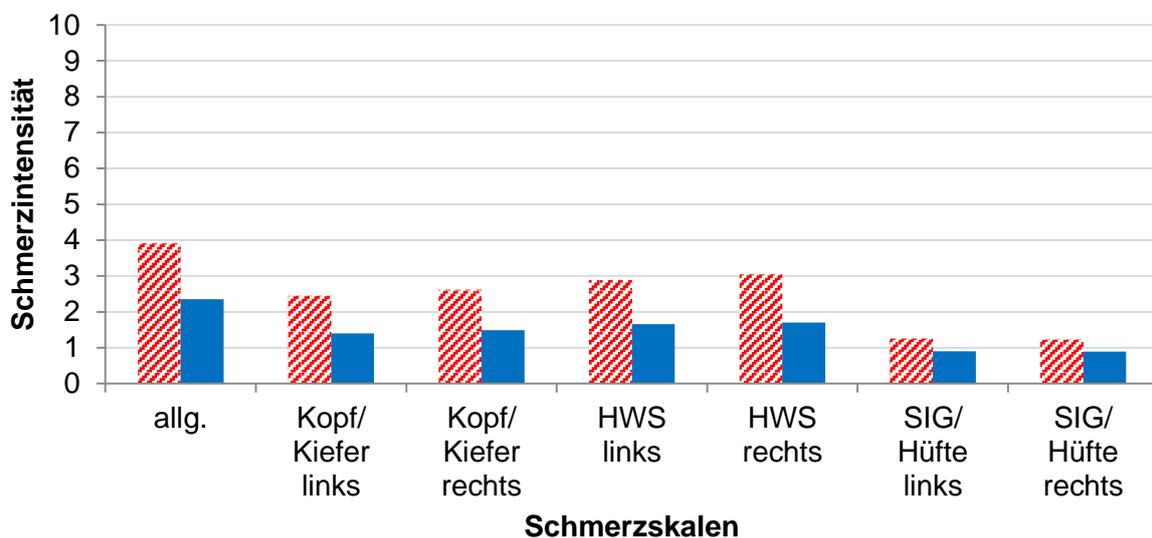
Schmerz- angabe	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
<b>MW <math>\pm</math> SD vor Therapie</b>	3,91 $\pm$ 2,64	2,45 $\pm$ 2,80	2,62 $\pm$ 2,90	2,88 $\pm$ 2,93	3,04 $\pm$ 2,98	1,26 $\pm$ 2,20	1,23 $\pm$ 2,22
<b>MW <math>\pm</math> SD nach Therapie</b>	2,35 $\pm$ 2,11	1,40 $\pm$ 2,02	1,49 $\pm$ 2,12	1,66 $\pm$ 2,12	1,71 $\pm$ 2,19	0,91 $\pm$ 1,80	1,89 $\pm$ 1,80
<b><math>\Delta</math> MW vor/nach Therapie</b>	1,56	1,05	1,13	1,22	1,33	0,35	-0,66
<b>Differenz in %</b>	39,90%	42,86%	43,13%	42,36%	43,75%	27,78%	-53,66%
<b>Median vor Therapie</b>	4,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00
<b>Median nach Therapie</b>	2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<b><math>\Delta</math> Median vor/ nach Therapie</b>	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00
<b>Differenz in %</b>	50,00%	100,00%	100,00%	50,00%	50,00%		

Tab. 26: SL-NRS P-Praxis ( $n = 807$ ) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie (MW  $\pm$  SD = Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung,  $\Delta$  MW = Differenz Mittelwert)

	<b>Asymptotische Signifikanz</b>
<b>Wilcoxon-Test</b>	<b><math>P \leq 0,001</math></b>

Tab. 27: Wilcoxon-Test

Der Median der allgemeinen Schmerzangabe im SL-NRS der Gruppe P-Praxis ( $n = 807$ ) betrug vor Beginn einer Behandlungsserie 4 und nach Therapieabschluss 2. D.h. zum Ende der Behandlungsserie konnte im SL-NRS allgemein eine Verminderung um 2 Punkte im Median erreicht werden. Betrachtet man die weiteren Werte zeigt sich im Median im Bereich Kopf-/Kiefer rechts eine Verminderung um 2 Punkte (von 2 auf 0 im SL-NRS) und links eine Verminderung um 1 Punkt (von 1 auf 0). Das Ergebnis im Bereich der HWS rechts und links zeigt einer Verminderung um 1 Punkt (von 2 auf 1).



▨ linker Balken: Mittelwert vor Therapie ■ rechter Balken: Mittelwert nach Therapie

Abb. 60: Mittelwerte – SL-NRS P-Praxis ( $n = 807$ ) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 61) zeigt die zur Darstellung der Mediane und Quartilsabstände angefertigten Boxplots.

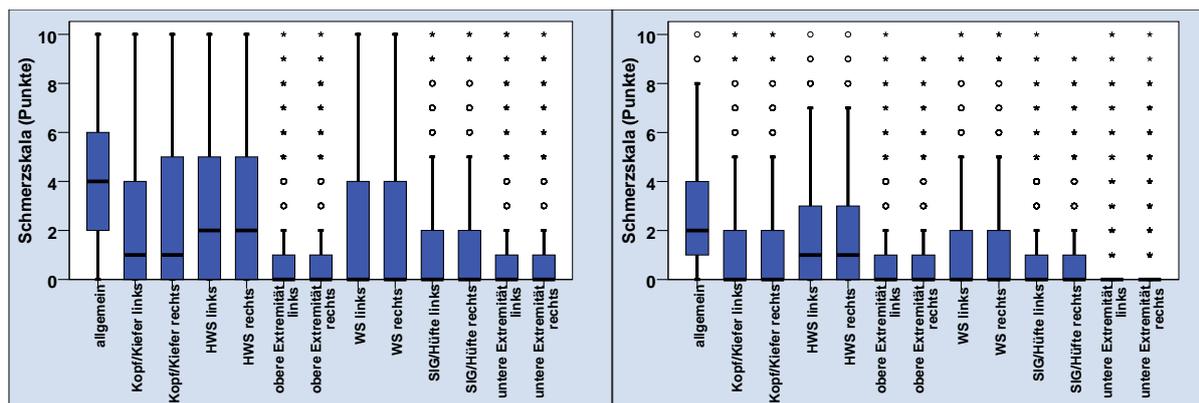


Abb. 61: Boxplots – SL-NRS P-Praxis ( $n = 807$ ) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie – Ausreißer liegen zwischen 1,5 und 3 Boxlängen außerhalb der Box, in den Grafiken als Kreise dargestellt. Extremwerte, die mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden, sind als Kreuze aufgetragen.

## 21.10 K-Kitz – Veränderung vor und nach Therapie

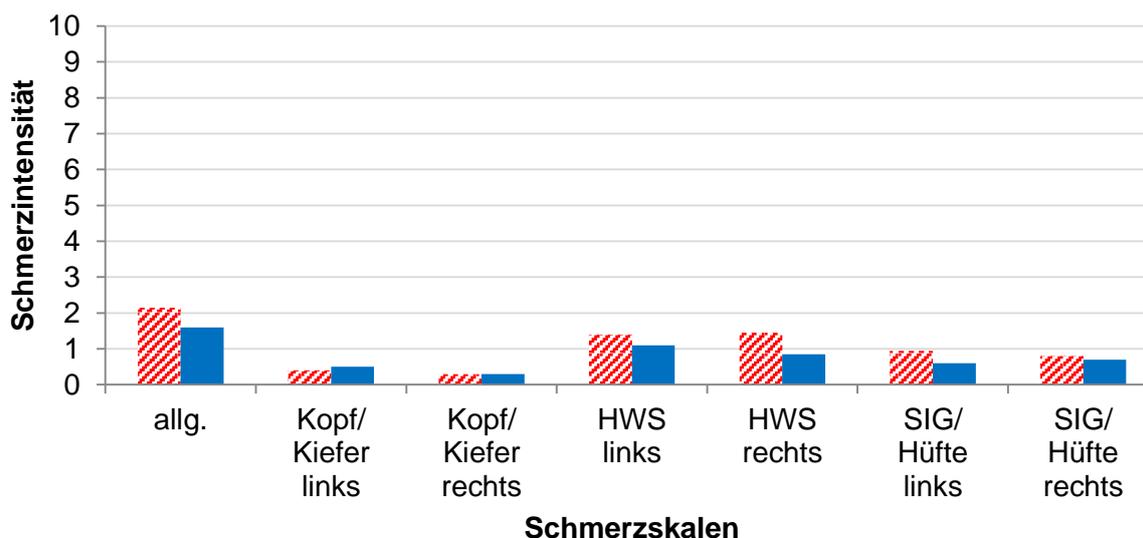
Um Informationen zu bekommen, welche Wirkung die CMD-Grundbehandlung bei Kontrollpersonen (ohne CMD-Beschwerden) entfalten kann, wurde diese auch bei einer im Alter vergleichbaren Kontrollgruppe (K-Kitz,  $n = 20$ ) einmalig vor und nach Therapie geprüft.

Schmerzangabe	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
Mittelwert vor Therapie	2,15	0,40	0,30	1,40	1,45	0,95	0,80
Mittelwert nach Therapie	1,60	0,50	0,30	1,10	0,85	0,60	0,70
Differenz Mittelwert vor und nach Therapie	0,55	-0,10	0,00	0,30	0,60	0,35	0,10
Differenz in %	25,58%	-25,00%	0,00%	21,43%	41,38%	36,84%	12,50%

Tab. 28: Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-Kitz ( $n = 20$ ) – Vergleich vor und nach Therapie

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war bei der Kontrollgruppe K-Kitz erwartungsgemäß mit 2,15 deutlich geringer und verminderte sich lediglich um 0,55 Punkte in der Schmerzskala auf 1,60 Punkte. Bei der Schmerzangabe von Kopf-/Kieferbeschwerden liegt der Mittelwert bei 0,40 bzw. 0,30 und im HWS-Bereich bei 1,40 bzw. 1,45 im SL-NRS. Hierbei sind also wiederum die Werte im Bereich HWS höher als die im Kopf-/Kieferbereich.

Im Durchschnitt kommt es nach der physiotherapeutischen Grundbehandlung zu einer Absenkung im SL-NRS allgemein von 0,55 Punkten der Schmerzskala. Im Kopf-/Kieferbereich zeigt sich, wie zu erwarten, da keine CMD-Beschwerden vorlagen, auch kaum Veränderung der subjektiven Schmerzangaben im SL-NRS.



▨ linker Balken: Mittelwert vor Therapie ■ rechter Balken: Mittelwert nach Therapie

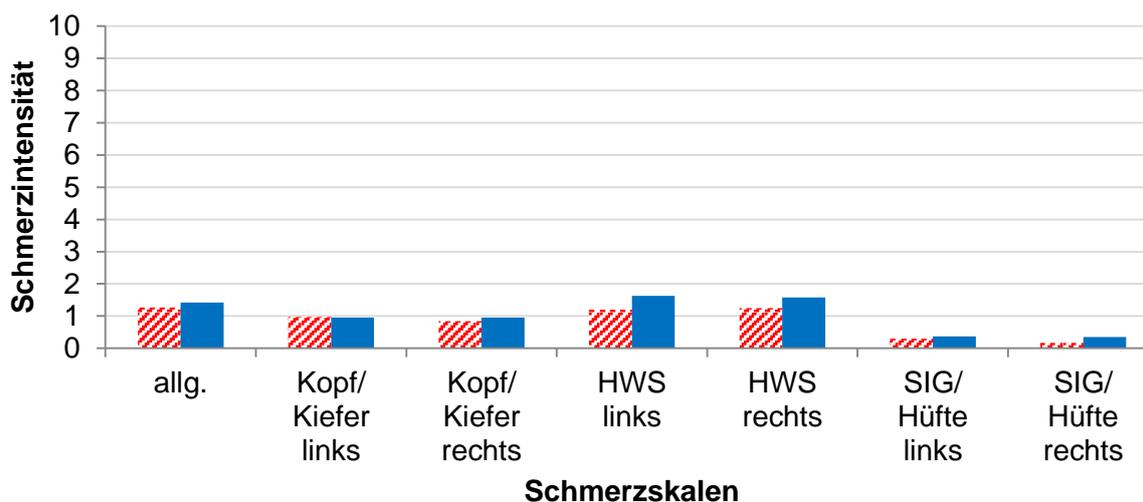
Abb. 62: Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie

## 21.11 K-FFM – Veränderung vor und nach Belastung

Um zu prüfen, ob mittels des SL-NRS auch eine allgemeine Verschlechterung des Zustandes nach Belastung gemessen werden kann, wurde eine weitere Kontrollgruppe in die Studie aufgenommen. Diese Gruppe K-FFM aus Zahnmedizinstudentinnen und -studenten der Uni Frankfurt (n = 40) zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe K-Kitz einen erheblichen jüngeren Altersdurchschnitt (23,55 Jahre gegenüber 47,50 Jahren). Die Kontrollpersonen wurden zu Beginn und am Ende einer dreistündigen Vorlesung gebeten, einen SL-NRS auszufüllen.

Schmerzangabe	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
Mittelwert vor Vorlesung	1,28	0,98	0,85	1,20	1,25	0,30	0,18
Mittelwert nach Vorlesung	1,43	0,95	0,95	1,63	1,58	0,38	0,35
Differenz Mittelwert vor und nach Vorlesung	-0,15	0,03	-0,10	-0,43	-0,33	-0,08	-0,17
Differenz in %	-11,72%	3,06%	-11,76%	-35,83%	-26,40%	-26,67%	-94,44%

Tab. 29: Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-FFM (n = 40) – Vergleich vor und nach Belastung (Vorlesung)



▨ linker Balken: Mittelwert vor Vorlesung ■ rechter Balken: Mittelwert nach Vorlesung

Abb. 63: Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-FFM ( $n = 40$ ) – Vergleich vor und nach Belastung (Vorlesung)

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war bei der Kontrollgruppe K-FFM vor der Vorlesung mit 1,28 erwartungsgemäß niedrig und nochmals deutlich geringer als bei den Gruppen P-Praxis und K-Kitz. Er erhöhte sich nach der Belastung (3-stündige Vorlesung) um 0,15 auf 1,43 im SL-NRS. Auch bei den Schmerzangaben im Kopf-/Kiefer- und HWS-Bereich erhöhten sich die Angaben im Mittelwert geringfügig (bzw. eine minimale Verminderung im Kopf-Kieferbereich links in Höhe von 0,03 Punkten). Auch in dieser Gruppe lagen die Werte im Bereich HWS höher als im Kopf-/Kieferbereich, und auch die Erhöhung nach der Belastung war mit 0,43 bzw. 0,33 höher als im Kopf-/Kieferbereich.

## 21.12 SL-NRS – Vergleich der Eingangsmessung aller Gruppen

Die Patientengruppe P-Praxis war im Alter mit der Kontrollgruppe K-Kitz vergleichbar. Die zur Beurteilung der Schmerzverteilung einbezogenen Patientengruppen P-Wien und P-HSaar waren mit der belasteten Kontrollgruppe K-FFM im Altersdurchschnitt vergleichbar.

Es wurde untersucht, ob schon aufgrund der unterschiedlichen Altersstruktur ein unterschiedliches (mit zunehmendem Alter stärkeres) Schmerzempfinden vorliegt.

Gruppe	Anzahl	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
P-Praxis	n = 807	3,90	2,43	2,60	2,86	3,02	1,24	1,22
K-Kitz	n = 20	2,15	0,40	0,30	1,40	1,45	0,95	0,80
P-Wien	n = 148	0,66	0,73	0,58	0,92	0,92	0,18	0,18
P-HSaar	n = 242	1,33	0,65	0,69	0,71	0,78	0,18	0,17
K-FFM	n = 40	1,28	0,98	0,85	1,20	1,25	0,30	0,18

Tab. 30: Ergebnisse SL-NRS – Vergleich aller Gruppen

Wie zu erwarten zeigten sich die höchsten allgemeinen Schmerzangaben bei den Gruppen mit höherem Alter: P-Praxis mit 3,90 und K-Kitz mit 2,15. Da lediglich die Gruppe P-Praxis CMD als Eingangskriterium hatte, gaben bei allen anderen Gruppen die Patienten im Durchschnitt weniger als 1 an. Die höhere Belastung der älteren Personen zeigt sich dann wieder bei den Schmerzangaben HWS und SIG, die bei P-Praxis deutlich, bei K-Kitz etwas höher ausfielen als bei den „jugendlicheren“ Gruppen.

## 22. STUDIENTEIL 2: SCHMERZMESSUNG SL-NRS UND EMG

Auch hier erfolgte die statistische Auswertung mit SPSS 19 (IBM® SPSS Inc. Chicago/Illinois, USA). Da die Daten nicht normalverteilt sind, kann die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Variablen durch Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearmans Rho gemessen werden. Die Voraussetzungen an die Daten sind dabei wesentlich schwächer: Die Daten müssen nur ein Ordinalskalenniveau aufweisen und müssen nicht normalverteilt sein.

Bei dem folgenden Studienteil sollte bei zwei Gruppen, einer Teilgruppe von P-Praxis (P-Praxis (+EMG), n = 38) und der Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20) statistisch geprüft werden, ob Schmerz direkt im EMG gemessen werden kann. Hierzu wurde zunächst eine Messung des subjektiven Schmerzempfindens mittels SL-NRS erhoben und das Ergebnis mit unmittelbar folgenden EMG-Messungen verglichen.

Die Auswahl der 38 Patientinnen und Patienten der Gruppe P-Praxis (+EMG) erfolgte prospektiv und nach dem Zufallsprinzip. Es waren also außer der CMD- bzw. einer vergleichbaren Diagnose keine weiteren Einschlusskriterien zu erfüllen.

## 22.1 Geschlechterverteilung

Es zeigte sich bei Studienteil 2 in den beiden Gruppen folgende Geschlechterverteilung:

Gruppe		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
<b>P-Praxis (+EMG)</b>	Anzahl	4	34	<b>38</b>
	% von Gruppe	10,5%	89,5%	<b>100,0%</b>
<b>K-Kitz</b>	Anzahl	10	10	<b>20</b>
	% von Gruppe	50,0%	50,0%	<b>100,0%</b>
<b>GESAMT</b>	<b>Anzahl</b>	<b>14</b>	<b>44</b>	<b>58</b>
	<b>% von Gruppe</b>	<b>24,1%</b>	<b>75,9%</b>	<b>100,0%</b>

Tab. 31: Studienteil 2: Geschlechterverteilung

## 22.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter der Untergruppe der Patientengruppe P-Praxis, bei denen nach der Messung des subjektiven Schmerzempfindens mittels SL-NRS auch EMG-Messungen vorgenommen wurden (P-Praxis (+EMG), n = 38) betrug 42,2 Jahre.

Die Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20) zeigte im Mittelwert ein Alter von 47,8 Jahren.

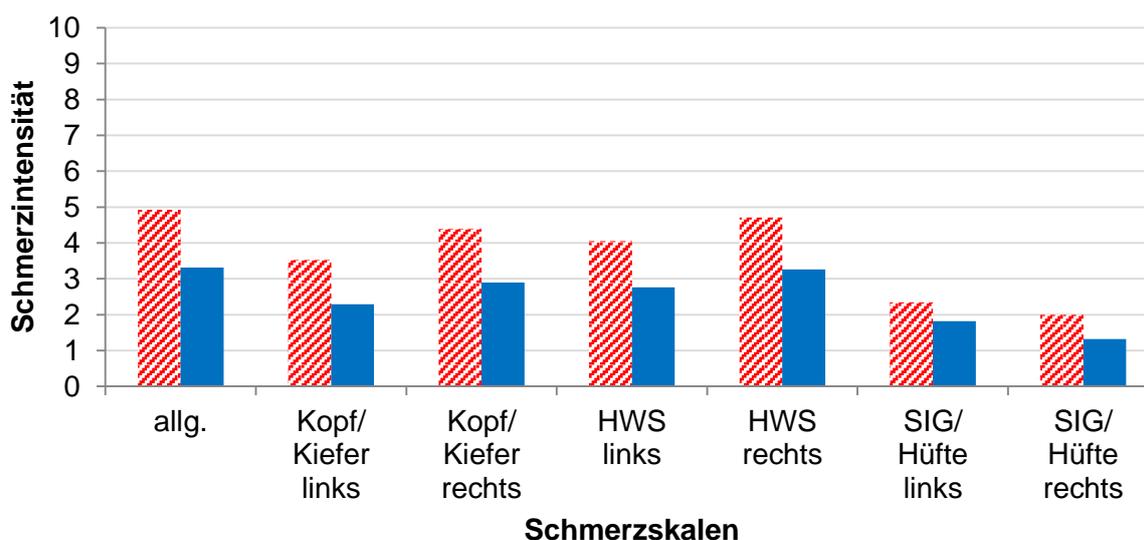
## 22.3 Ergebnisse SL-NRS – Studienteil 2

### 22.3.1 SL-NRS – Gruppe P-Praxis (+EMG)

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war bei der Untergruppe P-Praxis (+EMG) mit 4,92 höher als der Mittelwert bei der Gesamtgruppe P-Praxis mit 3,90, lag aber niedriger als der Mittelwert der Untergruppe P-Praxis  $\geq 5$  mit 6,58. Auch der Mittelwert nach Therapie lag mit 3,32 höher als bei der Gesamtgruppe mit 2,70 und niedriger als bei der Untergruppe P-Praxis  $\geq 5$  mit 3,72 und verminderte sich um 1,60 Punkte in der Schmerzskala. Bei der Schmerzangabe von Kopf-/Kieferbeschwerden liegt der Mittelwert mit 3,53 bzw. 4,39 auch vergleichsweise hoch, genauso wie im HWS-Bereich mit 4,05 bzw. 4,71 im SL-NRS.

Gruppe P-Praxis (+EMG) n = 38	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
Mittelwert vor Therapie	4,92	3,53	4,39	4,05	4,71	2,34	2,00
Mittelwert nach Therapie	3,32	2,29	2,89	2,76	3,26	1,82	1,32
Differenz Mittelwert vor und nach Therapie	1,60	1,24	1,50	1,29	1,45	0,52	0,68
Differenz in %	32,52%	35,13%	34,17%	31,85%	30,79%	22,22%	34,00%

Tab. 32: Ergebnisse SL-NRS Gruppe P-Praxis (+EMG) (n = 38) – Vergleich vor und nach Therapie



▨ linker Balken: Mittelwert vor Therapie ■ rechter Balken: Mittelwert nach Therapie

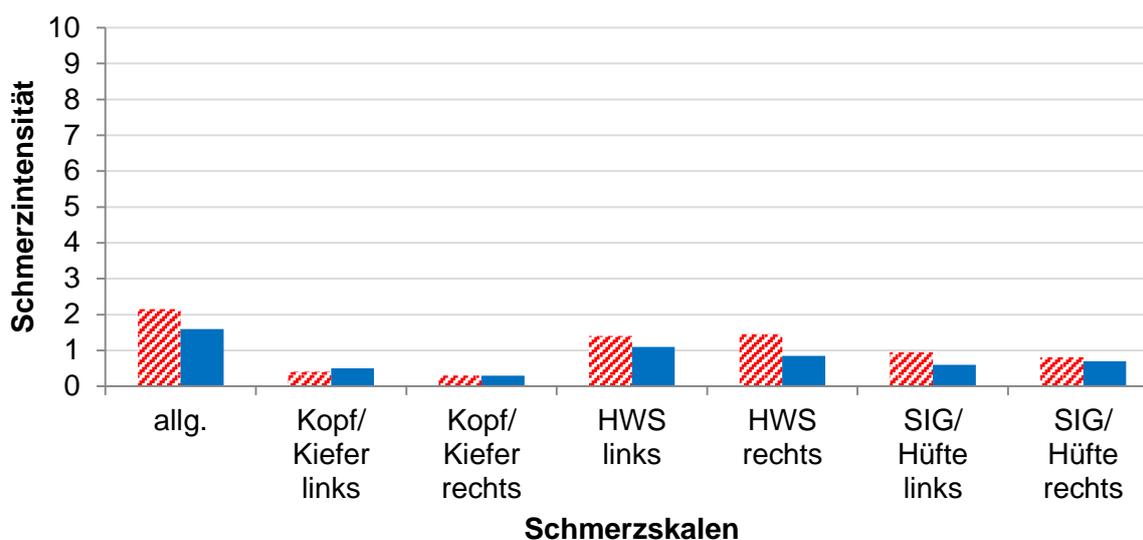
Abb. 64: Mittelwerte – SL-NRS Gruppe P-Praxis (+EMG) (n = 38) – Vergleich vor und nach Therapie

### 22.3.2 SL-NRS – Gruppe K-Kitz

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war bei der Kontrollgruppe K-Kitz erwartungsgemäß mit 2,15 deutlich geringer und verminderte sich lediglich um 0,55 Punkte in der Schmerzskala auf 1,60 Punkte. Bei der Schmerzangabe von Kopf-/Kieferbeschwerden liegt der Mittelwert bei 0,40 bzw. 0,30 und im HWS-Bereich bei 1,40 bzw. 1,45 im SL-NRS. Hierbei sind also wiederum die Werte im Bereich HWS höher als die im Kopf-/Kieferbereich.

Gruppe K-Kitz n = 20	allg.	Kopf/ Kiefer links	Kopf/ Kiefer rechts	HWS links	HWS rechts	SIG/ Hüfte links	SIG/ Hüfte rechts
Mittelwert vor Therapie	2,15	0,40	0,30	1,40	1,45	0,95	0,80
Mittelwert nach Therapie	1,60	0,50	0,30	1,10	0,85	0,60	0,70
Differenz Mittelwert vor und nach Therapie	0,55	-0,10	0,00	0,30	0,60	0,35	0,10
Differenz in %	25,58%	-25,00%	0,00%	21,43%	41,38%	36,84%	12,50%

Tab. 33: Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie



▨ linker Balken: Mittelwert vor Therapie ■ rechter Balken: Mittelwert nach Therapie

Abb. 65: Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie

## 22.4 Ergebnisse EMG – Studienteil 2

### 22.4.1 EMG – Seated Baseline – Gruppe P-Praxis (+EMG)

Die Ausgangswerte der EMG-Messung im Sitzen (in Ruhe) bei den 38 Patienten sind beim M. temporalis anterior links 21,47  $\mu$ V, rechts bei 34,48  $\mu$ V, beim M. masseter links bei 34,37  $\mu$ V, rechts bei 37,15  $\mu$ V, beim M. digastricus links bei 9,15  $\mu$ V, rechts bei 13,70  $\mu$ V und bei den Mm. cervicales links bei 8,31  $\mu$ V und rechts bei 10,19  $\mu$ V.

Gruppe P-Praxis n = 38	M. TA LT	M. TA RT	M. MAS LT	M. MAS RT	M. DIG LT	M. DIG RT	CERV M. LT	CERV M. RT
Mittelwert vor Therapie	21,47	34,48	34,37	37,15	9,15	13,70	8,31	10,19
Mittelwert nach Therapie	5,73	6,04	5,47	6,03	6,48	8,37	7,75	9,25
Differenz Mittelwert vor und nach Therapie	15,74	28,45	28,90	31,12	2,66	5,33	0,56	0,94
Differenz in %	73,33%	82,49%	84,09%	83,77%	29,11%	38,87%	6,71%	9,21%

Abkürzungen: LT = links, RT = rechts, M. TA = M. temporalis anterior, M. MAS = M. masseter, M. DIG = M. digastricus, CERV M. = Cervikalmuskulatur; EMG-Messungen der Muskelspannung in  $\mu\text{V}$

Tab. 34: Ergebnisse der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe P-Praxis (+EMG) vor und nach Therapie

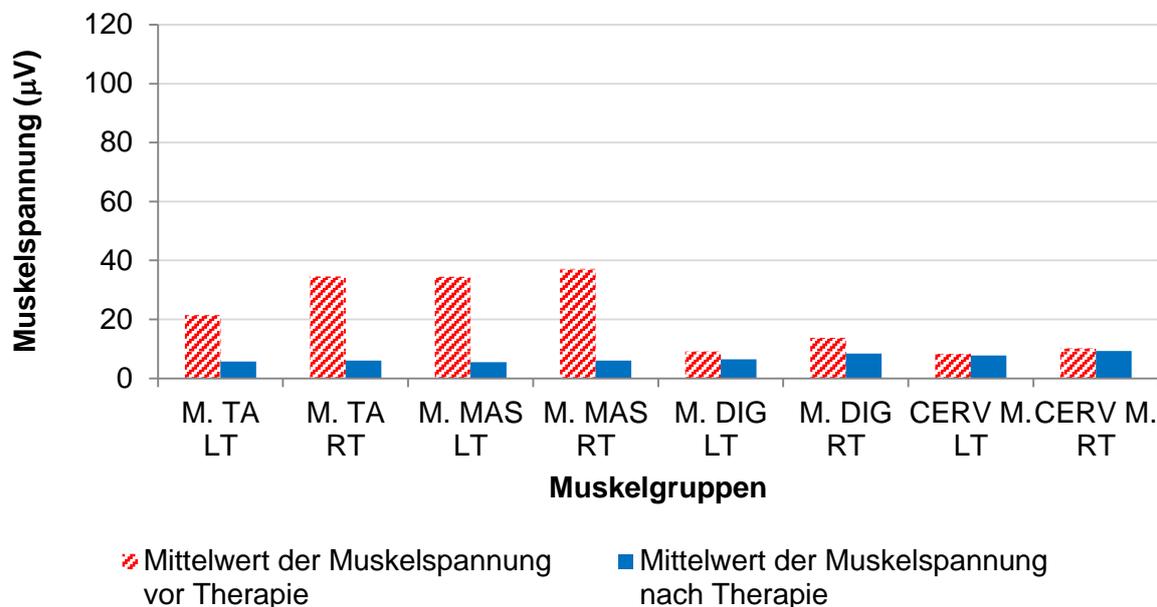


Abb. 66: Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe P-Praxis (+EMG) vor und nach Therapie

Diese Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (in Ruhe) wurden mit einer Messung nach Therapie verglichen. Hierbei zeigten sich Verminderungen der Spannung der Kaumuskulatur (M. temporalis anterior und M. masseter) zwischen 73 % und 84 %. Die Mm. digastrici veränderten sich um 29 % bis 39 %, die Spannung der Cervikalmuskulatur veränderte sich um 7 % bis 9 % am geringsten.

#### 22.4.2 EMG – Seated Baseline Gruppe K-Kitz

Die Ausgangswerte der Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Messung im Sitzen (in Ruhe), sind beim M. temporalis anterior links 28,24  $\mu\text{V}$ , rechts bei 51,28  $\mu\text{V}$ , beim M. masseter links bei

20,46  $\mu\text{V}$ , rechts bei 52,15  $\mu\text{V}$ , beim M. digastricus links bei 7,75  $\mu\text{V}$ , rechts bei 8,48  $\mu\text{V}$  und bei den Mm. cervicales links bei 20,84  $\mu\text{V}$  und rechts bei 7,85  $\mu\text{V}$ .

Gruppe K-Kitz n = 20	M. TA LT	M. TA RT	M. MAS LT	M. MAS RT	M. DIG LT	M. DIG RT	CERV M. LT	CERV M. RT
Mittelwert vor Therapie	28,24	51,28	20,46	52,15	7,75	8,48	20,84	7,85
Mittelwert nach Therapie	10,25	13,84	10,71	16,94	5,36	4,55	15,72	4,83
Differenz Mittelwert vor und nach Therapie	17,99	37,44	9,75	35,22	2,40	3,93	5,11	3,03
Differenz in %	63,70%	73,01%	47,65%	67,52%	30,90%	46,29%	24,53%	38,54%

Abkürzungen: LT = links, RT = rechts, M. TA = M. temporalis anterior, M. MAS = M. masseter, M. DIG = M. digastricus, CERV M. = Cervikalmuskulatur; EMG-Messungen der Muskelspannung in  $\mu\text{V}$

Tab. 35: Ergebnisse der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe K-Kitz vor und nach Therapie

Diese Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (in Ruhe) wurde mit einer Messung nach Therapie verglichen. Hierbei zeigten sich etwas geringere Verminderungen der Spannung bei der Kaumuskulatur (M. temporalis anterior und M. masseter) zwischen 64 % und 73 %. Die Mm. digastrici veränderten sich um 31 % bis 46 %, die Spannung der Cervikalmuskulatur veränderte sich mit 24,53 % bis 39 % stärker als bei der Patientengruppe.

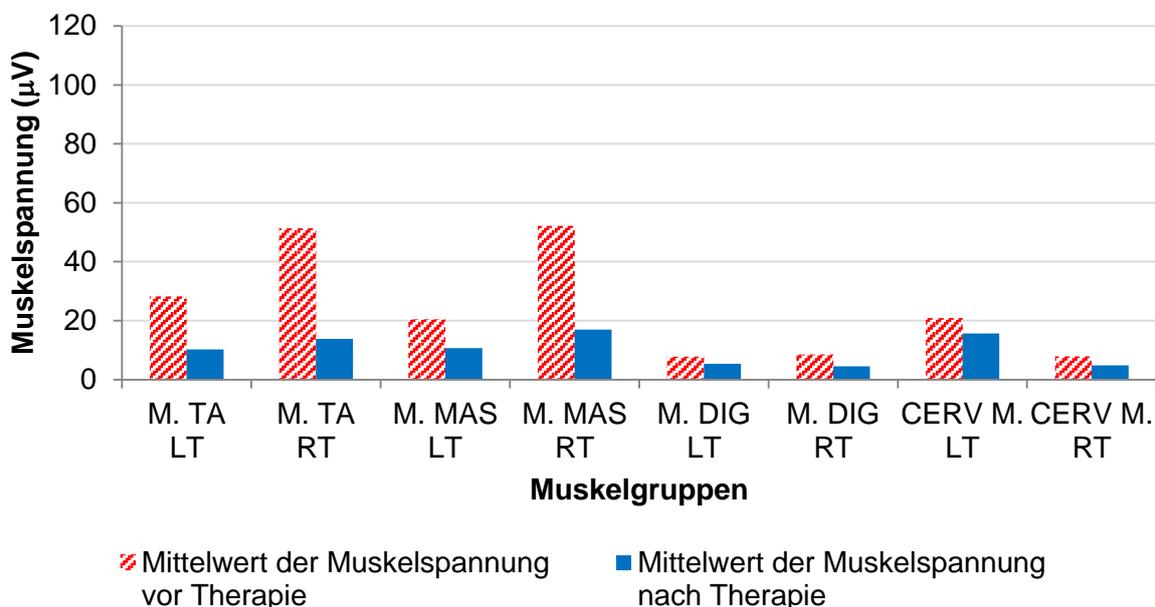


Abb. 67: Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe K-Kitz vor und nach Therapie

## 22.5 Korrelationen EMG und SL-NRS

In diesem Studienteil wird untersucht, ob sich die Schmerzangaben der Patienten im SL-NRS in einem EMG zuordenbar wiederfinden. Hierzu wurde bereits in Studienteil 1 der Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung durchgeführt. Dieser zeigte eine signifikante Abweichung von  $p < 0,05$  der Normalverteilung.

Da die Variablen kein Intervallskalenniveau erreichen und auch nicht normalverteilt sind, kann die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Variablen durch Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman Rho gemessen werden.

Dieser Test wurde für die Studie zur Bestimmung der Rangkorrelationen für ordinalskalierte und nicht normalverteilte Variablen ausgewählt. Um festzustellen, ob Zusammenhänge von subjektiver Schmerzangabe im SL-NRS und den gemessenen Werten im EMG vorhanden oder wahrscheinlich sind, wurden die Korrelationen der direkten Schmerzangabe vor und nach Therapie, der Absolutwerte der Differenzen und der Differenzen in Prozent bei P-Praxis (+EMG) und der Kontrollgruppe K-Kitz untersucht.

Die Korrelationskoeffizienten können folgendermaßen interpretiert werden:

- $r < 0,2$  → sehr geringe Korrelation
- $r = 0,2 - 0,5$  → geringe Korrelation
- $r = 0,5 - 0,7$  → mittlere Korrelation
- $r = 0,7 - 0,9$  → hohe Korrelation
- $r = > 0,9$  → sehr hohe Korrelation

## 22.5.1 Korrelationen EMG/SL-NRS vor Therapie P-Praxis (+EMG)

Spearman-Rho		Summe LT RT M. MAS Seated Baseline vor Therapie	Summe LT RT M. MAS Standing Baseline vor Therapie	Summe LT RT M. MAS Functional Clench vor Therapie	Summe LT RT M. MAS Controlled Clench vor Therapie
Schmerzskala allgemein	Korrelations- koeffizient	-,117	-,183	,263	-,044
	Sig. (2-seitig)	,484	,270	,110	,796
	N	38	38	38	37
Schmerzskala Kopf/Kiefer links	Korrelations- koeffizient	-,174	-,237	,212	,070
	Sig. (2-seitig)	,295	,151	,201	,681
	N	38	38	38	37
Schmerzskala Kopf/Kiefer rechts	Korrelations- koeffizient	-,246	-,148	-,007	-,115
	Sig. (2-seitig)	,137	,374	,965	,499
	N	38	38	38	37
Schmerzskala HWS links	Korrelations- koeffizient	-,197	-,239	<b>,323(*)</b>	,024
	Sig. (2-seitig)	,235	,149	<b>,048</b>	,890
	N	38	38	<b>38</b>	37
Schmerzskala HWS rechts	Korrelations- koeffizient	-,311	-,278	<b>,421(**)</b>	-,080
	Sig. (2-seitig)	,057	,091	<b>,009</b>	,636
	N	38	38	<b>38</b>	37
Schmerzskala SIG/Hüfte links	Korrelations- koeffizient	-,148	-,072	-,036	-,052
	Sig. (2-seitig)	,377	,668	,832	,758
	N	38	38	38	37
Schmerzskala SIG/Hüfte rechts	Korrelations- koeffizient	<b>-,325(*)</b>	-,230	-,124	-,200
	Sig. (2-seitig)	<b>,046</b>	,164	,459	,236
	N	<b>38</b>	38	38	37

Tab. 36: Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie P-Praxis (+EMG)

\* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

\*\* Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau sehr signifikant (zweiseitig).

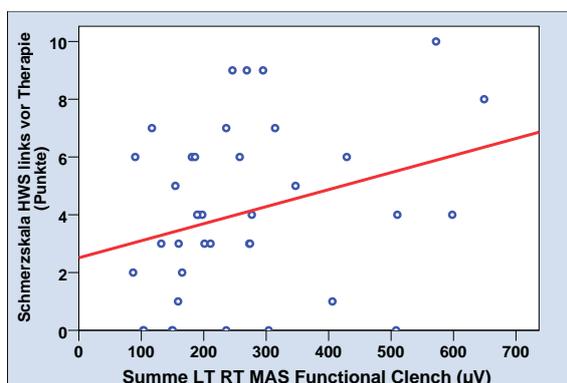


Abb. 68: Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie – Praxis (+EMG) – HWS links

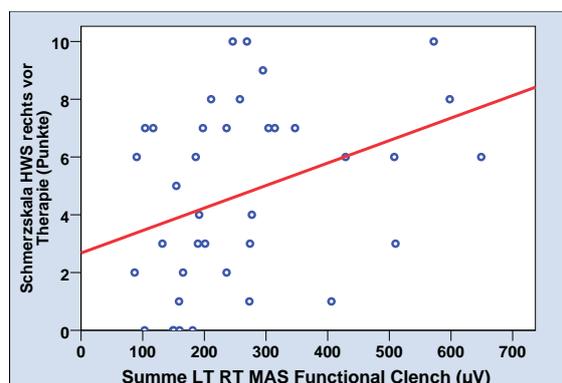


Abb. 69: Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie – Praxis (+EMG) – HWS rechts

Am Beispiel des Vergleichs der Angaben in den Schmerzskalen und dem EMG der Mm. masseter vor Therapie zeigen sich in Tabelle 36 keine oder allenfalls mäßige Korrelationen

zwischen den Schmerzskalen der HWS links und rechts und den EMG-Messungen „Functional Clench“ (habituelles Zusammenbeißen). Diese mögliche oder geringe Signifikanz lässt sich an den als Beispiel angefügten Punktwolkendiagrammen erklären. Bei der HWS links (Abb. 68) und der HWS rechts (Abb. 69) zeigen sich Anhäufungen von Punkten an der Regressionsgeraden. Diese Regressionsgerade ist die Gerade, die am wahrscheinlichsten einen zutreffenden Zusammenhang wiedergibt.

### 22.5.2 Korrelationen EMG/SL-NRS nach Therapie P-Praxis (+EMG)

Spearman-Rho		Summe LT RT	Summe LT RT	Summe LT RT	Summe LT RT
		M. MAS Seated Baseline nach Therapie	M. MAS Standing Baseline nach Therapie	M. MAS Functional Clench nach Therapie	M. MAS Controlled Clench nach Therapie
Schmerzskala <b>allgemein</b>	Korrelations- koeffizient	,168	,131	,133	,015
	Sig. (2-seitig)	,313	,435	,425	,930
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer links</b>	Korrelations- koeffizient	,018	,102	,094	,006
	Sig. (2-seitig)	,917	,544	,575	,971
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,040	,119	-,024	-,023
	Sig. (2-seitig)	,812	,477	,884	,894
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>HWS links</b>	Korrelations- koeffizient	,101	,067	,098	-,073
	Sig. (2-seitig)	,544	,690	,558	,674
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>HWS rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,059	-,027	,231	-,037
	Sig. (2-seitig)	,726	,874	,164	,831
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>SIG/Hüfte links</b>	Korrelations- koeffizient	-,256	-,077	-,095	-,041
	Sig. (2-seitig)	,120	,648	,572	,811
	N	38	38	38	36
Schmerzskala <b>SIG/Hüfte rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,254	-,132	-,288	,001
	Sig. (2-seitig)	,125	,431	,080	,995
	N	38	38	38	36

Tab. 37: Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS nach Therapie P-Praxis (+EMG)

Am Beispiel des Vergleichs der Angaben in den Schmerzskalen und dem EMG der Mm. masseter nach Therapie zeigen sich in Tabelle 37 keine Korrelationen zwischen den Schmerzskalen und den EMG-Messungen.

### 22.5.3 Korrelationen Differenz EMG/SL-NRS vor u. nach Therapie P-Praxis (+EMG)

Spearman-Rho		Differenz	Differenz	Differenz	Differenz
		Summe LT RT M. MAS Seated Baseline vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Standing Baseline vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Functional Clench vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Controlled Clench vor vs. nach Therapie
Differenz Schmerzskala <b>allgemein</b>	Korrelations- koeffizient	,082	-,028	,017	-,108
	Sig. (2-seitig)	,626	,866	,921	,517
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer links</b>	Korrelations- koeffizient	-,049	-,165	-,039	-,087
	Sig. (2-seitig)	,772	,323	,817	,603
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,026	-,041	,197	,121
	Sig. (2-seitig)	,877	,807	,235	,471
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>HWS links</b>	Korrelations- koeffizient	-,062	-,140	-,034	-,271
	Sig. (2-seitig)	,712	,402	,840	,100
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>HWS rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,018	-,048	-,184	-,198
	Sig. (2-seitig)	,912	,774	,269	,234
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>SIG/Hüfte links</b>	Korrelations- koeffizient	-,098	-,128	,081	,030
	Sig. (2-seitig)	,557	,443	,629	,858
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>SIG/Hüfte rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,289	-,284	,004	-,031
	Sig. (2-seitig)	,079	,084	,983	,855
	N	38	38	38	38

Tab. 38: Korrelationen der Differenzen (Absolutwerte) zwischen EMG und SL-NRS P-Praxis (+EMG)

Auch beim Beispiel des Vergleichs der Differenz der Angaben in den Schmerzskalen und dem EMG der Mm. masseter vor und nach Therapie zeigen sich in Tabelle 38 keine Korrelationen zwischen der Differenz innerhalb der Schmerzskalen und der Differenz innerhalb der EMG-Messungen.

### 22.5.4 Korrelationen Differenz in % EMG/SL-NRS vor u. nach Therapie P-Praxis (+EMG)

Spearman-Rho		Differenz in %	Differenz in %	Differenz in %	Differenz in %
		Summe LT RT M. MAS Seated Baseline vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Standing Baseline vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Functional Clench vor vs. nach Therapie	Summe LT RT M. MAS Controlled Clench vor vs. nach Therapie
Differenz Schmerzskala <b>allgemein</b>	Korrelations- koeffizient	-,149	-,005	-,095	,028
	Sig. (2-seitig)	,371	,974	,569	,869
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer links</b>	Korrelations- koeffizient	-,100	,092	-,074	,044
	Sig. (2-seitig)	,548	,581	,657	,795
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>Kopf/Kiefer rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,040	,007	-,209	-,125
	Sig. (2-seitig)	,812	,966	,208	,456
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>HWS links</b>	Korrelations- koeffizient	-,028	,056	-,011	,251
	Sig. (2-seitig)	,865	,738	,949	,128
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>HWS rechts</b>	Korrelations- koeffizient	-,086	-,020	,171	,164
	Sig. (2-seitig)	,607	,906	,306	,327
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>SIG/Hüfte links</b>	Korrelations- koeffizient	-,080	,076	-,120	-,049
	Sig. (2-seitig)	,632	,652	,474	,771
	N	38	38	38	38
Differenz Schmerzskala <b>SIG/Hüfte rechts</b>	Korrelations- koeffizient	,183	,258	-,025	,028
	Sig. (2-seitig)	,272	,117	,880	,867
	N	38	38	38	38

Tab. 39: Korrelationen der Differenzen (in Prozent) zwischen EMG und SL-NRS P-Praxis (+EMG)

Ebenso zeigen sich am Beispiel des Vergleichs der Differenz in % der Angaben der Schmerzskalen und dem EMG der Mm. masseter vor und nach Therapie in Tabelle 39 keine Korrelationen.

### 22.5.5 Korrelationen EMG/SL-NRS vor und nach Therapie K-Kitz

Das gleiche Testverfahren nach Spearmans Rho wurde auch bei der Kontrollgruppe K-Kitz angewandt. Auch hier sind die Daten nicht normalverteilt. Bei der Gruppe K-Kitz (Bsp. Tab. 40) besteht ebenfalls keine oder allenfalls eine mäßige Korrelation zwischen den Angaben in den Schmerzskalen und den EMG-Daten. D.h. mittels EMG lassen sich Spannungsveränderungen messen, jedoch keine Schmerzen.

Auf weitere tabellarische Darstellung der mit P-Praxis (+EMG) vergleichbaren Tests wurde außer der nachfolgenden Tabelle 40 bei der Kontrollgruppe K-Kitz verzichtet, da sich auch

hier keine Korrelationen zwischen den Angaben im SL-NRS und den EMG-Messungen gezeigt hat.

Spearman-Rho		Summe LT RT	Summe LT RT	Summe LT RT	Summe LT RT
		M. MAS Seated Baseline vor Therapie	M. MAS Standing Baseline vor Therapie	M. MAS Functional Clench vor Therapie	M. MAS Controlled Clench vor Therapie
Schmerzskala allgemein	Korrelations- koeffizient	-,289	-,248	,118	,363
	Sig. (2-seitig)	,217	,292	,630	,152
	N	20	20	19	17
Schmerzskala Kopf/Kiefer links	Korrelations- koeffizient	-,019	-,019	,224	,299
	Sig. (2-seitig)	,935	,935	,357	,244
	N	20	20	19	17
Schmerzskala Kopf/Kiefer rechts	Korrelations- koeffizient	,015	,015	-,039	-,109
	Sig. (2-seitig)	,950	,950	,873	,677
	N	20	20	19	17
Schmerzskala HWS links	Korrelations- koeffizient	-,051	-,066	,012	,178
	Sig. (2-seitig)	,831	,783	,962	,495
	N	20	20	19	17
Schmerzskala HWS rechts	Korrelations- koeffizient	-,212	-,198	-,179	-,077
	Sig. (2-seitig)	,370	,402	,463	,770
	N	20	20	19	17
Schmerzskala SIG/Hüfte links	Korrelations- koeffizient	-,143	-,137	,212	,284
	Sig. (2-seitig)	,548	,565	,383	,270
	N	20	20	19	17
Schmerzskala SIG/Hüfte rechts	Korrelations- koeffizient	-,377	-,395	,179	,336
	Sig. (2-seitig)	,101	,085	,464	,187
	N	20	20	19	17

Tab. 40: Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie K-Kitz

### 23. STUDIENTEIL 3 – EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD

Anhand der drei Gruppen (kumuliert  $n = 90$ ) P-mSP ( $n = 35$ ), P-oSP ( $n = 35$ ) und der Kontrollgruppe K-Kitz ( $n = 20$ ) wurde geprüft, ob sich Belastungen aus der Statik im EMG nachweisen lassen und ob und wie sich die gemessenen Muskelspannungen vor und nach Therapie im EMG unterscheiden.

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden in den folgenden Abschnitten tabellarisch komprimiert dargestellt. Da die Daten nicht normalverteilt waren (s.o.) wurde zum Vergleich von zwei verbundenen, jedoch nicht normalverteilten Stichproben, der Wilcoxon-Test verwendet, der anhand zweier gepaarter Stichproben die Gleichheit der zentralen Tendenzen der zugrundeliegenden (verbundenen) Grundgesamtheiten prüft. Der statistische Signifikanzwert findet sich in der letzten Zeile.

## 23.1 EMG – P-mSP – mit CMD u. Beschwerden aus der Statik (SIG)

Wenn sich bei den Patienten der Gruppe P-mSP bei der EMG-Messung eine Erhöhung der Muskelspannung beim Wechsel vom Sitzen zum Stehen zeigt, ist der P-Wert  $p \leq 0,001$ , d.h. er hat den höchsten Signifikanzwert.

Gruppe P-mSP (n = 35)	M. TA LT	M. TA RT	M. MAS LT	M. MAS RT	M. DIG LT	M. DIG RT	CERV M. LT	CERV M. RT
<b>MW ± SD Seated Baseline</b>	17,84 ± 16,06	23,59 ± 25,48	29,26 ± 25,52	28,36 ± 25,44	17,01 ± 27,77	17,53 ± 20,91	15,15 ± 17,91	12,63 ± 11,45
<b>MW ± SD Stan- ding Baseline</b>	21,58 ± 17,33	29,72 ± 31,05	38,80 ± 35,47	34,46 ± 31,98	30,68 ± 38,38	41,53 ± 45,81	35,73 ± 50,82	31,25 ± 32,94
<b>Δ MW Seated vs. Standing</b>	3,74	6,13	9,54	6,10	13,67	24,00	20,58	18,62
<b>Veränderung in %</b>	20,96%	25,99%	32,60%	21,51%	80,36%	136,91%	135,84%	147,43%
<b>Median Seated Baseline</b>	12,70	11,30	20,20	18,20	9,87	11,10	8,87	10,40
<b>Median Stan- ding Baseline</b>	17,20	14,50	23,70	23,60	17,10	25,10	13,30	14,60
<b>Δ Median Seated vs. Standing</b>	4,50	3,20	3,50	5,40	7,23	14,00	4,43	4,20
<b>Veränderung in %</b>	35,43%	28,32%	17,33%	29,67%	73,25%	126,13%	49,94%	40,38%
<b>Wilcoxon-Test (Asymptotische Signifikanz 2-s.)</b>	<b>p&lt;0,008</b>	<b>p&lt;0,001</b>	<b>p=0,001</b>	<b>p=0,003</b>	<b>p&lt;0,001</b>	<b>p&lt;0,001</b>	<b>p&lt;0,001</b>	<b>p&lt;0,001</b>

Tab. 41: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu V$   
(MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert, 2-s. = zweiseitig)

Bei allen Patienten mit Beschwerden aus der Statik und CMD – zeigten sich beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen deutliche Veränderungen in der Differenz der Mittelwerte von 20,96 % bis 147,43 % und in der Differenz der Mediane Sitzen gegenüber Stehen von 17,33 % bis 126,13 %. Der P-Wert zeigt beim linken M. temporalis anterior und beim rechten M. masseter hohe Signifikanzwerte und bei den übrigen Muskeln mit  $p \leq 0,001$  die höchsten Signifikanzwerte.

Dies bedeutet, dass Beschwerden aus der Statik einen messbaren Einfluss auf die Kaumuskulatur haben.

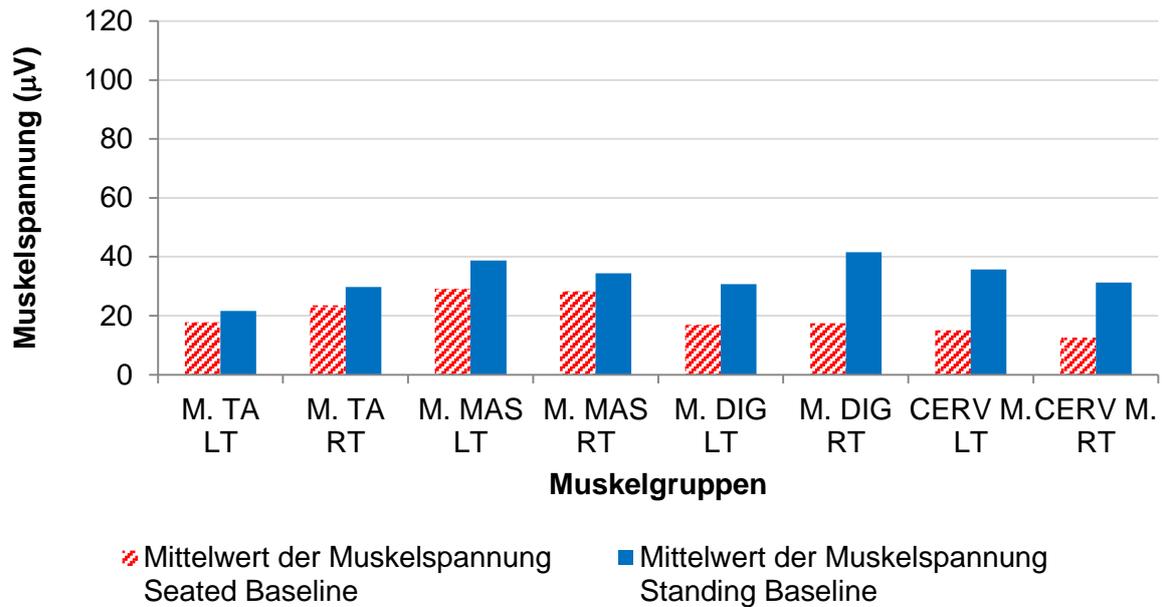


Abb. 70: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) – Mittelwerte

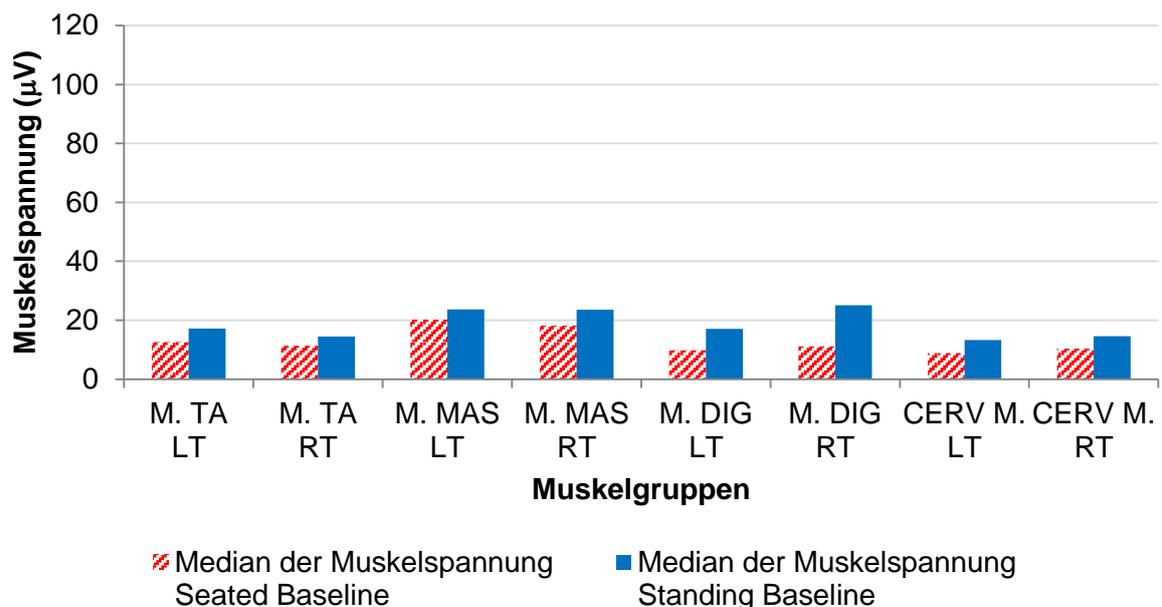


Abb. 71: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) – Mediane

## 23.2 EMG – P-oSP – mit CMD, aber ohne Beschwerden aus Statik

Wenn sich bei den Patienten der Gruppe P-oSP bei der EMG-Messung keine wesentliche Erhöhung der Muskelspannung beim Wechsel vom Sitzen zum Stehen zeigt, ist der P-Wert deutlich höher als  $p \leq 0,001$ . Wenn die Werte ebenfalls wie bei der Gruppe P-mSP bei  $p \leq 0,001$  wären, würde dies gegen die These sprechen, dass statische Beschwerden (z.B. SIG) Auswirkungen auf das stomatognathe System hätten.

Bei allen Patienten ohne Beschwerden aus der Statik jedoch mit CMD – zeigten sich beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen nur geringe Veränderungen in der Differenz der Mittelwerte von 2,96 % bis 55,27 % und in der Differenz der Mediane von -18,34 % bis 13,56 %. Der P-Wert zeigt bei allen Tests keinerlei Signifikanz, d.h., dass sich bei dieser Patientengruppe (P-oSP) keine signifikanten Unterschiede in der Spannung beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen, als Erhöhung der Spannung zeigen.

Gruppe P-oSP (n = 35)	M. TA LT	M. TA RT	M. MAS LT	M. MAS RT	M. DIG LT	M. DIG RT	CERV M. LT	CERV M. RT
<b>MW ± SD Seated Baseline</b>	25,98 ± 13,36	43,28 ± 24,01	37,07 ± 24,73	46,25 ± 25,58	9,68 ± 8,50	13,67 ± 15,07	8,94 ± 7,37	10,88 ± 9,44
<b>MW ± SD Stan- ding Baseline</b>	26,75 ± 16,83	44,82 ± 25,25	39,61 ± 31,21	48,96 ± 32,26	15,03 ± 20,87	19,05 ± 27,43	12,56 ± 16,61	15,16 ± 24,64
<b>Δ MW Seated vs. Standing</b>	0,77	1,54	2,54	2,71	5,35	5,38	3,62	4,28
<b>Veränderung in %</b>	2,96%	3,56%	6,85%	5,86%	55,27%	39,36%	40,49%	39,34%
<b>Median Seated Baseline</b>	24,90	41,70	41,00	50,60	6,79	7,69	6,94	7,08
<b>Median Stan- ding Baseline</b>	24,70	42,10	39,60	47,70	7,16	6,28	7,06	8,04
<b>Δ Median Seated vs. Standing</b>	-0,20	0,40	-1,40	-2,90	0,37	-1,41	0,12	0,96
<b>Veränderung in %</b>	-0,80%	0,96%	-3,41%	-5,73%	5,45%	-18,34%	1,73%	13,56%
<b>Wilcoxon-Test (Asymptotische Signifikanz 2-s.)</b>	<b>p=0,201</b>	<b>p=0,427</b>	<b>p=0,561</b>	<b>p=0,819</b>	<b>p=0,058</b>	<b>p=0,922</b>	<b>p=0,330</b>	<b>p=0,100</b>

Tab. 42: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu\text{V}$  (MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert, 2-s. = zweiseitig)

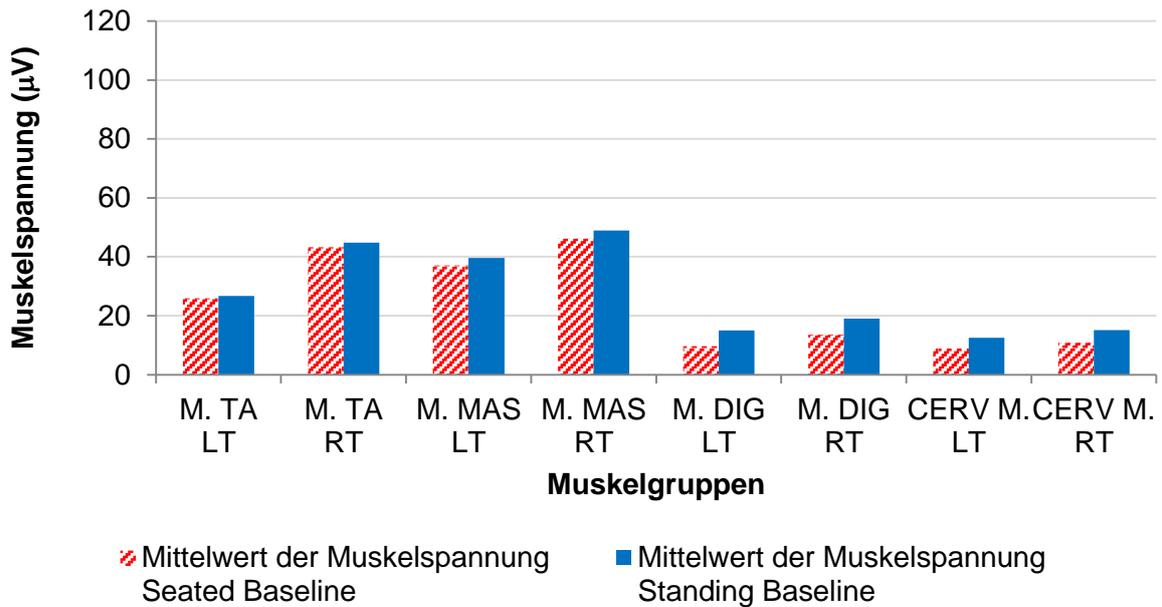


Abb. 72: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (Mittelwerte)

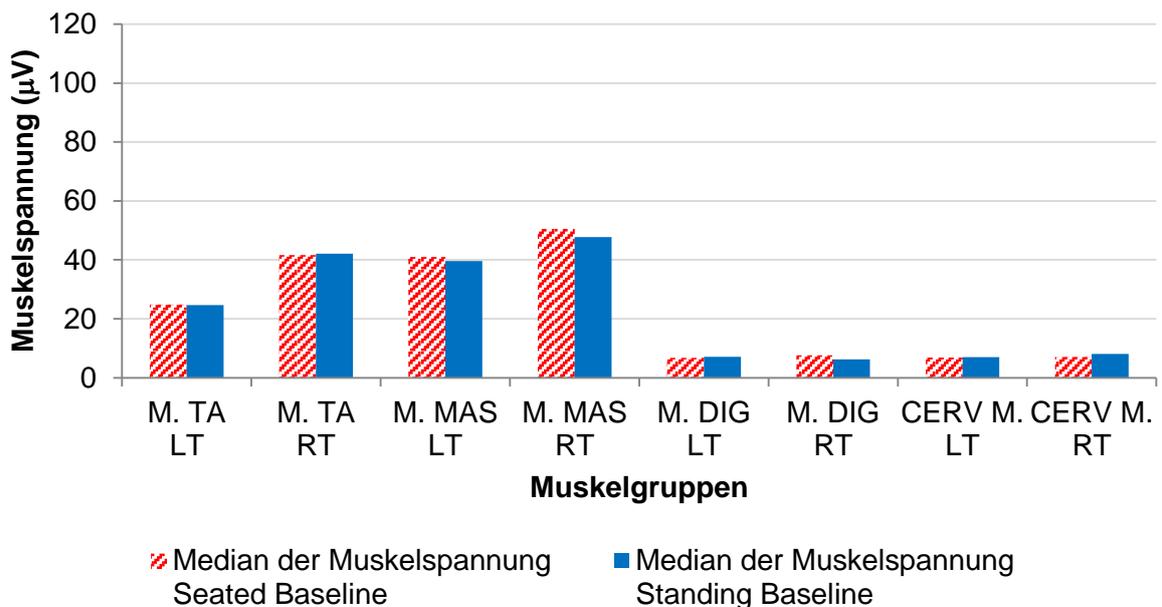


Abb. 73: Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (Mediane)

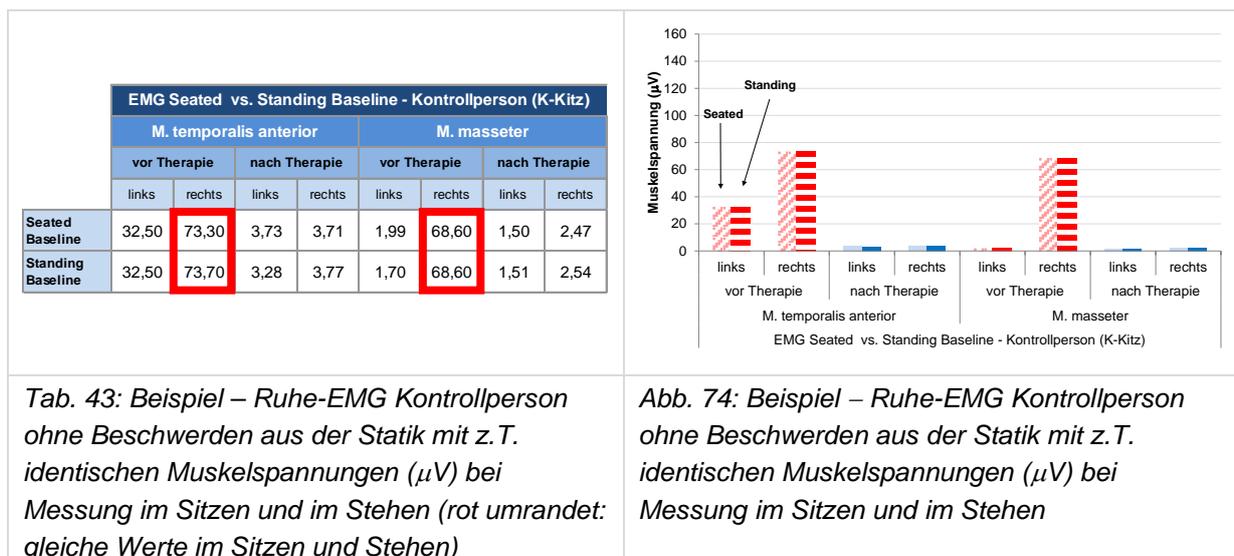
Die Ergebnisse dieser Gruppe zeigen wie auch schon die der vorher beschriebenen Gruppe der Patienten mit zusätzlichen Beschwerden aus der Statik, dass diese Beschwerden einen deutlichen Einfluss auf die Kaumuskulatur haben und dieser Einfluss im EMG klar nachweisbar ist.

Dies wird auch anhand der Darstellung der beiden folgenden Einzelbeispiele eindrücklich gezeigt.

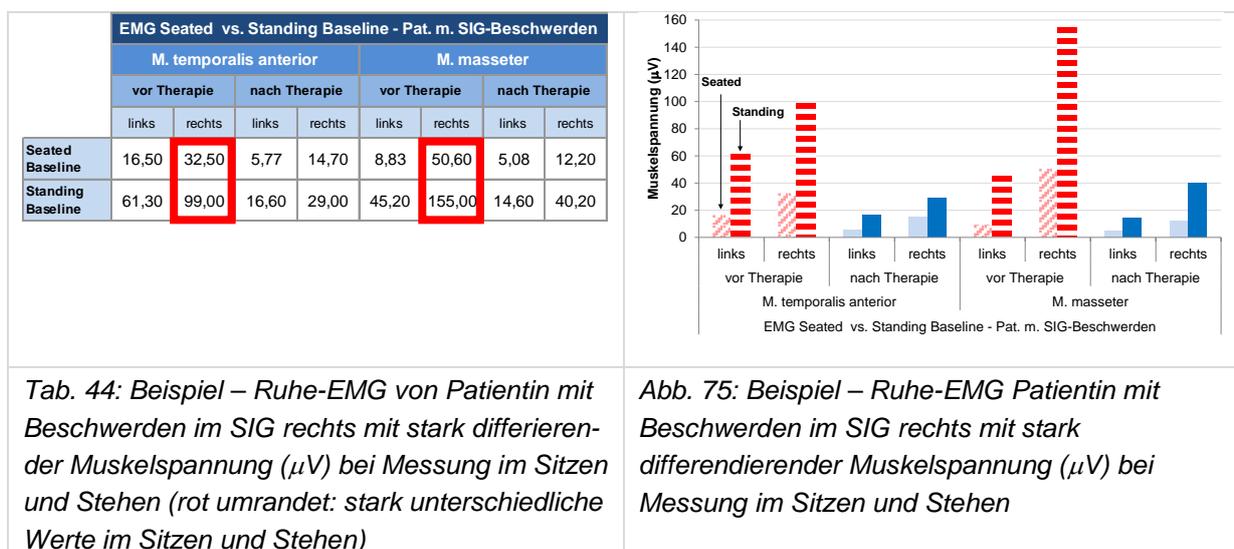
### 23.3 Einzelbeispiele – Auswirkung von Statik auf CMD

Zur Verdeutlichung der Auswirkung von Beschwerden aus der Statik auf das stomatognathe System werden nachfolgend zwei Einzelbeispiele angeführt.

So zeigten sich z.B. bei einer Kontrollperson der Gruppe K-Kitz bei der EMG-Messung der Muskelspannungen ( $\mu\text{V}$ ) von der „Seated Baseline“ der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter in Bezug zur „Standing Baseline“ eine nur unwesentliche Abweichung (s. Tab. 43, Abb. 74) seitenbezogen vor und nach Therapie.



Bei der folgenden Patientin aus der Gruppe P-mSP, d.h. mit Beschwerden sowohl im Kopf-/Kieferbereich als auch im SIG, zeigt sich im EMG ein signifikanter Unterschied in der Muskelspannung ( $\mu\text{V}$ ) von der „Seated Baseline“ der Mm. temporales ant. und der Mm. masseter in Bezug zur „Standing Baseline“ (s. Tab. 44, Abb. 75).



## **24. STUDIENTEIL 4: EMG – AUSWIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE**

Anhand der drei Gruppen (kumuliert  $n = 90$ ) P-mSP ( $n = 35$ ), P-oSP ( $n = 35$ ) und der Kontrollgruppe K-Kitz ( $n = 20$ ) wurde geprüft, ob und wie sich die gemessenen Muskelspannungen vor und nach Therapie im EMG unterscheiden.

Wenn sich bei den Studienteilnehmern nach Therapie bei der EMG-Ruhemessung Unterschiede in der Spannung (verringerte Muskelspannung) zeigen, ist der P-Wert  $p \leq 0,001$ , d.h. er hat den höchsten Signifikanzwert.

Dies würde bedeuten, dass Physio- bzw. manuelle Therapie zum einen einen messbaren Einfluss auf die Spannung der Kaumuskulatur hätte und dass die Wirkung der als Therapie dienenden Grundbehandlung als eine im EMG darstellbare Detonisierung messbar wäre.

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden in den folgenden Abschnitten tabellarisch komprimiert dargestellt. Da die Daten nicht normalverteilt waren (s.o.) wurde zum Vergleich von zwei verbundenen, jedoch nicht normalverteilten Stichproben, der Wilcoxon-Test verwendet, der anhand zweier gepaarter Stichproben die Gleichheit der zentralen Tendenzen der zugrundeliegenden (verbundenen) Grundgesamtheiten prüft. Der statistische Signifikanzwert findet sich in der letzten Zeile.

### **24.1 EMG – P-mSP – mit CMD u. Beschwerden aus der Statik (SIG)**

Im Folgenden wird auf die getrennte Darstellung der EMG-Messungen der linken und rechten Körperseite verzichtet, so dass die  $\mu\text{V}$ -Angaben der beiden Körperseiten bei den EMG-Messungen addiert und die Summen der Messungen vor und nach Therapie miteinander verglichen werden.

Bei allen Patienten der Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) zeigten sich nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung deutliche Veränderungen in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -22,57 % bis -84,79 % (Mittelwerte) bzw. von -33,52 % bis -85,58 % (Mediane). Der P-Wert zeigt außer bei der Seated Baseline Messung der Mm. cervicales ( $p = 0,001$ ) mit  $p \leq 0,001$  die höchsten Signifikanzwerte.

Gruppe P-mSP (n = 35)	M. TA Summe LT+RT Seated Baseline	M. TA Summe LT+RT Standing Baseline	M. MAS Summe LT+RT Seated Baseline	M. MAS Summe LT+RT Standing Baseline	M. DIG Summe LT+RT Seated Baseline	M. DIG Summe LT+RT Standing Baseline	CERV M. Summe LT+RT Seated Baseline	CERV M. Summe LT+RT Standing Baseline
<b>MW ± SD vor Therapie</b>	41,42 ± 39,56	51,30 ± 44,10	57,62 ± 47,00	73,26 ± 58,04	34,54 ± 35,68	72,22 ± 73,14	27,78 ± 23,87	66,98 ± 79,97
<b>MW ± SD nach Therapie</b>	8,71 ± 4,69	10,95 ± 7,56	8,97 ± 4,98	11,14 ± 10,02	14,31 ± 10,93	20,54 ± 27,09	21,51 ± 20,61	28,81 ± 35,63
<b>Δ MW vor/nach Therapie</b>	-32,71	-40,35	-48,65	-62,12	-20,23	-51,68	-6,27	-38,17
<b>Veränderung in %</b>	-78,97%	-78,65%	-84,43%	-84,79%	-58,57%	-71,56%	-22,57%	-56,99%
<b>Median vor Therapie</b>	25,30	32,53	46,40	54,10	26,00	50,30	19,57	31,96
<b>Median nach Therapie</b>	7,32	10,17	6,69	7,89	9,83	13,66	13,01	19,73
<b>Δ Median vor/ nach Therapie</b>	-17,98	-22,36	-39,71	-46,21	-16,17	-36,64	-6,56	-12,23
<b>Veränderung in %</b>	-71,07%	-68,74%	-85,58%	-85,42%	-62,19%	-72,84%	-33,52%	-38,27%
<b>Wilcoxon-Test (Asymptotische Signifikanz 2-s.)</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P = 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>

Tab. 45: Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu\text{V}$  (MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung,  $\Delta$  MW = Differenz Mittelwert, 2-s. = zweiseitig)

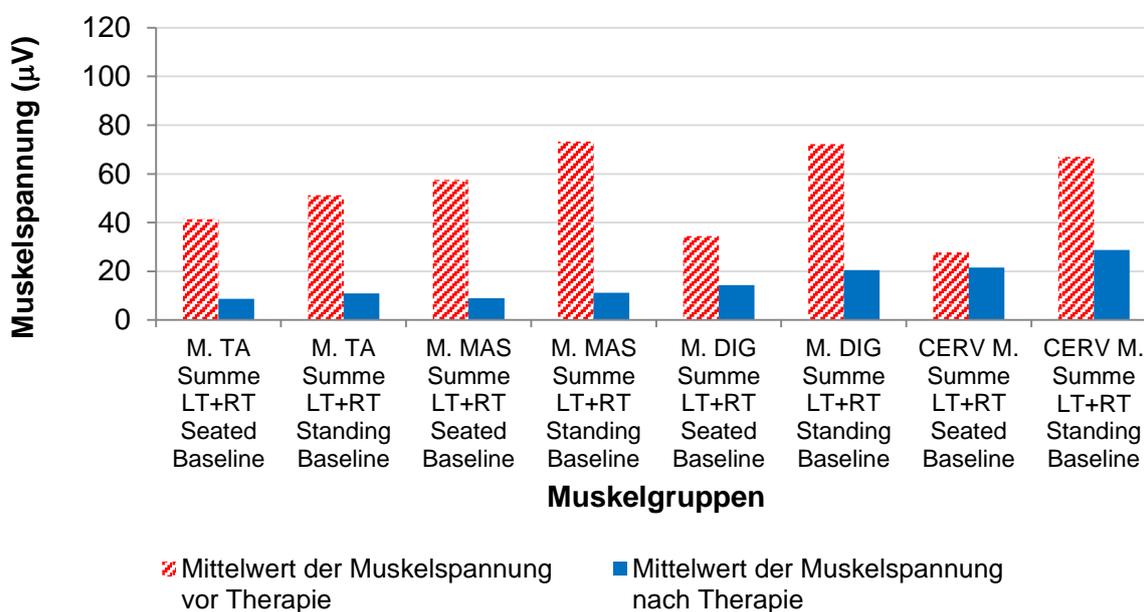


Abb. 76: Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu\text{V}$

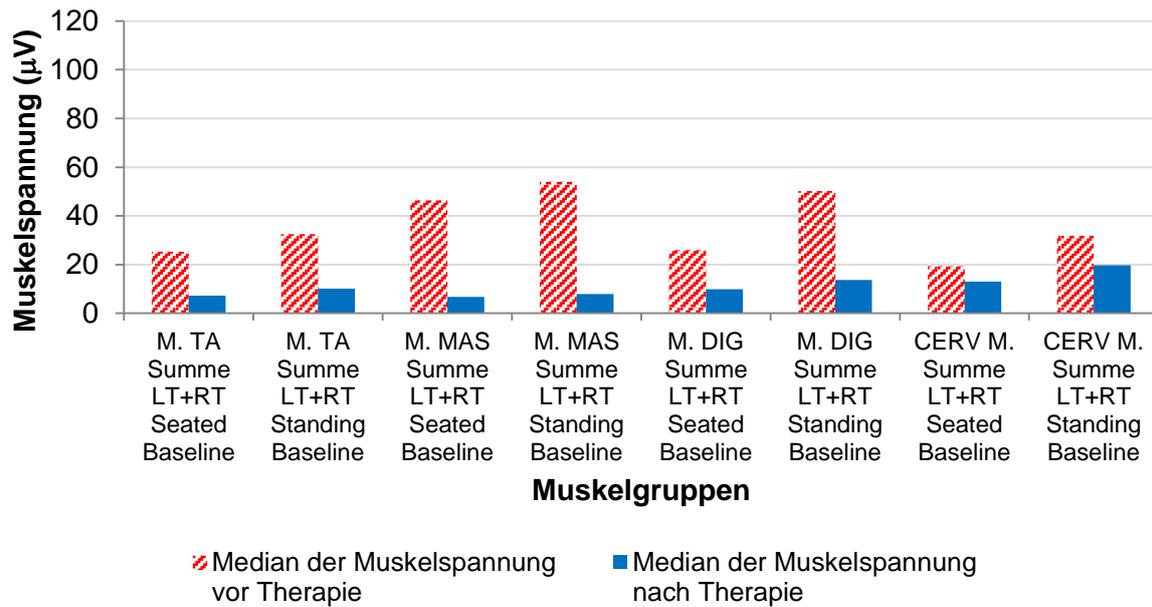


Abb. 77: Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu V$

## 24.2 EMG – P-oSP – mit CMD, aber ohne Beschwerden aus Statik

Bei allen Patienten der Gruppe P-oSP zeigten sich nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung ebenso deutliche Veränderungen in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -19,73 % bis -86,84 % (Mittelwerte) bzw. von -12,28 % bis -91,83 % (Mediane). Der P-Wert zeigt außer bei der Seated ( $p = 0,030$ ) und Standing Baseline Messung ( $p = 0,021$ ) der Mm. cervicales mit  $p \leq 0,001$  die höchsten Signifikanzwerte.

Gruppe P-0SP (n = 35)	M. TA Summe LT+RT Seated Baseline	M. TA Summe LT+RT Standing Baseline	M. MAS Summe LT+RT Seated Baseline	M. MAS Summe LT+RT Standing Baseline	M. DIG Summe LT+RT Seated Baseline	M. DIG Summe LT+RT Standing Baseline	CERV M. Summe LT+RT Seated Baseline	CERV M. Summe LT+RT Standing Baseline
<b>MW ± SD vor Therapie</b>	69,25 ± 36,00	71,76 ± 40,72	83,32 ± 46,26	88,57 ± 58,70	23,35 ± 21,69	34,07 ± 42,91	19,82 ± 13,99	27,72 ± 34,39
<b>MW ± SD nach Therapie</b>	13,90 ± 19,77	15,07 ± 22,51	12,68 ± 21,68	11,66 ± 22,43	16,94 ± 15,13	18,15 ± 20,20	15,91 ± 12,37	18,44 ± 13,19
<b>Δ MW vor/nach Therapie</b>	-55,35	-56,69	-70,64	-76,91	-6,41	-15,92	-3,91	-9,28
<b>Veränderung in %</b>	-79,93%	-79,00%	-84,78%	-86,84%	-27,45%	-46,73%	-19,73%	-33,48%
<b>Median vor Therapie</b>	39,30	66,80	88,60	85,20	15,91	17,60	15,50	14,90
<b>Median nach Therapie</b>	9,79	9,14	7,24	7,07	13,03	10,63	11,03	13,07
<b>Δ Median vor/ nach Therapie</b>	-29,51	-57,66	-81,36	-78,13	-2,88	-6,97	-4,47	-1,83
<b>Veränderung in %</b>	-75,09%	-86,32%	-91,83%	-91,70%	-18,10%	-39,60%	-28,84%	-12,28%
<b>Wilcoxon-Test (Asymptotische Signifikanz 2-s.)</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P = 0,030</b>	<b>P = 0,021</b>

Tab. 46: Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu V$  (MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert, 2-s. = zweiseitig)

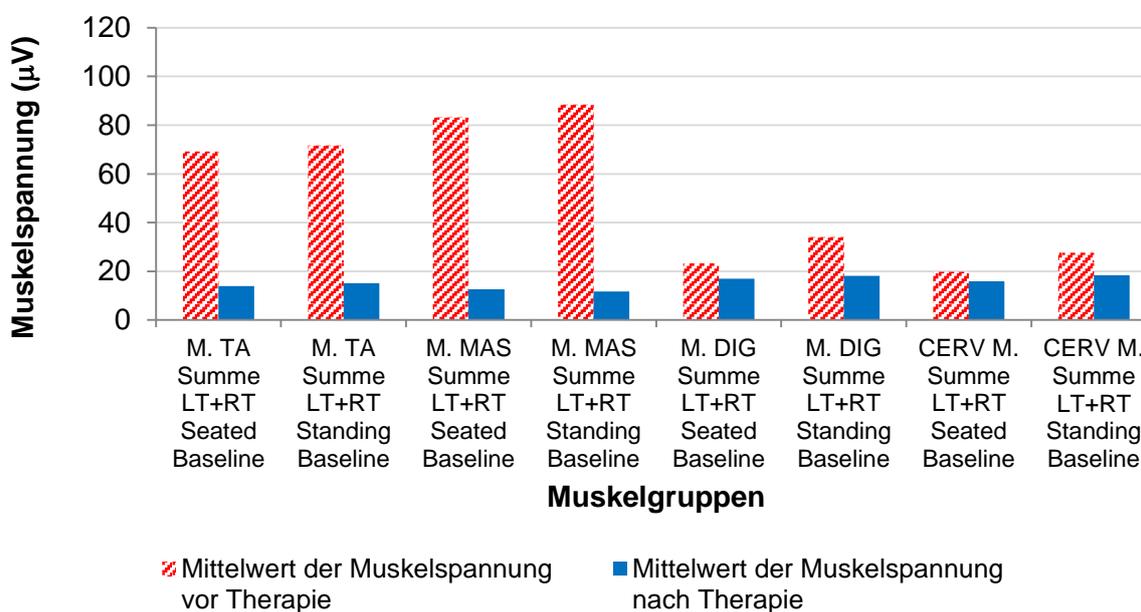


Abb. 78: Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu V$

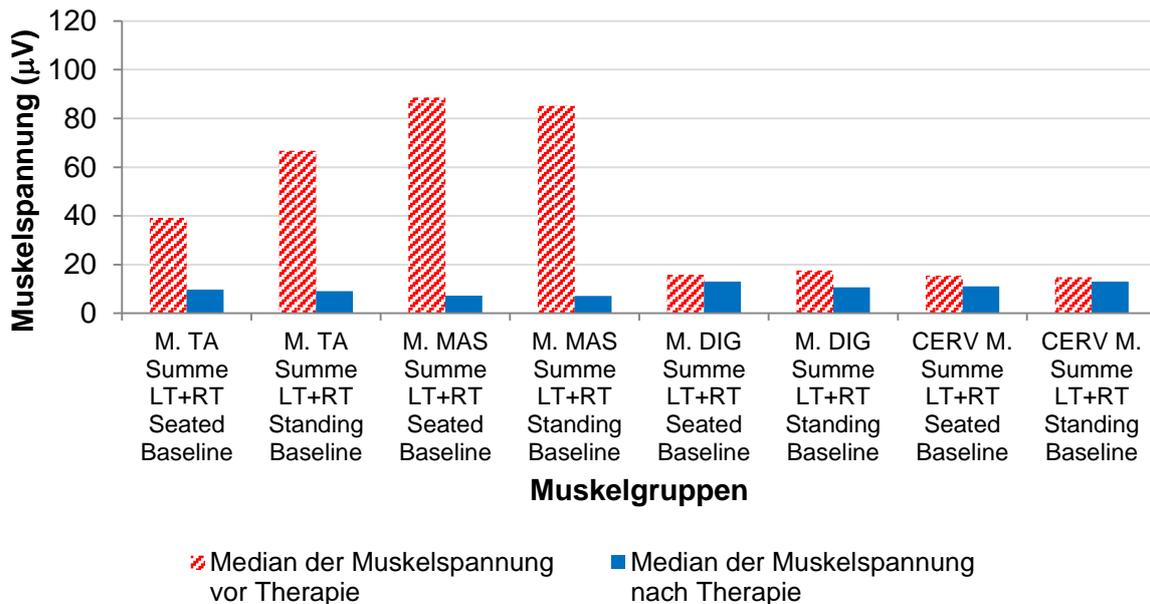


Abb. 79: Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in  $\mu\text{V}$

### 24.3 EMG – Kontrollgruppe K-Kitz

Auch bei der Kontrollgruppe K-Kitz zeigten sich nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung deutliche Veränderungen in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -27,65 % bis -70,43 % (Mittelwerte) bzw. von -21,79 % bis -91,55 % (Mediane).

Der P-Wert zeigt auch bei der CMD asymptotischen Kontrollgruppe durchgehend hohe bis höchste Signifikanzwerte und ebenso nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung wiederum deutlich messbare Absenkungen der Muskelspannung (in  $\mu\text{V}$ ).

Gruppe K-Kitz (n = 20)	M. TA Summe LT+RT Seated Baseline	M. TA Summe LT+RT Standing Baseline	M. MAS Summe LT+RT Seated Baseline	M. MAS Summe LT+RT Standing Baseline	M. DIG Summe LT+RT Seated Baseline	M. DIG Summe LT+RT Standing Baseline	CERV M. Summe LT+RT Seated Baseline	CERV M. Summe LT+RT Standing Baseline
<b>MW ± SD vor Therapie</b>	79,52 ± 42,21	76,57 ± 43,14	72,62 ± 45,34	70,43 ± 47,05	16,23 ± 14,76	17,73 ± 17,56	28,69 ± 35,87	28,90 ± 38,36
<b>MW ± SD nach Therapie</b>	24,09 ± 34,68	22,64 ± 35,06	27,65 ± 38,93	26,22 ± 38,32	9,91 ± 6,74	9,24 ± 6,77	20,55 ± 35,55	20,91 ± 28,16
<b>Δ MW vor/nach Therapie</b>	-55,43	-53,93	-44,97	-44,21	-6,32	-8,49	-8,14	-7,99
<b>Veränderung in %</b>	-69,71%	-70,43%	-61,93%	-62,77%	-38,94%	-47,88%	-28,37%	-27,65%
<b>Median vor Therapie</b>	102,30	101,00	71,70	71,26	9,83	10,17	13,99	12,21
<b>Median nach Therapie</b>	9,94	8,53	10,44	11,26	7,31	6,88	10,22	9,55
<b>Δ Median vor/ nach Therapie</b>	-92,36	-92,47	-61,26	-60,00	-2,52	-3,29	-3,77	-2,66
<b>Veränderung in %</b>	-90,28%	-91,55%	-85,44%	-84,20%	-25,64%	-32,35%	-26,95%	-21,79%
<b>Wilcoxon-Test (Asymptotische Signifikanz 2-s.)</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P = 0,001</b>	<b>P &lt; 0,001</b>	<b>P = 0,001</b>	<b>P = 0,005</b>	<b>P = 0,001</b>	<b>P = 0,003</b>	<b>P = 0,004</b>

Tab. 47: Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in  $\mu V$

(MW ± SD = Mittelwert ± Standardabweichung, Δ MW = Differenz Mittelwert, 2-s. = zweiseitig)

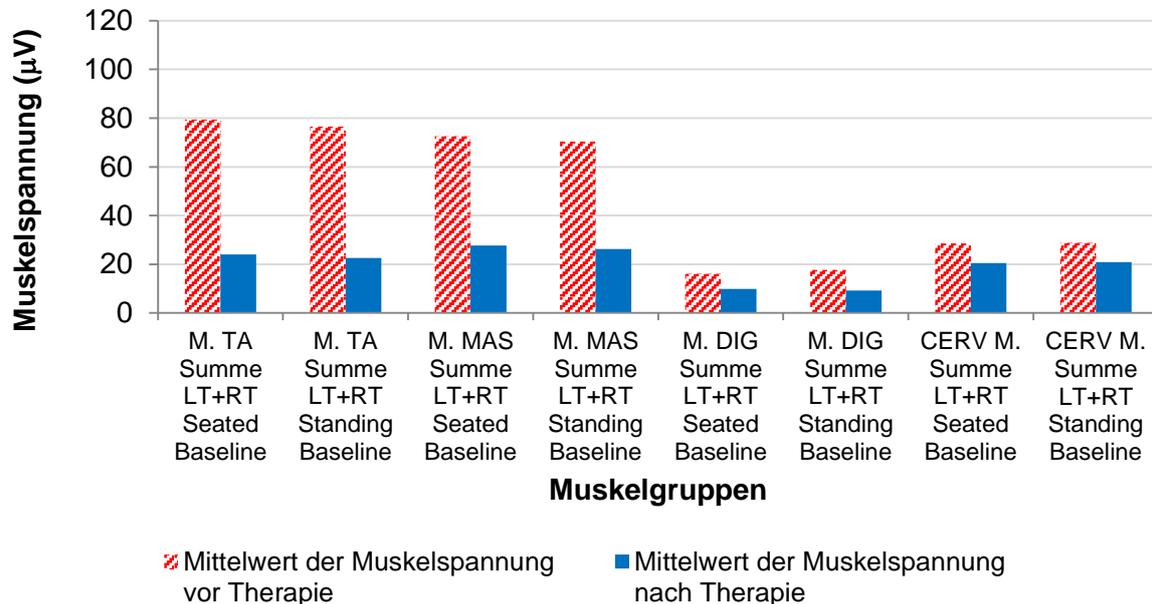


Abb. 80: Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in  $\mu V$

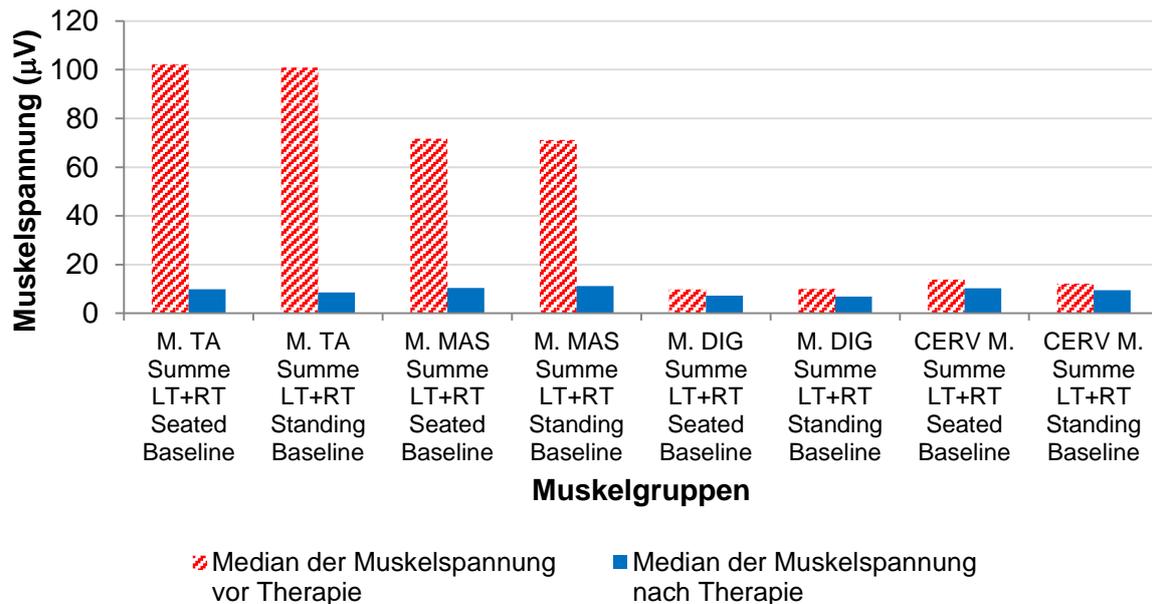


Abb. 81: Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in  $\mu\text{V}$

## 25. STUDIENTEIL 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE

Bei drei mund-, kiefer-, gesichtschirurgischen (MKG-) Patienten mit knöchern stabilem und infektfreiem Befund (P1, P2 und P3) sowie einer Kontrollperson (K, aus der Gruppe K-Kitz) folgen nach EMG-Basismessung – bei unveränderter Elektrodenlage – Messungen in Ruhe, unter Belastung (Zubeißen) und nach Physiotherapie. Vergleichsmessungen der MKG-Patienten erfolgten – soweit möglich – jeweils 14 und 18 Wochen nach OP.

### 25.1 Statischer Vergleich sitzend – stehend – P1

Bei der Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur nach Pferdehufschlag (P1) zeigt sich im EMG – 14. Woche nach MKG-Chirurgie – in der Ruhemessung im Sitzen (SeB) der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter rechts im Vergleich zur Ruhemessung im Stehen (StB) ein signifikanter Unterschied (s. Tab 48, Abb. 82).

In der Seated Baseline (SeB) wurde z.B. beim M. temporalis ant. links ein Wert von  $18,80 \mu\text{V}$  und stehend ein Wert von  $62,10 \mu\text{V}$  gemessen. Nach Therapie wurde in der 14. Woche post OP eine Spannung des M. temporalis ant. bei unveränderter Position der Messelektroden sitzend von  $12,90 \mu\text{V}$  und stehend von  $14,20 \mu\text{V}$  gemessen.

EMG Seated vs. Standing Baseline - P1 - 14. Woche post OP								
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Seated Baseline	18,80	20,80	12,90	8,72	6,03	11,00	5,10	6,72
Standing Baseline	62,00	62,10	14,50	9,61	17,70	33,60	5,28	7,69

Tab. 48: Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP (rot umrandet: stark unterschiedliche Werte im Sitzen und Stehen)

EMG Seated vs. Standing Baseline - P1 - 18. Woche post OP								
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Seated Baseline	2,16	4,33	1,56	2,30	8,19	4,53	3,08	2,33
Standing Baseline	4,37	11,80	6,50	5,67	23,40	11,90	8,38	3,97

Tab. 49: Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP (rot umrandet: geringere Differenz der Werte im Sitzen und Stehen)

Im EMG – 18. Woche nach MKG-Chirurgie – sinkt die Ruhespannung (s. Tab 49, Abb. 83).. In der SeB wurden beim M. temporalis ant. links ein Wert von 2,16  $\mu\text{V}$  und stehend ein Wert von 4,37  $\mu\text{V}$  gemessen. Nach Therapie wurden sitzend 1,56  $\mu\text{V}$  und stehend 6,50  $\mu\text{V}$  gemessen.

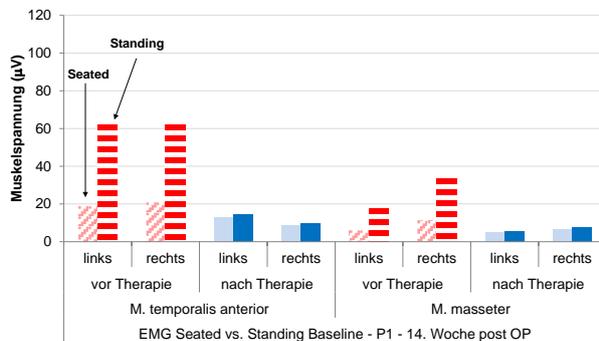


Abb. 82: Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP

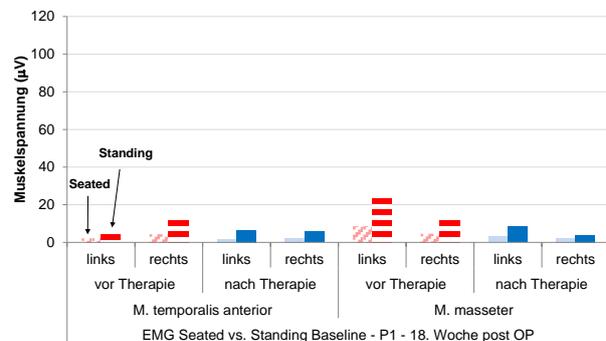


Abb. 83: Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP

## 25.2 Dynamischer Vergleich – P1 – 14./18. Woche

Im EMG – 14. Woche nach MKG-Chirurgie – zeigte sich im Functional Clench (FC, habituelles Zubeißen, s. Tab. 50, Abb. 84) beim M. temporalis ant. links ein Wert von 22,00  $\mu\text{V}$  und im Controlled Clench (CC, kontrolliertes Zubeißen auf Watterollen) ein Wert von 7,47  $\mu\text{V}$ . Beidseits zeigte sich eine muskuläre Hemmung. Nach Therapie wurde im FC beim M. temporalis ant. links ein Wert von 14,60  $\mu\text{V}$  und im CC ein Wert von 6,12  $\mu\text{V}$  gemessen.

EMG Functional vs. Controlled Clench - P1 - 14. Woche post OP								
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	22,00	22,10	14,60	9,59	21,00	20,20	13,90	9,12
Controlled Clench	7,47	13,40	6,12	8,63	7,50	11,50	4,30	8,58

Tab. 50: Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 1. Messung  
14. Woche post OP (rot umrandet: reduzierte Schutzspannung bis 22 µV, links < rechts)

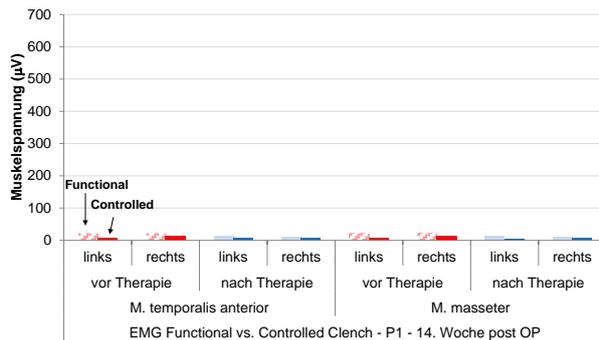


Abb. 84: Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 1. Messung  
14. Woche post OP: reduzierte Schutzspannung bis 22 µV, links < rechts

EMG Functional vs. Controlled Clench - P1 - 18. Woche post OP								
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	223,00	220,00	229,00	159,00	223,00	142,00	302,00	225,00
Controlled Clench	173,00	263,00	202,00	296,00	293,00	305,00	324,00	397,00

Tab. 51: Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 2. Messung  
18. Woche post O (rot umrandet: fast idealer Spannungsaufbau möglich)

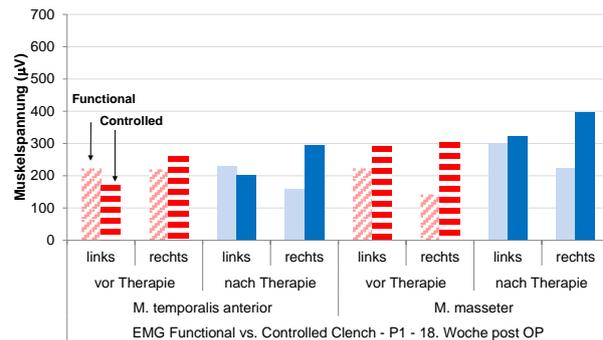


Abb. 85: Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 2. Messung  
18. Woche post OP: fast idealer Spannungsaufbau möglich

Im EMG der 18. Woche nach MKG-Chirurgie (s. Tab. 51, Abb. 85) zeigte sich im FC beim M. temporalis ant. links ein Wert von 223,00 µV und im CC ein Wert von 173,00 µV. Nach Therapie wurde im FC beim M. temporalis ant. links ein Wert von 229,00 µV und im CC ein Wert von 202,00 µV gemessen.

Im Unterschied zu Patienten, die im EMG Spannung aufbauen können, geht dies bei der Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur (P1) in der 14. Woche nach OP links – aufgrund möglicherweise funktionell instabiler Strukturen oder Schmerzen (noch) nicht.

Bei den Abbildungen 86 bis 89, 92 bis 95 und 99 bis 102 wurden unterschiedliche Scalierungen gewählt. Dies dient lediglich dazu, die Unterschiede wie Balance oder Dysbalance in den EMG-Signalen z.B. 14. Woche mit denen der 18. Woche post OP, bzw. der Kontrollperson zu P3 sichtbar und somit vergleichbar zu machen. Die absoluten Werte können den vorangestellten Tabellen und Abbildungen entnommen werden.

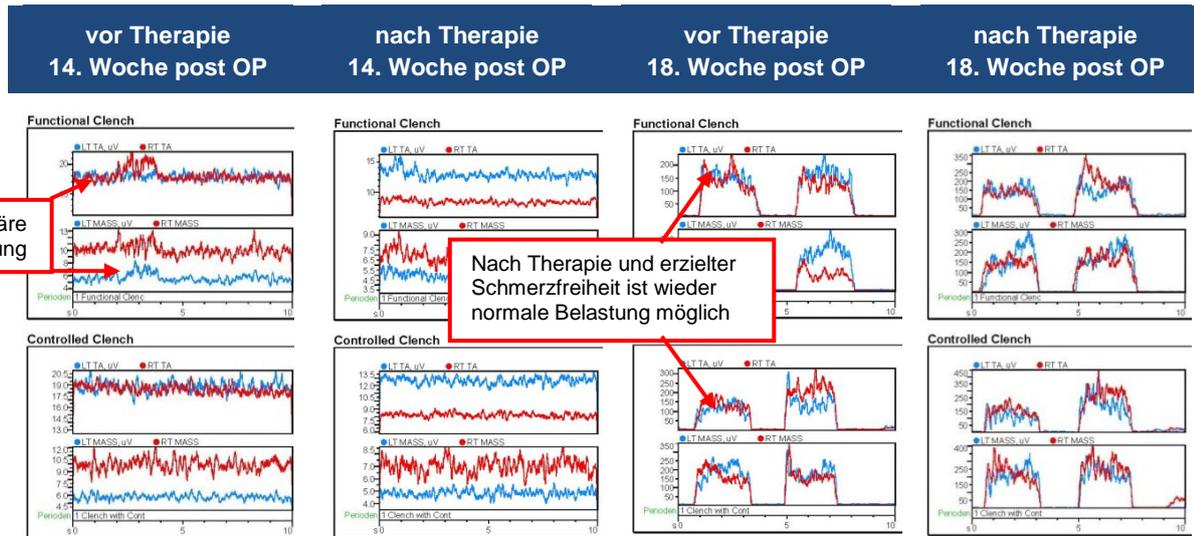


Abb. 86 und 87 zeigen in der 14. Woche post OP muskuläre Hemmung bei Belastung im Functional und Controlled Clench, Werte bis 22 µV, links < rechts  
 Abb. 88 und 89 zeigen 18. Woche post OP unter Belastung nach erzielter Schmerzfremheit im Functional und Controlled Clench, Werte bis 229 µV, links < rechts

### 25.3 Dynamischer Vergleich – P2 – 14./18. Woche

Bei der Patientin mit multipler Gesichtsfraktur nach Verkehrsunfall (P2) zeigt sich im EMG – 14. Woche nach MKG-Chirurgie – (s. Tab. 52, Abb. 90) im FC beim M. temporalis ant. links ein Wert von 96,20 µV und im CC von 110 µV.

	EMG Functional vs. Controlled Clench - P2 - 14. Woche post OP							
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	96,20	159,00	131,00	161,00	20,90	74,40	27,40	103,00
Controlled Clench	110,00	140,00	71,80	156,00	69,90	116,00	35,60	72,70

Tab. 52: Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP

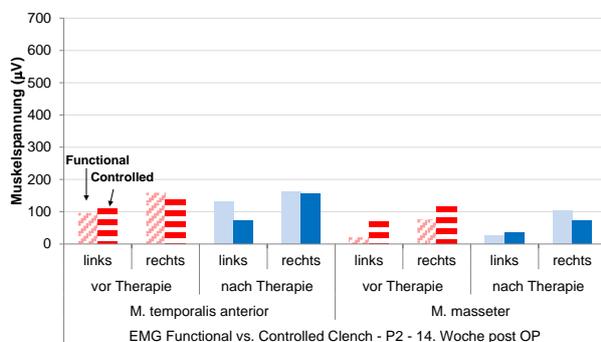


Abb. 90: Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP

	EMG Functional vs. Controlled Clench - P2 - 18. Woche post OP							
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	92,30	186,00	174,00	224,00	128,00	220,00	78,70	212,00
Controlled Clench	150,00	221,00	138,00	270,00	56,10	87,10	64,30	96,70

Tab. 53: Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP

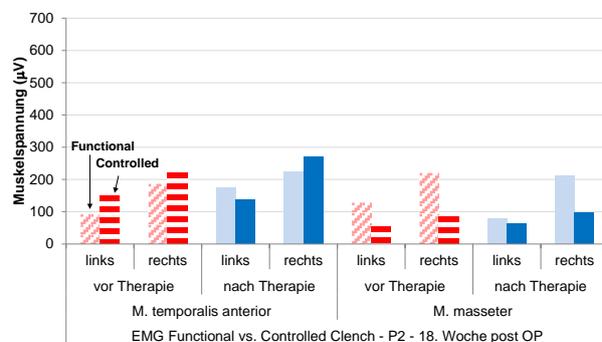


Abb. 91: Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP

Nach Therapie wurde im FC beim M. temporalis ant. links eine Spannung von 131  $\mu\text{V}$  und im CC von 71,80  $\mu\text{V}$  gemessen. Bei dem durch Schnittverletzungen zum Teil durchtrennten linken M. masseter konnte in der 14. Woche eine Spannung von 20,90  $\mu\text{V}$  gemessen werden, die sich bei Belastung auf 27,40  $\mu\text{V}$  steigern ließ (Abb. 92 und 93). Im EMG der 18. Woche (s. Tab. 53, Abb. 91, 94 und 95) zeigte sich ein verändertes EMG mit Muskelspannungen von 178  $\mu\text{V}$ , welches sich nach Therapie auf 78,70  $\mu\text{V}$  absenkte.

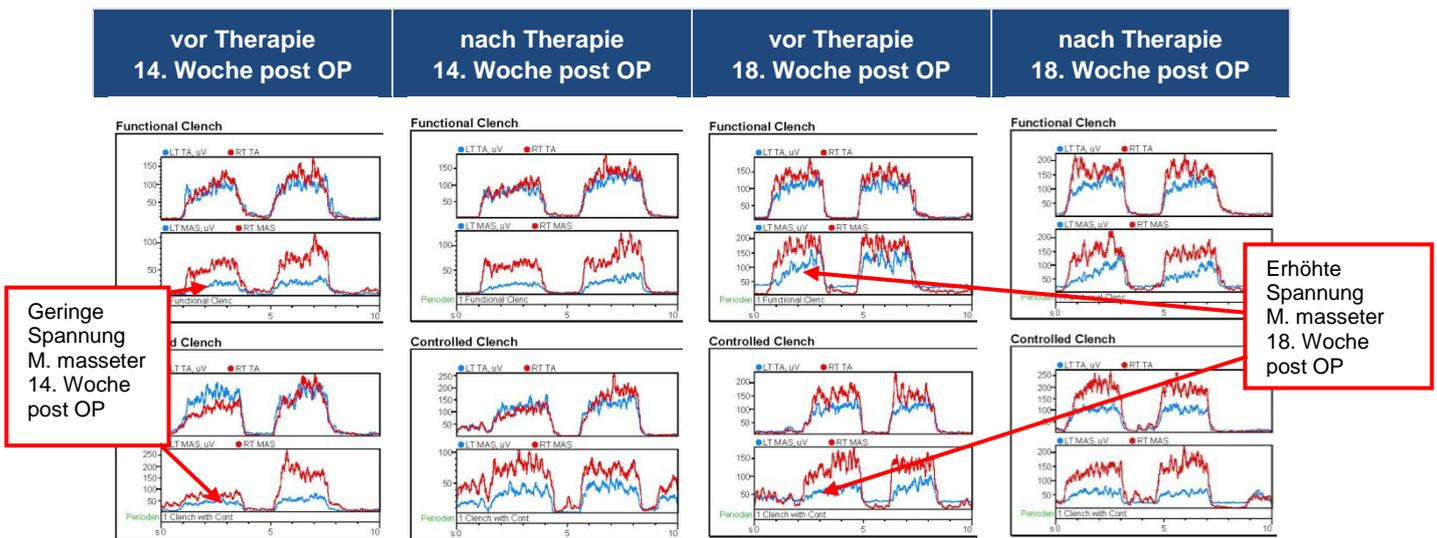


Abb. 92 bis 95: Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie  
 Abb. 92 und 93 zeigen in der 14. Woche post OP nur geringe Spannung des M. masseter  
 Abb. 94 und 95 zeigen erhöhte Spannung des M. masseter nach Therapie 18. Woche post OP

### 25.4 Dynamischer Vergleich – P3 – 14. Woche

Beim Patienten mit dreifacher Kieferfraktur rechts nach Motorradunfall (P3) zeigt der M. masseter rechts beim FC mit 15,20  $\mu\text{V}$  und beim CC mit 13,90  $\mu\text{V}$  eine starke muskuläre Hemmung. Beim Zubeißen waren kein Anstieg der Spannung bei Aktivität und keine Ruheperiode möglich (s. Tab. 54 und Abb. 96).

	EMG Functional vs. Controlled Clench - P3 - 14. Woche post OP							
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	8,73	38,60	6,12	10,90	57,80	15,20	18,70	9,16
Controlled Clench	11,80	40,10	7,93	6,44	17,10	13,90	15,10	8,59

Tab. 54: Vergleich EMG FC vs. CC bei P3 – vor und nach Therapie: starke muskuläre Hemmung von 15,20  $\mu\text{V}$ , die bei Belastung niedriger war als in Ruhe

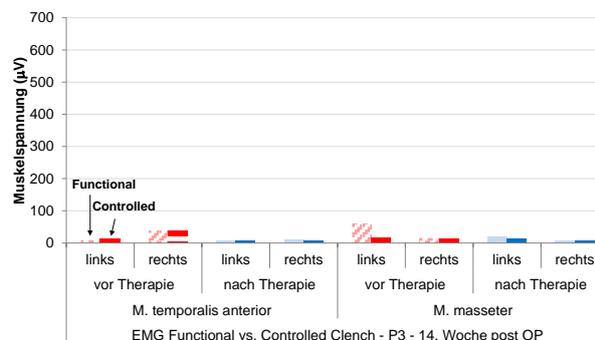
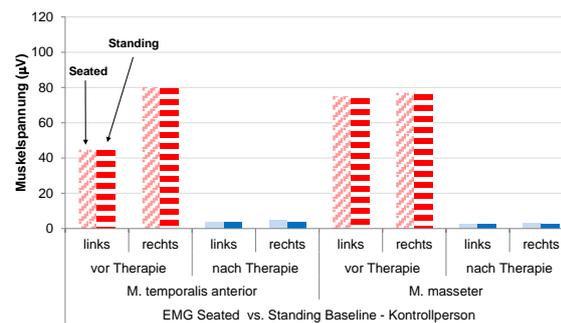


Abb. 96: Vergleich EMG FC vs. CC bei P3 – vor und nach Therapie: starke muskuläre Hemmung von 15,20  $\mu\text{V}$ , die bei Belastung niedriger war als in Ruhe

## 25.5 Statischer Vergleich sitzend – stehend – Kontrollperson (K)

Bei der Kontrollperson (K) zeigt sich bei der EMG-Messung von der SeB der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter in Bezug zur StB eine nur unwesentliche Abweichung von maximal 0,2  $\mu\text{V}$  - 0,8  $\mu\text{V}$  seitenbezogen vor und nach Therapie. Auch nach Therapie zeigt sich beim Wechsel von der SeB der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter in Bezug zur StB eine nur unwesentliche Abweichung seitenbezogen 0,23  $\mu\text{V}$  – 1,05  $\mu\text{V}$  vor und nach Therapie, dies bei deutlich niedrigeren Messwerten (s. Tab. 55 und Abb. 97).

	EMG Seated vs. Standing Baseline - Kontrollperson							
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Seated Baseline	44,70	79,70	3,88	4,91	74,60	77,00	2,23	3,35
Standing Baseline	44,40	79,50	3,65	3,86	74,20	76,20	2,70	2,71



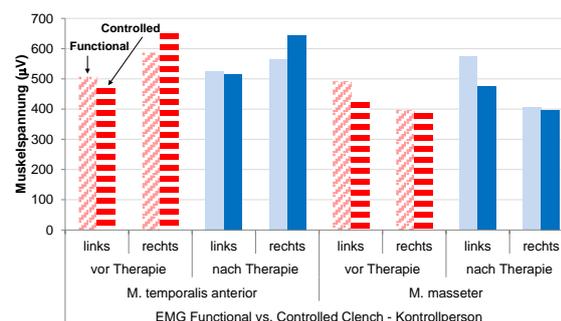
Tab. 55: Vergleich EMG SeB vs. StB bei K – vor und nach Therapie (rot umrandet: nur geringe Unterschiede im Sitzen und Stehen)

Abb. 97: Vergleich EMG SeB vs. StB bei K – vor und nach Therapie

## 25.6 Dynamischer Vergleich – Kontrollperson (K)

Bei der Kontrollperson (K) zeigt sich beim Wechsel vom FC zum CC der Mm. temporales ant. und der Mm. masseter ein ausgeglichenes EMG mit einer hohen Aktivität bis zu 600  $\mu\text{V}$  (s. Tab. 56 und Abb. 98).

	EMG Functional vs. Controlled Clench - Kontrollperson							
	M. temporalis anterior				M. masseter			
	vor Therapie		nach Therapie		vor Therapie		nach Therapie	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Functional Clench	507,00	587,00	526,00	566,00	490,00	394,00	574,00	405,00
Controlled Clench	471,00	652,00	515,00	645,00	425,00	387,00	474,00	397,00



Tab. 56: Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie

Abb. 98: Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie

## 25.7 Dynamischer Vergleich – K vs. P3

Der Vergleich des EMG der Kontrollperson (Abb. 99 und 100) mit dem von P3 vor und nach Therapie zeigt bei K beim Zubeißen eine Muskelspannung bis 600  $\mu\text{V}$ . Es kann ein deutlicher Wechsel von Anspannung und Ruheperiode gemessen werden. Bei P3 zeigt sich bei Belastung mit 15,20  $\mu\text{V}$  (Abb. 101 und 102) eine starke muskuläre Hemmung. Es ist kein Anstieg der Spannung bei Aktivität messbar. Der beim Gesunden mögliche Wechsel von Anspannung und Ruheperiode ist nicht möglich.

Bei der Kontrollperson – niedrige Grundspannung, ein starker Anstieg der Spannung ist bei Aktivität möglich. Wechsel von Anspannung und Ruheperiode: Muskel on und off

Beim Schmerzpatienten – hohe Grundspannung, kein weiterer starker Anstieg der Spannung bei Aktivität möglich. Ruheperiode: kein stabiles Muskel on und off

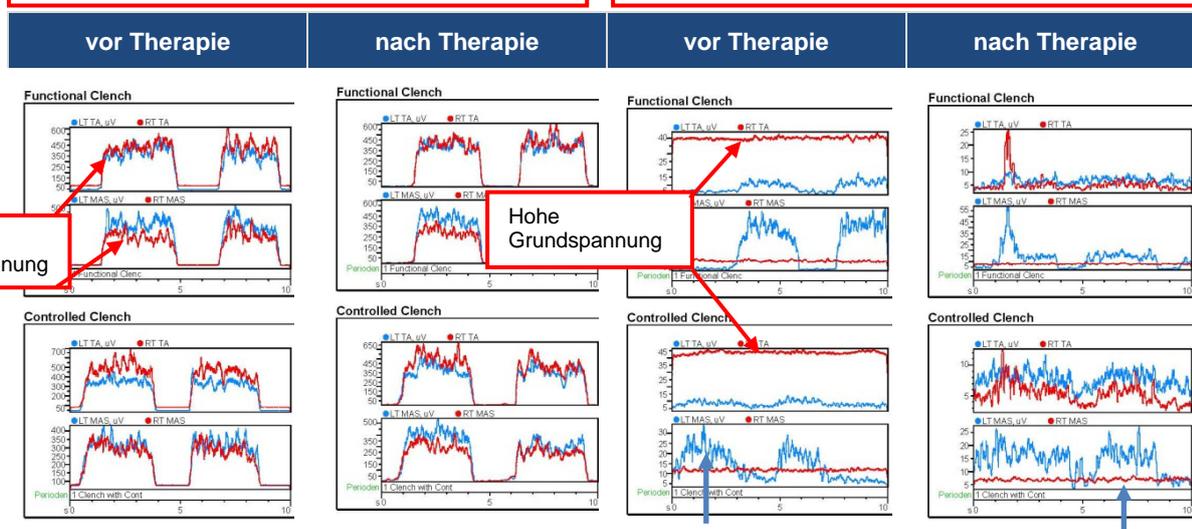


Abb. 99 und 100: Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie

Abb. 99 zeigt normale Muskelspannung bei K beim Zubeißen bis 600  $\mu\text{V}$  max.

Abb. 101 und 102: P3 post OP – nach Therapie Absinken der Grundspannung, keine Möglichkeit für starken Anstieg bei Aktivität, der Versuch anzuspannen ist deutlich sichtbar

Abb. 99 bis 102: Um die Balance bei der gesunden Kontrollperson bzw. die Dysbalance bei P3 als EMG-Signale sichtbar zu machen, wurden in Abb. 99 und 100 und bei 101 und 102 unterschiedliche Skalierungen gewählt. Die exakten Werte können den Abschnitten 25.6 und 25.4 entnommen werden.

## 25.8 Zusammenfassung MKG-Patienten

Bei der beschwerdefreien Kontrollperson (K) wird bei Belastung (Zubeißen) Spannung in der Muskulatur aufgebaut. Bei Patienten mit funktionell instabilen Strukturen oder mit Schmerzen, die durch Belastung entstehen, kommt es bei Belastung zu einer muskulären Hemmung und somit zu deutlich reduzierter Spannung im EMG.

## V. DISKUSSION

### 26. DISKUSSION DER METHODIK

#### 26.1 SL-NRS – Schmerzlokalisierungsbogen

Ziel dieser Arbeit ist es, zu prüfen, ob Physiotherapie sinnvoll bei Patienten mit CMD eingesetzt werden kann. Seitens der Zahnmedizin gibt es verschiedene Ansätze, was unter einer CMD zu verstehen ist. Für Dawson<sup>[37]</sup> stehen bei CMD z.B. okklusale Störungen im Vordergrund. Kopp<sup>[107]</sup> beschreibt bei CMD-Patienten „bizarre Symptome“, Neuhuber führt aus, dass Zahnschmerzen z.B. nach einer HWS-Distorsion infolge muskuloskelettaler und neurobiologischer Veränderungen<sup>[137]</sup> entstehen können und De Leeuw<sup>[40]</sup> sieht CMD aus zahnärztlicher Sicht als einen Sammelbegriff, der eine Reihe klinischer Symptome umfasst, die von den Kaumuskeln, den Kiefergelenken und assoziierten Strukturen ausgehen.

Da Physio-/manuelle Therapie u. a. durch positive Beeinflussung der jeweiligen betroffenen bzw. geschädigten Struktur(en)<sup>[180,3]</sup> wirkt, bedarf es einer genauen (strukturellen) Diagnostik<sup>[3,11,23,180]</sup>. Je besser geschädigte Strukturen, Ursachen und Hauptbeschwerden einer CMD befundet bzw. diagnostiziert werden können, desto zielgerichteter und somit effektiver kann CMD mit Physio- bzw. manueller Therapie behandelt werden<sup>[180,11,26]</sup>. Auch die zeitlichen Vorgaben der deutschen GKV, die mit 15 bis 20 Minuten je Verordnung<sup>[26]</sup> sehr eng gefasst sind, machen eine gründliche Diagnostik notwendig. Funktionsstörungen der Kiefergelenke können dann bei Hauptbeschwerden im stomatognathen System z.B. durch direkte Mobilisation und Detonisierung der Kaumuskulatur verbessert werden. Schwieriger wird es für Zahnmediziner mit der Diagnostik, wenn z.B. wie von Kopp<sup>[107]</sup> und Neuhuber<sup>[138]</sup> beschrieben, CMD auslösende oder begleitende Beschwerden aus der Körperstatik kommen.

Um zu klären, ob es solche zusätzlichen Beschwerden bei den Studien- und Kontrollgruppen dieser Studie gibt, und um unterschiedliche Funktionsstörungen zu erfassen, wurde ein Schmerzlokalisierungsbogen (SL-NRS)<sup>[176]</sup> entwickelt und eingesetzt. 13 Schmerzlokalisierungsfelder und die Möglichkeit, schmerzhafte Stellen in ein Körperschema einzuzeichnen, helfen, subjektiv empfundenen Schmerz<sup>[125,129]</sup> und dessen Verteilung in Haupt- und Nebenbeschwerden zu erfassen. Als Schmerzlokalisierungsfelder werden Schmerzskalen, wie z.B. die Visuelle Analog Skala (VAS)<sup>[41]</sup> bzw. die Numerische Rating Skala<sup>[13]</sup> genutzt. Auf dem SL-NRS können weitere Angaben (Konfounder) gemacht werden; diese helfen, Zusatzinformationen zu generieren und für diese Arbeit auswertbar zu machen.

Körperschemata werden seit Jahrzehnten zum Erfassen von Schmerz genutzt. Als zwei Beispiele können Keele<sup>[98]</sup>, der bereits in den 1940er Jahren „pain charts“ untersuchte, und

die Gruppe um Sikorski et al.<sup>[171]</sup> genannt werden. Sie nutzten diese Schmerzkarten bei einer Studie, die sich mit psychologischen Aspekten bei LWS-Schmerzen beschäftigte. Die Untersuchung des Einsatzes von Körperschemata zum Einzeichnen von Schmerz bei Patienten mit Gesichtsschmerz war auch Titel einer Arbeit der Gruppe von Türp et al.<sup>[192]</sup>, die 200 Patientinnen einer spezialisierten Gesichts-Schmerzambulanz, ihre Schmerzen in „Pain Maps“ (Schmerzlandkarten) einzuzeichnen. Eine hohe inter- und intraobserve Reliabilität bei Nutzung von Körperschemata in Studien wurde durch die Arbeit von Ohnmeiss et al.<sup>[143]</sup> bestätigt.

Der SL-NRS kombiniert VAS/NRS mit der Möglichkeit, Schmerzen in Körperschemata einzuzeichnen und quantitativ in Bezug auf die Schmerzintensität zu untersuchen. Der Bogen wurde zunächst in einer Pilotstudie<sup>[176]</sup> getestet. Die Ergebnisse dieser Pilotstudie zeigten, dass er zur Schmerzerfassung sinnvoll einsetzbar ist<sup>[176]</sup>. Die lokale Schmerzskala, auf der die Studienteilnehmer den größten Schmerz angegeben haben, unterscheidet sich höchst signifikant vom Durchschnitt aller lokalen Skalen ( $p \leq 0,001$ )<sup>[176]</sup>. D. h., dass Patienten ihre primären Schmerzzonen identifizieren können und dass Schmerz von Patienten nicht nur homogen wahrgenommen wird. Des Weiteren zeigte sich höchst signifikant ( $p \leq 0,001$ ), dass der SL-NRS eine differenzierte, präzise Erfassung und Zuordnung von Schmerz in spezifischen Körperregionen ermöglicht<sup>[176]</sup>. Auch die Erfassung der Therapieeffizienz ist bezogen auf die jeweilige Schmerzregion mit hoher Signifikanz ( $p \leq 0,001$ ) möglich<sup>[176]</sup>.

## 26.2 Elektromyographie

EMG in der Zahnheilkunde wurde bereits in den 1950er Jahren von Lippold, Bigland, Perry und Harris<sup>[114,16,148,147]</sup> beschrieben. Ihnen folgten in den 1970ern Arbeiten von Jarabak<sup>[93]</sup>, Vig<sup>[196]</sup>, Molin<sup>[132]</sup>, Milner-Brown<sup>[131]</sup>, Pruijm<sup>[151]</sup>, Yemm<sup>[205]</sup>, Bakke<sup>[9]</sup>, Riise<sup>[156]</sup> und Sheikhoieslam<sup>[169]</sup>, bis hin zum bedeutendsten Fürsprecher Bernhard Jankelson<sup>[90,92]</sup>, den man als den Begründer der Myozentrik bezeichnen darf.

Dieses auf EMG-Messungen basierende myozentrische Konzept wird auch heutzutage in vielen Zahnarztpraxen, die zum großen Teil dem International College of Cranio-Mandibular Orthopedics (ICCMO) angeschlossen sind, genutzt. Es betrachtet Kiefergelenke und Zähne nicht isoliert, sondern bezieht den gesamten Menschen mit seiner Haltung und seiner belasteten Muskulatur ein. Arbeiten von Travell<sup>[186]</sup> (1998), Mayer<sup>[130]</sup> (2007), Hesse und Hanson<sup>[80]</sup>, Kopp<sup>[107]</sup>, Plato<sup>[149]</sup>, Rocabado<sup>[134,158]</sup>, Kobayashi<sup>[102]</sup> und Fink et al.<sup>[57]</sup> bestätigten dies. In der Sportwissenschaft sind Messungen mit EMG besonders in der Leistungsdiagnostik<sup>[170,104]</sup> bekannt und üblich. In der Medizin wird EMG besonders in der Orthopädie, Chirurgie, Arbeitsmedizin, Geriatrie z.T. in Verbindung mit Ganglaboren eingesetzt.

Auch aktuelle zahnärztliche Studien wie z.B. von Hugger et al.<sup>[84]</sup> von 2008 und von Schindler und Türp von 2001<sup>[159,160]</sup> setzen sich mit EMG auseinander. Hugger et al.<sup>[84]</sup> schreiben in der Zusammenfassung ihrer Studie von 2008, „dass aussagekräftige EMG-Daten im Zusammenhang mit den Parametern Ruheaktivität, maximale Muskelaktivierung, Frequenzspektrum bei anhaltender Belastung und Symmetrie des Kontraktionsverhaltens beider Kieferseiten gewonnen werden können.“ Es scheint nach Meinung der Autoren unter klinischen Bedingungen praktikabel möglich, die Funktionsfähigkeit von Restaurationen beim Kauvorgang aus der neuromuskulärer Perspektive zu beurteilen, den Einfluss von Schmerzen auf das neuromuskuläre System zu erfassen und die individuelle Wirkung funktionstherapeutischer Maßnahmen verlaufsbezogen zu dokumentieren. Schindler und Türp<sup>[159,160]</sup> untersuchten 2001 die Auswirkung von experimentell erzeugtem Schmerz auf das Aktivierungsmuster des M. masseter. Stelzenmüller und Kopp<sup>[177]</sup> untersuchten 2010 Fernwirkungen von Blockaden eines oder beider Sacroiliacalgelenke<sup>[86,198,56,62]</sup> auf Strukturen des stomatognathen Systems im EMG.

Um optimale Messungen zu gewährleisten, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. Nur Messungen, die mit dem identischen EMG-Gerät, unter Verwendung von Elektroden des gleichen Fabrikats an vergleichbarer Position unter vergleichbaren Bedingungen durchgeführt werden, sind miteinander vergleichbar, da unterschiedliche EMG-Verstärker/Elektroden im Vergleich zu  $\mu\text{V}$  Normdaten deutlich differieren können<sup>[104,170]</sup>.

Bei allen Messungen wurde für diese Arbeit dasselbe EMG-Gerät eingesetzt und von Noraxon kalibriert. Zur Überprüfung, ob die EMGs auch Muskulatur und keine Zahnarztstühle (Rechtecksimpulsstrom) messen, wurden Rohdaten der EMG-Signale ausgewertet.

Vergleichbar zu EMG-Messungen im Sport sollten Auswirkungen einer Maßnahme durch Variation eines Faktors verglichen werden können<sup>[104]</sup>. Anhand von vorkonfigurierten anatomischen Karten konnten in der Software einzelne Muskeln zur Messung ausgewählt werden. Die Basis (Grundmessung im Sitzen) und die Vergleichsprüfungen (z.B. Messung im Stehen) wurden in einem 6 Schritte umfassenden exakt definier- und wiederholbaren halbautomatisch ablaufenden Mess- und Auswertungsprotokoll festgelegt und erfasst<sup>[170]</sup>.

Nach jeder Messreihe wurden die Teilnehmer gebeten 10 Sekunden fest zuzubeißen. Dies diente zur Neutralisierung und um bei Folgemessungen Bias zu vermeiden<sup>[104]</sup>.

## 27. DISKUSSION – BEEINFLUSSENDE FAKTOREN

### 27.1 Alters- und Geschlechterverteilung

In Vorträgen und Studien<sup>[82,152,153,191,204]</sup> wird das Durchschnittsalter von CMD-Patienten mit Mitte 30 bis Mitte 40 angegeben. Internationale Studien zeigten, dass deutlich mehr Frauen als Männer von CMD betroffen sind (etwa 60 % bis 70 %)<sup>[204,191,153,152,82]</sup>.

Dies ist mit dem Altersdurchschnitt von P-Praxis (n = 807) vergleichbar. Dieser lag bei 43 Jahren. 75 % der Teilnehmer waren weiblich, 25 % männlich, was ebenfalls in etwa dem oben beschriebenen Durchschnitt für CMD entspricht<sup>[204,191,153,152,82]</sup>. Dieser Gruppe wurde eine im Alter passende Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20), die keine CMD haben sollte, gegenübergestellt, 10 Teilnehmer waren weiblich und 10 männlich.

Eine mögliche Erklärung für das gehäufte Auftreten von CMD bei Patienten im Alter von Mitte 30 bis Mitte 40 sehen Kopp<sup>[107]</sup>, Plato<sup>[149]</sup>, Bumann und Lotzmann<sup>[23]</sup> sowie Stelzenmüller et al.<sup>[180]</sup> in Kompensationen bzw. Dekompensationen oder Veränderungen in der Statik<sup>[107,108,180]</sup>, z.B. der Halswirbelsäule<sup>[56,181,87]</sup> oder dem SIG<sup>[177,57]</sup>.

### 27.2 Schmerzverteilung im Vergleich der Gruppen

Die Kenntnis der Prävalenz von Gesichtsschmerzen hilft, die Ergebnisse der Schmerzverteilung dieser Arbeit einordnen zu können. Die ZM-Online schreibt hierzu: „In einer der ersten schmerzepidemiologischen Studien, die bereits Mitte der 80er Jahre in den USA durchgeführt wurde, erreichte die für einen Zeitraum von sechs Monaten erfasste Prävalenz von Schmerzen im Gesicht, in den Kaumuskeln, im Kiefergelenk oder im Ohrbereich bei den befragten Mitgliedern einer Health Maintenance Organization (HMO) eine Rate von acht Prozent bei den Männern und von 15 Prozent bei Frauen“<sup>[207]</sup>. Dies deckt sich auch mit europäischen Studien<sup>[103]</sup> und findet sich auch in der Klassifikation für sekundäre Kopfschmerzkrankungen der IHS von 2004<sup>[89]</sup>. Diese wiederum ist Grundlage der ICD-10 = International Classification of Diseases<sup>[110]</sup>.

Eine gute Möglichkeit, CMD zu erkennen, bietet sich in kieferorthopädischen Abteilungen in Zahnkliniken, da Kieferorthopäden aufgrund ihrer 3- bis 4-jährigen Facharztausbildung<sup>[42]</sup> mit gnathologischen Problemstellungen vertraut sind und der ideale Ansprechpartner für CMD-Patienten sein sollten.

Die konsekutiv aufgenommenen Patientengruppen der Universitätskliniken von Wien und Homburg/Saar hatten CMD nicht als Einschlusskriterium. Beide Studiengruppen waren mit ca. 19 Jahren deutlich jünger und niedriger als das Durchschnittsalter für CMD von Mitte 30

bis Mitte 40<sup>[204,191,153,152,82]</sup>. Gemäß ihrer Schmerzangaben waren die Studienteilnehmer in Wien zu 80 % und in Homburg/Saar zu 77 % schmerzfrei und weichen in ihren Ergebnissen nur gering voneinander ab. Eine mögliche Erklärung für das eher jugendliche Alter der kieferorthopädischen Patienten der Universitätskliniken Wien und Homburg/Saar ist, dass Zahnfehlstellungen üblicherweise im jugendlichen Alter durch Kieferorthopädie korrigiert werden. Die Kosten hierfür werden in Deutschland nur bis zum vollendeten 18. (Österreich: 19.) Lebensjahr, abhängig von bestimmten Kriterien von den deutschen GKV (bzw. österreichischen Kostenträgern) übernommen<sup>[25]</sup>. Der Weg möglicher CMD-Patienten in die Klinik wird durch überweisende Hauszahnärzte geleitet. Aufgrund der o.g. bekannten GKV-Kriterien finden sich daher wahrscheinlich viele der möglichen CMD-Patienten, die älter als 19 Jahre sind, in prothetischen Abteilungen der an den Studien teilnehmenden Universitätskliniken ein. Dies wurde jedoch in dieser Arbeit nicht geprüft.

Die Klinikgruppen waren im Alter jünger, jedoch in der Schmerzverteilung ähnlich der (CMD-freien) Kontrollgruppe K-Kitz mit ca. 25 % Schmerzangabe im Kopf-, Kieferbereich und einem Altersdurchschnitt von 48 Jahren. Damit liegen sowohl die Klinikpatienten als auch die Kontrollgruppe bei o.g. Prävalenz von 8-15 % nur gering über der Verteilung von CMD-Patienten in der Bevölkerung.

Aufgrund des Einschlusskriteriums CMD und des höheren Durchschnittalters von ca. 43 Jahren war in der Gruppe P-Praxis mit einer höheren Anzahl von Schmerzpatienten zu rechnen. Zusätzlich spielen bei zunehmendem Alter die von Kopp<sup>[107]</sup>, Plato<sup>[149]</sup>, Bumann und Stelzenmüller<sup>[23,180]</sup> beschriebenen Kompensationen bzw. Dekompensationen oder Veränderungen in der Statik<sup>[107,108,180]</sup> eine größere Rolle. Dennoch gaben ein Drittel der Patienten von P-Praxis (33 %) an, keine Schmerzen zu haben. Schmerz ist zwar ein Teil des Krankheitsbildes CMD<sup>[89,144]</sup>, jedoch können auch Okklusionsstörungen, kondyläre Fehlstellungen oder Zwangsbisslagen für CMD-Beschwerden verantwortlich<sup>[200,173,111]</sup> sein. Diese Beschwerden müssen nicht mit Schmerz verbunden sein, sind aber dennoch physiotherapeutisch behandlungswürdig<sup>[180,23,2]</sup>. Von den verbliebenen zwei Dritteln der Gruppe P-Praxis mit Schmerz gaben 84 % zusätzlich Beschwerden aus der Statik an. D.h. dass von allen Patienten von P-Praxis (inkl. derjenigen ohne Schmerzangabe) 56,1 % neben den Kopf-, Kiefergelenkbeschwerden zusätzliche Beschwerden aus der Statik zeigten. Dies bestätigt die Studien von Kopp et al.<sup>[107,108]</sup>, Plato und Kopp<sup>[149]</sup>, Bumann und Lotzmann<sup>[23]</sup>, Stelzenmüller et al.<sup>[180]</sup> sowie Fink<sup>[55]</sup>. Lediglich 10,9 % von P-Praxis haben ausschließlich Schmerzen im Kopf-, Kiefergelenksbereich.

## 27.3 Schienentherapie und Kieferorthopädie

Die bevorzugten Therapiemittel bei Kraniomandibulären Dysfunktionen sind Schienentherapie und Kieferorthopädie<sup>[8,10,36,48,19,23,180]</sup>. Schienen werden bei Myalgien<sup>[180,144,49,54,105,195,197]</sup>, Myoarthropathien<sup>[63,115,175,85,194]</sup> und als Begleittherapie bei HWS-Distorsionen<sup>[17,113,134,146,158]</sup> empfohlen.

Von den mit der Diagnose CMD überwiesenen Patienten der Gruppe P-Praxis hatten lediglich 34,6 % eine Schiene. Dies galt auch für 2,5 % - 3,8 % aller Kontrollpersonen der übrigen Gruppen. Somit ist bei allen Gruppen dieser Arbeit nicht mit einer wesentlichen (positiven) Beeinflussung durch getragene Schienen zu rechnen.

Ursache für den eher niedrigen Anteil von Schienenpatienten in den Gruppen kann sein, dass viele der überweisenden Zahnmediziner eine Schiene erst nach Physiotherapie anfertigen wollen. Dieses Vorgehen wird von McNamara und Türp<sup>[120]</sup>, Türp und McNamara<sup>[193]</sup>, Habib-Damerdjil<sup>[70]</sup> und Kim et al.<sup>[99]</sup> erwähnt und von Kopp et al.<sup>[107,108]</sup>, Plato und Kopp<sup>[149]</sup>, Okeson<sup>[144]</sup> und Bumann et al.<sup>[23]</sup> sowie Stelzenmüller et al.<sup>[180]</sup> aufgrund der muskulär balancierenden Wirkung von Physiotherapie als positive Unterstützung zahnärztlicher und kieferorthopädischer Therapie empfohlen.

## 27.4 CMD und Statik

In der Gruppe P-Praxis hatten 33 % keine Schmerzen (stumme CMD) und 67 % Schmerzen. 56,1 % hatten neben den Kopf-/Kiefergelenkbeschwerden zusätzliche Beschwerden aus der Statik, lediglich 10,9 % von P-Praxis hatten ausschließlich Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich. Der Vergleich dieses Ergebnisses mit denen der Studie „Pain maps from facial patients“ von Türp et al.<sup>[192]</sup> aus 1998 zeigt in deren Tabelle 1 eine vergleichbare Verteilung von spezifischen Kombinationen und Schmerzausstrahlungen (n = 200).

	Schmerzangabe		Gesamt
	Im Kopf und Gesicht	Außerhalb von Kopf und Gesicht	
Unilateraler Schmerz	21	14	35
Bilateraler Schmerz	41	124	165
<b>Gesamt</b>	<b>62</b>	<b>138</b>	<b>200</b>

Tab. 57: Tabelle 1 der Studie „Pain maps from facial patients“ von Türp et al. (1998)

Türp und seine Mitautoren schreiben in ihrer Diskussion, dass das wichtigste Ergebnis ihrer Untersuchung sei, dass mehr als zwei Drittel der Patienten mit Kopf- und Gesichtsschmerzen, Schmerzen oder Beschwerden außerhalb dieses Bereiches haben. Dies deckt

sich auch mit der Arbeit von Allerbring und Haegerstam<sup>[4]</sup> aus 1993, die 49 Patienten untersuchten und feststellten, dass 71 % ihrer Patienten zusätzliche Beschwerden außerhalb vom Kopf-/ Kieferbereich angaben. Auch Hagberg und Kopp<sup>[71]</sup> bekamen von ihren CMD-Patienten zu 66 % die Antwort, zusätzlich unter Beschwerden im Nacken- und Schulterbereich zu leiden, was auch die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigt.

Frühere Studien hatten z.T. keine oder nur wenige Patienten mit Schmerzen außerhalb des Kopf-/Kieferbereichs. Hierzu findet sich bei Türp et al.<sup>[192]</sup> auch eine mögliche Erklärung. Demnach hatten frühere Studien oft eine geringere Anzahl von Patienten, wie z.B. die Studie von Ericson<sup>[50]</sup> von 1988, oder fokussierten sich auf fortbestehende Kopfschmerzen, wie z.B. die Studien von Costen<sup>[33]</sup> von 1934, Gelb und Tarte<sup>[66]</sup> von 1975 oder Schocker et al.<sup>[162]</sup> aus 1990.

## 28. CMD UND UNFÄLLE

Alleine im Jahr 2011 starben 3.991 Menschen auf deutschen Straßen. Die Zahl der Personen, die schwer oder leicht verletzt wurden, erhöhte sich 2011 gegenüber dem Vorjahr um 5,5 % auf etwa 391.500<sup>[24]</sup>. Hierbei handelt es sich nur um klassische Verkehrsunfälle, Unfälle im Haushalt und beim Sport etc. übersteigen diese Zahl um ein Vielfaches.

Eine Begründung für mögliche Zusammenhänge von Unfällen mit CMD findet sich in der Studie von Spitzer et al.<sup>[174]</sup>. Die unter dem Namen Quebec Task Force bekannte Studie von 1995 klassifiziert den Schweregrad von HWS-Distorsionen wie folgt:

<b>0</b>	keine HWS-Beschwerden, keine körperlichen Beeinträchtigungen
<b>I</b>	HWS-Beschwerden, erhöhte Sensibilität, Steifigkeit, Schmerz, keine körperlichen Beeinträchtigungen
<b>II</b>	HWS-Beschwerden, muskuläre und skeletale Belastungen, Bewegungsausmaß reduziert, lokaler Schmerz
<b>III</b>	HWS-Beschwerden, neurologische Zeichen, Reflexe eingeschränkt, Schwäche, Sensibilitätsstörung
<b>IV</b>	Nackenschmerzen, Frakturen oder Dislokationen

Tab. 58: Quebec Task Force – Schweregrade von HWS-Distorsionen

Bei allen vier Graden können Schluckbeschwerden, Schwindel, Tinnitus, Kopfschmerz, Gedächtnisstörungen und Schmerzen der Kiefergelenke auftreten<sup>[174]</sup>.

Die Auswertung der Frage nach Unfällen der verschiedenen Gruppen des Studienteils 1 (Chi-Quadratstest,  $p \leq 0,001$ ) ergab, dass knapp 30 % der Gruppe P-Praxis einen Unfall

hatte. Die Patienten der beiden Vergleichsgruppen P-Wien und P-HSaar hatten mit knapp 14 % deutlich weniger Unfälle.

In der Kontrollgruppe der älteren Personen ohne CMD (K-Kitz) gaben 44 % der Personen an, dass sie einen Unfall hatten. Bei der Gruppe K-FFM, die im Alter mit den Patienten der KFO-Abteilungen (P-Wien und P-HSaar) vergleichbar waren, fand sich bei 12,5 % auch eine vergleichbar niedrige Angabe von Unfällen. Es ist anzunehmen, dass die Klinikgruppen aufgrund ihres jugendlicheren Alters bisher in ihrem Leben weniger Unfälle erlitten.

Die Probleme einer Chronifizierung von unfallbedingten HWS-Distorsionen und deren Auswirkungen auf die Arbeitsfähigkeit beschreibt Buitenhuis<sup>[21]</sup> in seiner auf der Auswertung von 897 Fragebögen basierenden Studie. Sie zeigt, dass 58,8 % der Teilnehmer nach dem Unfallgeschehen arbeitsunfähig waren. Der Großteil dieser Gruppe (78,3 %) erholte sich innerhalb des ersten Jahres: 31,3 % im ersten Monat, 66,7 % innerhalb der ersten 6 Monate. Bei 21,7 % der Teilnehmer bestanden die Beschwerden nach einem Jahr fort.

Die Studie von Buitenhuis sagt jedoch nichts über die Beteiligung von HWS-Beschwerden und CMD aus. Eine Erklärung, warum der Zusammenhang von HWS-Distorsion und CMD noch nicht sehr bekannt ist, findet sich in einem Buchbeitrag von Kolbinson und Hohn<sup>[83]</sup>. Sie schreiben, dass nur 50 % der Patienten mit auf den Unfall folgenden HWS-Beschwerden direkt nach oder innerhalb eines Tages auch nach Kieferbeschwerden befragt wurden. Ein wenig später relativieren die Autoren den Kenntniserfolg einer solchen Befragung jedoch. Die Patienten, die nach dem Unfall auch über Kiefergelenksbeschwerden klagten, zeigten diese zu 76 % erst nach einer Woche. Lediglich bei 12 % der verunfallten Patienten mit Beschwerden im Kiefergelenksbereich, wurden diese Beschwerden auch in einem Protokoll aufgenommen. Dass eine CMD erst verzögert nach einem Unfall auftritt, findet sich auch bei Etlin<sup>[51]</sup>, der die Entwicklung von persistierenden Beschwerden (Chronifizierung) bei prinzipiell ausheilbaren muskuloskelettalen Läsionen beschreibt.

## **28.1 Biomechanische Belastungen während eines KFZ-Unfalls**

Um zu verstehen, warum die Halswirbelsäule nicht nur nach Unfällen sowohl bei der Diagnostik als auch bei der Therapie von CMD, beachtet werden sollte, hilft die Kenntnis der biomechanischen Belastungen auf die HWS und die Kenntnis der Neuroanatomie von HWS und Kausystem.

Ein KFZ-Unfall ist ein plötzlich auftretendes und unerwartetes Ereignis, bei dem viele Personen keine muskuläre Schutzspannung aufbauen konnten. Im Moment des Aufpralls wird der Sitz mit der darauf sitzenden Person in Fahrtrichtung weiterbewegt. Durch die

Vorwärtsbewegung des Sitzes kommt es auch zu einer Vorwärtsbewegung des Rumpfes. Der Rumpf wird hierdurch gegenüber der HWS, die für Millisekunden am Ort verbleibt, translatorisch nach vorne verschoben.

Der weitere Verlauf ist abhängig von der Fahrzeugausstattung. Hat das Fahrzeug keinen Airbag, wird der Kopf nun schnell nach vorne bewegt, während der Körper nun durch Gurte gebremst in seiner Position verbleibt. Er kann auf das Lenkrad, Armaturenbrett, die Frontscheibe, die A- oder B-Säule auftreffen und hierdurch noch eine zusätzliche biomechanische Belastung erfahren. Hat das Fahrzeug einen Airbag, wird der Kopf von einem explosionsartig aufgeblasenen Luft-/Gas-Sack aufgefangen und die Folgen (bei richtig eingestelltem Sitz) werden deutlich gemildert.

Während es bei einer nach vorne schauenden Person bei einem Frontalzusammenstoß zu einer Flexions- bzw. Inklinationsbewegung der HWS kommt, können bei zur Seite blickenden Personen deutlich stärkere rotatorische Belastungen auf die HWS einwirken. Die Hauptbelastung einer nach vorne schauenden Person liegt in Höhe des atlanto-occipitalen Übergangs (C0 auf C1, abhängig vom Auftreffwinkel). Die entstehenden Kräfte werden biomechanisch bis zum cervicothoracalen Übergang (C6/C7) weitergeleitet. Die Nackenmuskulatur wird stark überdehnt, d.h. Kapsel- und Bandstrukturen der HWS massiv belastet. Bei Patienten, die den Kopf während des Unfallgeschehens zur Seite gedreht haben, kann es aufgrund der rotatorischen Belastung zu einer kombinierten Inklinations-/Lateralflexions-Bewegung kommen. Die hieraus resultierenden Scherkräfte belasten insbesondere den Kapsel-Bandapparat, die zygapophysealen Gelenke, die Bandscheiben und die Neuroforamina.

## **28.2 Neuroanatomie der Kau- und Halsmuskulatur**

Die Erklärung für den Zusammenhang von Unfallfolgen mit CMD ergibt sich aus den belasteten anatomischen Strukturen der HWS und des Kausystems und der Neuroanatomie.

Das Kausystem wird zwar im Wesentlichen durch die Hirnnerven innerviert:

- Kaumuskeln über den V. Hirnnerv (N. trigeminus)
- Mimische Muskulatur über den VII. Hirnnerv (N. facialis)
- Pharynx und Larynx durch den IX. (N. glossopharyngeus) und X. Hirnnerv (N. vagus)
- M. sternocleidomastoideus und M. trapezius über den (spinalen Teil vom) XI. Hirnnerv (N. accessorius)

Jedoch wird der vordere und hintere Halsbereich zu einem großen Teil aus den Cervicalnerven innerviert<sup>[167,144,166,155]</sup>. Der M. sternocleidomastoideus, der bei Unfällen mit HWS-Beteiligung immer belastet wird, wird nicht nur vom N. accessorius, sondern auch zum Teil aus dem Plexus cervicalis versorgt. Der spinale Anteil des N. accessorius stammt aus dem Ncl. N. accessorii<sup>[137,139,14]</sup>. Diese Kernsäule aus Motoneuronen liegt im Vorderhorn der Segmente C1-C7. Auch die infrahyale Muskulatur wird im Wesentlichen durch die Ansa cervicalis (C1-C3) versorgt. Hierzu zählen die Mm. sternohyoidei, Mm. sternothyroidei und Mm. omohyoidei. Der M. thyrohyoideus wird aus C2 versorgt<sup>[137,167,14]</sup>.

Die zur Halsstabilisierung und Seitneigung notwendigen Muskeln der Scalenusgruppe, die Mm. scaleni anteriores, mediales und posteriores, werden aus den Rr. ventrales nervi cervicales ebenso versorgt wie die prävertebrale Muskulatur<sup>[167,14]</sup>. Dies sind die Mm. longi colli, Mm. longi capitis und die Mm. recti capitis anteriores. Zudem sind die Mm. genohyoidei, zu erwähnen, die als Zungenmuskel aus dem Plexus cervicalis versorgt werden<sup>[167,137,14]</sup>.

Die Rami posteriores der Nn. cervicales versorgen die Haut des Nackens und der Hinterhauptregion bis zur Trigeminalgrenze. Sie sind durch Anastomosen verbunden. Der N. suboccipitalis (C1) tritt oberhalb des hinteren Atlasbogens, unmittelbar unter der A. vertebralis ins Trigonum suboccipitale ein. Er teilt sich in zwei Äste und versorgt die tiefen, kurzen Nackenmuskeln, Mm. recti capitis major et minor, obliqui capitis superior et inferior sowie den M. semispinalis capitis. Der N. occipitalis major (C2) gelangt zwischen dem hinteren Atlasbogen und der Lamina des Axis in die Region des Trigonum suboccipitale und versorgt die Mm. semispinalis, longissimus und splenius capitis. Der N. occipitalis tertius (C3) beteiligt sich nach Durchtritt durch den M. splenius capitis und M. trapezius an der Versorgung der Nackenhaut. Die Rr. posteriores (C4-C8) versorgen die in ihrem Bereich liegenden Anteile der autochthonen Rückenmuskulatur und die Haut darüber<sup>[137,167]</sup>. Die Nn. cervicales versorgen sowohl Teile der hinteren als auch der vorderen Halsmuskulatur und wirken somit auch durch die infrahyale Muskulatur über das Hyoid und somit auch auf die Mandibula<sup>[14]</sup>.

Neuhuber<sup>[137,138]</sup> beschreibt das Kiefergelenk als das erste Glied einer kinematischen Kette, die sich nach kaudal über die Kopfgelenke buchstäblich bis zur kleinen Zehe fortsetzt. Er begründet diese Koordination mit der Auslösung gemeinsamer motorischer Programme über absteigende kortiko-bulbäre bzw. kortiko-spinale Bahnen<sup>[138]</sup>. Neuhuber bezieht sich hierbei auf Tierversuche, bei denen sich zeigte, dass Neuronen des mesenzephalen Trigeminskerns, die propriozeptive Information aus den Kaumuskeln und dem Zahnhalteapparat vermitteln, absteigend zum zervikalen Rückenmark projizieren. Dies zum Teil über eine Umschaltung im spinalen Trigeminskern (Subnucleus oralis und interpolaris) und in der Formatio reticularis<sup>[138,137]</sup>. Eine Störung dieser Koordination wird als Grund für

Probleme im Kieferbereich nach Schleudertrauma angenommen<sup>[138,137]</sup>. Auch bei Fehlen eines Schleudertraumas kann diese o.g. wechselseitige Abhängigkeit als fortgeleiteter „Effekt einer kraniomandibulären Dysfunktion, eine „zervikogene“ Symptomatik mit Kopfschmerzen und Schwindel erklären“<sup>[138,137,87]</sup>.

## 29. PHYSIO- UND MANUELLE THERAPIE BEI CMD

### 29.1 Physio- und manuelle Therapie bei CMD – Therapieauswahl

Physio- und manuelle Therapie können viele der in den Studienteilen 2-4 beschriebenen biomechanischen Beschwerden nebenwirkungsfrei therapieren. Bestands- oder Ausgangsbewertung wurden von einem Befund, der eine Anamnese und Funktionstests beinhaltet, und dem (Haupt-)Problem der Patienten geleitet. Ein wesentlicher Baustein eines CMD-Befundes ist die manuelle Funktionsanalyse<sup>[23,179,180,1,3]</sup> mit der z.B. Belastungsvektoren<sup>[180,23]</sup> erkannt werden können. Ein Ziel der folgenden Therapie ist es, Patienten aus diesen „belastenden“ Vektoren in eine entlastetere Position zu bringen und bei Verbesserung zu stabilisieren.

In Studien wurden die folgenden Therapieformen untersucht:

- Manuelle Therapie<sup>[94,95,187,201,203,64,65,123,46,117,135,23,55,68,56,101,177]</sup>
- Kombination verschiedener Therapieformen mit manueller Therapie  
[61,27,76,77,11,144,96,182,45,44,23,199,188,124,121,101,2,3,179,180]
- Allgemeine Krankengymnastik, Haltungsschulung<sup>[165,100,168,43,58,109,157,140-142]</sup>
- Physikalische Therapie: Wärme oder Kälte<sup>[78,73,27,12]</sup>

Die meisten der o.g. Studien bestätigen der manuellen Therapie eine hohe Wirksamkeit, die bei Bedarf mit Techniken der allgemeinen Physiotherapie (z.B. Arbeit an der Körperhaltung) gekoppelt werden kann. Die Techniken der Mobilisation wurden bereits von Evjent und Kaltenborn Mitte der 1960er Jahre z.T. durch Röntgenbilder nachuntersucht<sup>[94]</sup>.

Die Unterscheidung zwischen manueller Therapie und anderen physiotherapeutischen Techniken findet sich ab den beginnenden 1980er Jahren z.B. bei Weisberg und Friedman<sup>[201]</sup>. Danach wurde der Begriff manuelle Therapie und Techniken der manuellen Therapie u.a. von Gelb<sup>[64]</sup> 1985, Hansson<sup>[77]</sup> 1988, Bell<sup>[11]</sup> und Okeson 1989 und 1990 eingeführt. Des Weiteren wurde der Einsatz von manueller Therapie bei CMD z.B. in Studien von dos Santos<sup>[46]</sup> 1995, Fink<sup>[55]</sup> 2001, Medlincott und Harns<sup>[124]</sup> 2006 überprüft und wird bis heute bei der Therapie von CMD<sup>[180]</sup> eingesetzt. Kryo- und Thermo-therapie wurden aufgrund

sich zum Teil widersprechender Eigenschaften ebenso wie Elektrotherapie für die hier durchgeführten Studien ausgeschlossen<sup>[78,73,27,12]</sup>.

Die Therapiezeit von 15-20 Min. je Heilmittel und der Therapierahmen wurden durch die aktuellen Heilmittelrichtlinien<sup>[26]</sup> (15.08.2012) vorgegeben. Verordnet wurden Krankengymnastik und/oder manuelle Therapie.

Aufgrund der Studienlage wurden Techniken der Krankengymnastik und der manuellen Therapie der Kiefergelenke ausgewählt und zusammengeführt (siehe Abschnitt 10.2). Diese Behandlung wurde bei allen 807 Patienten der Gruppe P-Praxis und den Kontrollpersonen der Gruppe K-Kitz eingesetzt.

## **29.2 Physio- bzw. manuelle Therapie – Therapieerfolge**

Die Wirkung der Physiotherapie/manuellen Therapie bei CMD wurde in den 1970er und 1980er Jahren von Schulte<sup>[165]</sup> mit 442 Patienten untersucht. Zwischen 1991 und 2000 untersuchte Hugger<sup>[154]</sup> „die Effektivität unterschiedlicher physiotherapeutischer Modalitäten und deren Relation zur Aufbißschienentherapie“ an der Westdeutschen Kieferklinik Düsseldorf. Schulte<sup>[169]</sup> untersuchte die Patienten retrospektiv durch Auswertung von Karteikarten, Befragung und Fragebögen. Hugger<sup>[154]</sup> nahm zwischen 1991 und 2000 zunächst 187 Patienten mit CMD-Beschwerden in seine Studie auf. 109 Fragebögen konnten ausgewertet werden (58 %). Die hatten zu 16 % myogene, zu 36 % arthrogene und zu 48 % gemischte CMD-Beschwerden<sup>[154]</sup>. Das physiotherapeutische Heimübungsprogramm wurde zu 74 % positiv bewertet, die professionelle Physiotherapie erzielte zu 70 % eine positive Einschätzung. Ebenso wie Hugger untersuchte Schulte seine Patienten retrospektiv unter Zuhilfenahme von Fragebögen. Der Gesamteindruck der therapeutischen Maßnahmen wurde bei Hugger zu 78 % als positiv bewertet. Bei Schulte zeigten nach Physiotherapie 75,3 %<sup>[165]</sup> der Patienten weniger Beschwerden.

Nicolakis und Erdogmus<sup>[140]</sup> untersuchten im Jahr 2000 die Wirkung von Physiotherapie bei CMD bei 30 Patienten (28 Frauen und 2 Männer) mittels VAS-Schmerzskala. 87 % der Patienten zeigten nach „Physiotherapie“ eine deutliche Besserung. 13% berichteten von einer moderaten Schmerzreduktion, 8 Patienten hatten nach Physiotherapie keinerlei Schmerzen mehr und 10 Patienten hatten keine Schmerzen in Ruhe.

Diese z.T mit großen Gruppen durchgeführten Studien wurden mit Techniken behandelt (z.B. „Schulte-Übungen“), die heutzutage unter manueller Therapie eingeordnet werden würden. Die Anzahl, wie viele Patienten eine Besserung (Linderung/Heilung) durch Physio-/

manuelle Therapie erfahren haben, wird in den o.g. Studien mit 75,3 % bis 87 % angegeben. Dies ist in etwa vergleichbar mit den Ergebnissen dieser Arbeit.

65,8 % der 807 Patienten von (P-Praxis) hatten eine Verbesserung nach Therapie. 23,79 % hatten keinerlei Veränderung ihrer Beschwerden. 10,41 % ging es schlechter. 65,8 % ist etwas niedriger als bei Schulte<sup>[165]</sup>, Hugger<sup>[154]</sup>, Nicolakis und Erdogmus<sup>[140]</sup>.

Wählt man stattdessen z.B. Patienten mit Schmerzangabe  $\geq 5$  im SL-NRS aus, zeigt sich nach Auswertung der 319 Patienten, die dieses Einschlusskriterium erfüllten, dass 85,58 % der Teilnehmer mit Schmerzen  $\geq 5$  eine Verbesserung nach Therapie aufwiesen. 5,64 % zeigten keinerlei Veränderung ihrer Beschwerden und 8,78 % ging es nach Therapie schlechter.

Beide Studienergebnisse liegen im Bereich der vorgenannten Studien und zeigen, dass die Verordnung von Physiotherapie bei CMD sinnvoll ist. Sie zeigen aber auch, inwieweit die o.g. Einschlusskriterien die Bewertung der Wirkung von Physio-/manueller Therapie beeinflussen können.

### **29.3 P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor 1. und nach letztem Termin**

Die Patientinnen und Patienten wurden prospektiv und konsekutiv aufgenommen. Eine Verordnung mit einer CMD oder vergleichbaren Diagnose war Einschlusskriterium. Der Untersucher hatte keinen Einfluss auf die Diagnose.

33 % der 807 Patienten mit CMD-Diagnose gaben keine Schmerzen an, somit kann es bei diesen Patienten zu keiner Verbesserung in der Schmerzangabe kommen. Möglicherweise ist sogar mit einer Verschlechterung der Schmerzangabe im SL-NRS durch die angewandten manuellen Techniken (Druckdolenzen) zu rechnen. Für diesen Studienteil war es unerheblich, ob die Patienten zwei-, drei- oder z.B. zehnmal zur Therapie kamen.

#### **29.3.1 Veränderungen in der Durchschnittsberechnung (n = 807)**

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe bei der Gruppe P-Praxis war 3,91. Dieser verbesserte sich bis zum Abschluss der Therapie um 1,56 Punkte in der Schmerzskala auf 2,35 Punkte. Eine Verbesserung von 1,56 Punkten liegt in Anlehnung an die Bewertung von Schmerzintensität der Studie von Farrar et al.<sup>[52]</sup> (2001) nur knapp unterhalb der Grenze von 2 Punkten im PI-NRS, dem Bereich, bei dem ein klinisch wichtiger Unterschied konstatiert wird. Diese Untersuchung beinhaltete jedoch eine Gruppe von 33 % vorher bereits schmerzfreien Patienten, ohne die dieser Wert sicher höher wäre (s. Abschnitt 21.6).

Der Mittelwert der Schmerzangabe von Kopf-/Kiefer- und HWS-Beschwerden liegt in der Gruppe P-Praxis vor der ersten Therapie zwischen 2,45 und 3,04. Hierbei ist interessant, dass die Werte der HWS mit 2,88 und 3,04 wiederum leicht höher sind als die im Kopf-/Kieferbereich mit 2,45 und 2,62. Dies bestätigt den von Kopp, Fink, Hülse und Losert-Bruggner<sup>[107,108,106,56,86,87]</sup> beschriebenen Zusammenhang zwischen CMD und der Statik bzw. der Halswirbelsäule.

### **29.3.2 Darstellung als Mediane (n = 807)**

Der Median der allgemeinen Schmerzangabe war vor Therapie „4“, nach Therapie „2“. D.h. in Bezug auf den Median konnte innerhalb einer Therapieeinheit im SL-NRS (allgemeine Schmerzskala) eine Verbesserung von 2 Punkten erreicht werden. Im Median im Kopf-/Kieferbereich rechts findet sich eine Verminderung um 2 Punkte von 2 auf 0 und links eine Veränderung von 1 auf 0 im Median. Was nach Farrar et al.<sup>[52]</sup> (2001) einer klinisch relevanten Veränderung von 2 Punkten entspricht. Dieses Ergebnis zeigt wiederum, dass Physio-/manuelle Therapie ein sinnvolles Therapiemittel bei CMD ist. Türp et al.<sup>[192]</sup>, Allerbring und Haegerstam<sup>[4]</sup>, Hagberg und Kopp<sup>[71]</sup> fanden in ihren CMD-Studien bei mehr als zwei Drittel der Patienten mit Kopf- und Gesichtsschmerzen, auch Schmerzen oder Beschwerden außerhalb dieses Bereiches. Diese Studien bestätigen nicht nur die Zusammenhänge von Statik und CMD; sie weisen auch auf die Notwendigkeit einer interdisziplinären Zusammenarbeit bei CMD hin.

### **29.4 P-Praxis > 5 (n = 319) – innerhalb eines Termins vor und nach Therapie**

Um die Patienten herauszufiltern, die keine bzw. nur sehr geringe Schmerzen angegeben haben, wurden für diesen Teil der Studie nur Patienten genommen, die vor Therapie Schmerzen an irgendeiner Schmerzlokalisierungsstelle im SL-NRS mit 5 oder höher angegeben haben. Dies waren 319 der 807 Patienten der Gruppe P-Praxis.

Die zu beantwortende Frage ist, ob sich bei diesen 319 Patienten deutlichere Veränderungen im Vergleich vor ihrer ersten Therapie zu nach ihrer ersten Therapie zeigen.

#### **29.4.1 Veränderungen in der Durchschnittsberechnung (n = 319)**

Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war mit 6,58 deutlich höher und verbesserte sich innerhalb eines Termins um 2,86 Punkte in der Schmerzskala auf 3,72.

In den Ergebnissen zeigt sich bei allen 319 Patienten (CMD-Diagnose Einschlusskriterium) ein deutlicher Zusammenhang in der Angabe von Beschwerden im Kopf-/Kieferbereich und der HWS. Dies bestätigt wiederum die Studie von Stelzenmüller et al.<sup>[176]</sup>.

Der Mittelwert der Schmerzangabe vor Therapie von Kopf-/Kiefer- und HWS-Beschwerden liegt bei den 319 Schmerzpatienten zwischen 3,86 und 4,69. Hierbei sind wiederum die Werte der HWS mit 4,54 und 4,69 leicht höher als die von Kopf/Kiefer mit 3,86 und 4,16. Im Durchschnitt kommt es innerhalb eines Termins zu einer Verbesserung im SL-NRS allgemein von 2,86 Punkten der Schmerzskala.

Die Verminderungen im SL-NRS innerhalb eines Termins bei Kopf-/Kiefer rechts mit 1,50 und links 1,73 und der HWS links mit 1,84 und rechts 1,96 zeigen, dass es sinnvoll ist, Physiotherapie bei CMD-Schmerzpatienten einzusetzen. Die Mittelwertberechnungen haben eine höchste Signifikanz von  $p < 0,001$ . Auch hier bewegt sich die Verbesserung im SL-NRS im Rahmen eines klinisch wichtigen Unterschiedes nach Farrar et al.<sup>[52]</sup> (2001).

#### **29.4.2 Darstellung als Mediane (n = 319)**

Noch deutlicher zeigt sich das positive Ergebnis von Physio- und manueller Therapie bei der Auswertung der Mediane. Der Median der allgemeinen Schmerzangabe war 6, nach Therapie 4. In Bezug auf den Median konnte also innerhalb einer Therapieeinheit im SL-NRS allgemein eine Verbesserung von 2 Punkten im Median erreicht werden. Im Median im Kopf-/Kieferbereich rechts und links findet sich mit jeweils einer Veränderung von 5 auf 2 eine deutlichere Veränderung gegenüber der Gesamtgruppe P-Praxis (n = 807). Dasselbe Ergebnis zeigt sich bei der HWS rechts und links – ebenso mit einer Veränderung von 5 auf 2. Dies ist eine deutliche Verbesserung um jeweils 3 Punkte. Auch hier zeigt sich eine Verbesserung im SL-NRS oberhalb der Grenze von 2 Punkten in der NRS bzw. um 30 % nach Farrar et al.<sup>[52]</sup> (2001).

#### **29.5 Veränderung durch Therapie bei Kontrollgruppe K-Kitz**

Um Informationen zu bekommen, welche Wirkung die CMD-Physiotherapie bei Kontrollpersonen (CMD-beschwerdefrei) entfalten kann, wurde die Grundbehandlung auch bei einer im Alter vergleichbaren Kontrollgruppe (K-Kitz) getestet. Der Mittelwert der allgemeinen Schmerzangabe war mit 2,15 deutlich geringer und verbesserte sich erwartungsgemäß innerhalb eines Termins lediglich um 0,55 Punkte in der Schmerzskala auf 1,60 Punkte.

Der Mittelwert der Schmerzangabe von Kopf-/Kieferbeschwerden und HWS liegt zwischen 0,40 und 1,45. Hierbei sind wiederum die Werte der HWS mit 1,40 und 1,45 leicht höher als

die von Kopf/Kiefer mit 0,40 und 0,30. Im Durchschnitt kommt es innerhalb eines Termins zu einer Verbesserung im SL-NRS allgemein von 0,55 Punkten der Schmerzskala. Die Veränderungen innerhalb eines Termins bei der CMD-beschwerdefreien Gruppe im Kopf-/Kieferbereich rechts mit 0,00 und links verschlechtert auf 0,10 und der HWS links mit 0,30 und rechts mit 0,60 fallen deutlich geringer aus als bei der Gruppe P-Praxis, sind jedoch minimal messbar.

Die Kontrollgruppe zeigt, dass eine gezielte CMD-Physiotherapie auch nur bei vorhandenen Beschwerden Wirkung zeigen kann.

### **29.6 Veränderung durch Belastung bei Kontrollgruppe K-FFM**

Um zu untersuchen, ob der SL-NRS auch Belastungen messen kann, gaben Studentinnen und Studenten der Gruppe K-FFM zu Beginn und zum Ende einer dreistündigen Vorlesung zu einem kieferorthopädischen Thema Beschwerden und ihre Veränderung durch die Belastung der Vorlesung an. Wie zu erwarten, kam es zu einer geringen messbaren Verschlechterung im Bereich der HWS.

## **30. STUDIENTEIL 2: SCHMERZERFASSUNG IM SL-NRS U. IM EMG**

Bereits 1946 beschrieben Travell und Bigelow<sup>[185]</sup> und später Travell und Simons<sup>[172]</sup> das sogenannte Schmerz-Spasmus-Schmerz-Konzept. Dieses von Türp und Schindler<sup>[160]</sup>, Mense<sup>[127]</sup>, Moog-Egan und Tonkin<sup>[133]</sup> verworfene Konzept beinhaltet, dass Muskelschmerz von abnormalen Muskelkontraktionsmustern verursacht werden, die zu einem „Circulus Viciosus“ aus Hyperaktivität, Spasmus, Ermüdung und vermehrten Schmerz führen. Dies würde für eine Veränderung der Ruhespannung im EMG durch Schmerzen sprechen<sup>[91]</sup>.

Wenn sich der im SL-NRS dokumentierte, subjektiv empfundene Schmerz im Ruhe-EMG messen ließe, würde dies auf die Richtigkeit des Schmerz-Spasmus-Schmerz-Konzepts von Travell und Bigelow<sup>[185]</sup> und Travell und Simons<sup>[172]</sup> hinweisen. Die Ergebnisse in 22.5 zeigen jedoch, dass entweder keine oder allenfalls nur eine mäßige Korrelation zwischen den Schmerzangaben der Patienten und den EMG-Ergebnissen bei Basismessung in Ruhe besteht. Bei den Punktwolkendiagrammen der HWS links (Abb. 68) und rechts (Abb. 69) zeigen sich zwar Anhäufungen von Punkten an der Regressionsgeraden (der Geraden, die am wahrscheinlichsten einen zutreffenden Zusammenhang wiedergibt), aber sie liegen nicht darauf. Auch Murray und Peck<sup>[136]</sup> fanden nur geringfügige Unterschiede im EMG der Ruhespannung von Kontrollpersonen zu Patienten mit Schmerzen. Somit muss die Forschungsfrage, ob Schmerz im Ruhe-EMG messbar ist, zunächst mit „nein“ beantwortet werden.

Dass sich Schmerz auch auf die Muskulatur auswirken müsste, zeigt die Gate-Control-Theorie von Melzack und Wall<sup>[126]</sup> von 1965. Demnach entsteht Schmerz aufgrund physiologischer und psychologischer Faktoren. Er wird mittels interneuroner Verbindungen auf spinaler Ebene in der Substantia gelatinosa im Hinterhorn des Rückenmarks moduliert. Dieser Struktur wird dabei die Funktion eines Tores (Gate-Control-Theorie) zugeschrieben, das die Weiterleitung der nozizeptiven Afferenzen steuert und reguliert. Neuere Studien bestätigen diese Annahme<sup>[128]</sup>.

Auch Schindler und Türp beschäftigten sich in einem Vortrag<sup>[159]</sup> im Jahr 2000 und folgender Studie<sup>[160]</sup> von 2001 mit der Messung von Auswirkungen von experimentell gesetztem Schmerz auf die Muskulatur. Bei 22 Probanden (12 Frauen, 10 Männer, Altersdurchschnitt: 26,3 Jahre) wurde mit drei bipolaren Oberflächenelektroden die Kauaktivität des M. masseter vor und nach Injektion von 5%iger hypertoner Kochsalzlösung in das anteriore Kompartiment des Muskels abgeleitet.

Die Ergebnisse der Studie<sup>[160]</sup> belegten gemäß den Autoren eine differenzierte, ca. 3 % - 15 % betragende Hemmung des Muskels in anteroposteriorer Richtung, die sich mit zunehmender Distanz zum Ort der Läsion vermindert. Schindler und Türp stellten fest, dass der lädierte Muskel auf experimentellen Schmerz eher mit Hemmung als mit Aktivitätserhöhung reagiert. Dies deckt sich mit dem von Lund<sup>[116]</sup> 2006 beschriebenen Konzepts des Schmerz-Adaptionsmodells und zeigt Zusammenhänge zwischen persistierendem Schmerz und daraus folgenden muskulären (Dys)-Funktionen. Schindler und Türp<sup>[161]</sup> bestätigen 2006 das Konzept des Schmerz-Adaptionsmodells, da es bezogen auf das Kraniomandibuläre System bei Schmerz zu einem „Schienungseffekt“ betroffener Muskelstrukturen kommt.

### **31. STUDIENTEIL 3: EMG – AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD**

Die Diskussion, inwieweit sich Statik wie z.B. Blockaden eines oder beider Sacroiliacalgelenke auf CMD und die Darstellung im EMG auswirkt, sollte in diesem dritten Studienteil untersucht werden. Am Ende der 1990er Jahre wurde dieser Zusammenhang von Plato und Kopp<sup>[149]</sup> und gefolgt von Kopp et al.<sup>[108]</sup> beschrieben. Danach folgten Studien von Fink et al.<sup>[56]</sup>, die diesen Zusammenhang bestätigten. Grund genug, um in dieser Arbeit zu prüfen, ob solche Unterschiede im EMG messbar sind.

Cram und Engstrom<sup>[35]</sup> fanden in ihrer Studie „EMG muscle scanning and diagnostic manual for surface recordings“ von 1986 in allen Tabellen deutliche Unterschiede in den Messergebnissen von der Statik und den Kaumuskeln. So wurde z.B. in deren Tabelle 4 ein Patient mit

LWS-Schmerzen mit EMG im Sitzen und danach im Stehen untersucht. Dort zeigte sich ein deutlicher Unterschied in den EMG-Messungen vom Sitzen zum Stehen, besonders im Bereich vom Übergang der BWS zur LWS. Sie markierten diese Werte als außerhalb der normalen und erwarteten Werte liegend. Kopp und Stelzenmüller<sup>[177]</sup> fanden 2010, dass EMG-Messungen zusätzlich zu den bisher angewandten Untersuchungsverfahren wie VAS, Fragebögen und Haltungsstatus deutliche Hinweise auf eine Fehlstatik bei Patienten geben können.

Auch in dieser Arbeit konnten unterschiedliche Werte bei Patienten mit Schmerzen aus der Statik/SIG-Beschwerden und CMD (Gruppe P-mSP, s. Abschnitt 23.1) beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen gemessen werden. Es finden sich deutliche Veränderungen in der Differenz der Mittelwerte von 20,96 % bis 147,43 % und in der Differenz der Mediane Sitzen gegenüber Stehen von 17,33 % bis 126,13 %. Dies zeigt höchst signifikant, dass Beschwerden aus der Statik einen messbaren Einfluss auf die Kaumuskulatur haben.

In Abschnitt 23.2 dieser Arbeit zeigten sich bei allen Patienten ohne Beschwerdeangabe aus der Statik, jedoch mit CMD, beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen geringere Veränderungen. Es zeigte sich eine Differenz der Mittelwerte von 2,96 % bis 55,27 % und in der Differenz der Mediane von -18,34 % bis 13,56 %. Der P-Wert zeigt, dass sich bei dieser Patientengruppe (P-oSP) keine signifikanten Unterschiede in der Spannung beim Wechsel von der Basismessung im Sitzen zur Messung im Stehen als Erhöhung der Spannung zeigen.

SIG-Blockaden haben Auswirkungen auf eine CMD bzw. auf die Kaumuskulatur. Diese zeigen sich als messbare Unterschiede im Vergleich der Baseline sitzend zur Baseline stehend.

## **32. STUDIENTEIL 4: WIRKUNG VON PHYSIOTHERAPIE AUF CMD**

Um zu analysieren, was durch Physiotherapie bewirkt werden kann, bedurfte es der Feststellung eines Ist-Zustands bzw. einer Basis- oder Baseline-Messung und dem darauf folgenden in Abschnitt 17.4 beschriebenen Untersuchungsablaufs. Erst dann konnte durch die Variation eines Faktors<sup>[104]</sup> untersucht und in der Folge analysiert werden, ob es einen Effekt von Physio-/manueller Therapie in den Elektromyogrammen der Studienteilnehmer gibt.

Mayer et al.<sup>[118]</sup> erklärten in ihrer Studie „Der Kopfschmerz – ein interdisziplinäres Problem“, dass jede Maßnahme sinnvoll ist, die zu einer Muskelentspannung bzw. Rekoordination des neuromuskulären Systems führt, wie z.B. die Therapie der druckdolentem Kau-, Kopf- und Gesichtsmuskulatur zur Schmerzverminderung<sup>[118]</sup>.

Wenn Muskelentspannung zur Verbesserung von CMD-Beschwerden beiträgt, sollte dies mit Physio- und manualtherapeutischen Maßnahmen erreicht werden können. EMG misst Spannung von Muskulatur bzw. die vorgeschaltete Innervation des oder der in den Kontraktionsvorgang involvierten Muskeln<sup>[104]</sup> in  $\mu\text{V}$ , d.h. keine Kraft im eigentlichen Sinne (Newton). Die tatsächliche, resultierende Kraft ergibt sich aus dem Zusammenspiel aller beteiligten Agonisten, Antagonisten, Synergisten. Obwohl EMG nur Spannung misst gilt: steigt das EMG, steigen auch die Gelenkkräfte<sup>[104]</sup>, bzw. sinkt das EMG, z.B. durch Physiotherapie, vermindern sich die Gelenkkräfte! Nach Mayer<sup>[118]</sup> ist jede Maßnahme sinnvoll, die zu einer Muskelentspannung bzw. Rekoordination des neuromuskulären Systems führt. Kommt es zu einer Muskelentspannung durch Physiotherapie, vermindern sich hierdurch die Gelenkkräfte. Niedrigere Werte sollten Hinweise auf den Erfolg der Maßnahme geben können. Eine der wenigen Studien, die sich mit Physio-/manueller Therapie bei CMD beschäftigen und hierbei auch mit EMG gemessen haben, ist die von Hülse und Losert- Bruggner<sup>[86]</sup>. Hierbei wurden u.a. 130 Patienten nach HWS-Distorsion und CMD manualtherapeutisch behandelt. EMGs wurden vor und nach Manualtherapie gemacht und danach ausgewertet. Der Wert für alle Patienten wurde jedoch gemittelt, d.h. es konnten keine einzelnen Muskeln/Muskelgruppen in den Ergebnissen ausgelesen werden. Bei den 130 Patienten wurden 65,88  $\mu\text{V}$  vor Therapie und 36,80  $\mu\text{V}$  nach Therapie gemessen.

Die Ergebnisse des dritten Studienteils zeigten bereits, dass bei Patienten mit Beschwerden aus der Statik und gleichzeitigem Verdacht auf Auswirkungen auf eine CMD, EMG-Messungen sinnvoll erscheinen. Die in Abschnitt 24.1 zu findenden Ergebnisse zeigen bei allen Patienten der Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung deutliche Veränderungen, d.h. Verminderungen in der Spannung. Im Vergleich, in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -22,57 % bis -84,79 % (Mittelwerte) bzw. von -33,52 % bis -85,58 % (Mediane). Der P-Wert zeigt außer bei der Seated Baseline Messung der Mm. cervicales ( $p = 0,001$ ) mit  $p \leq 0,001$  die höchsten Signifikanzwerte. Auch bei der Gruppe P-oSP, den Patienten mit CMD, jedoch ohne zusätzlichen Beschwerden aus der Statik, finden sich in Abschnitt 24.2 nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung ebenso deutliche Veränderungen, Verminderungen der Spannung, in der Differenz vor gegenüber nach Therapie von -19,73 % bis -86,84 % (Mittelwerte) bzw. von -12,28 % bis -91,83 % (Mediane). Der P-Wert zeigt außer bei der Seated ( $p = 0,030$ ) und Standing Baseline Messung ( $p = 0,021$ ) der Mm. cervicales mit  $p \leq 0,001$  ebenfalls die höchsten Signifikanzwerte.

Auch bei der eigentlich „beschwerdefreien“ Kontrollgruppe K-Kitz zeigt sich in Abschnitt 24.3 die spannungsvermindernde Wirkung der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbe-

handlung mit einer Verminderung der Spannung vor gegenüber nach Therapie von -27,65 % bis -70,43 % (Mittelwerte) bzw. von -21,79 % bis -91,55 % (Mediane).

Der P-Wert zeigt auch bei der CMD-asymptomatischen Kontrollgruppe (K-Kitz) durchgehend hohe bis höchste Signifikanzwerte. Nach der physio- bzw. manualtherapeutischen Grundbehandlung kam es wiederum zu einer deutlich messbaren Absenkung der Muskelspannung von -27,65 % bis -70,43 % (Mittelwerte) bzw. von -21,79 % bis -91,55 % (Mediane). Ausgehend von der Studie von Farrar et al.<sup>[52]</sup> ist bereits ein Therapieerfolg bzw. ein klinisch wichtiger Unterschied ab einer Reduktion von rund zwei Punkten oder einer Reduzierung von ca. 30 % in der PI-NRS gegeben. Dieser klinisch wichtige Unterschied bzw. Therapieerfolg ist in dieser Studie erreicht worden.

### **33. STUDIENTEIL 5: MKG-CHIRURGIE UND PHYSIOTHERAPIE**

Bei drei mund-, kiefer-, gesichtschirurgischen (MKG-) Patienten mit knöchern stabilem und infektfreiem Befund (P1, P2 und P3) sowie einer Kontrollperson (K, aus der Gruppe K-Kitz) wurde untersucht, ob sich Veränderungen nach Physio-/manueller Therapie zeigen. Bei den MKG-chirurgisch versorgten Patienten wurde 14 Wochen nach OP und soweit möglich nach 18 Wochen eine EMG-Basismessung im Sitzen durchgeführt. Diesen Messungen folgten jeweils bei unveränderter Elektrodenlage Messungen in Ruhe im Stehen, danach Messungen unter Belastung (Zubeißen). Nach physiotherapeutischer Grundbehandlung wurden mit gleichem Ablauf Vergleichsmessungen durchgeführt. In dieser Studie interessierte, ob sich Veränderungen wie z.B. eine verbesserte Stabilität, bzw. weniger Schmerz unter Belastung, messen lassen. Die Vorstellung, dass ein Patient oder eine Patientin bei schmerzhaftem Kausystem vorsichtiger beim Zubeißen ist, leitete die Überlegung, ob Schmerzveränderung unter Belastung im Sinne des von Lund<sup>[116]</sup> und Schindler und Türp<sup>[161]</sup> beschriebenen Schmerz-Adaptionsmodells im Oberflächen-EMG messbar ist.

#### **33.1 Statischer Vergleich sitzend – stehend – P1**

Bei der Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur nach Pferdehufschlag (P1) zeigt sich im EMG – 14. Woche nach MKG-Chirurgie – in der Ruhemessung im Sitzen (SeB) der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter rechts im Vergleich zur Ruhemessung im Stehen (StB) ein wie von Plato und Kopp<sup>[149]</sup>, Kopp et al.<sup>[108]</sup>, Fink et al.<sup>[56]</sup> und Kopp und Stelzenmüller<sup>[177]</sup> beschriebener, deutlicher Hinweis auf (unfallbedingte) statische Probleme aus der LWS-/Hüftregion. Nach Physio-/manueller Therapie sinkt die Ruhespannung im EMG – 18. Woche nach MKG-Chirurgie – deutlich ab und nähert sich auch im Vergleich der

Ruhemessung im Sitzen (SeB) der Mm. temporales anterior und der Mm. masseter rechts im Vergleich zur Ruhemessung im Stehen (StB) bei niedrigem Spannungsniveau deutlich an<sup>[177]</sup>. Dieser Teil der Studie zeigt, dass wenn SIG-Blockaden Auswirkungen auf eine CMD bzw. auf den wiederhergestellten Kauapparat haben, sich diese auch bei dieser Patientin in messbaren Differenzen der Baseline sitzend zur Baseline stehend zeigen. Des Weiteren zeigt sich auch bei dieser Patientin, dass die angewandte Therapie spannungsvermindernd im Sinne von Mayer<sup>[118]</sup> wirkte.

### **33.2 Dynamischer Vergleich – P1 – 14./18. Woche**

Im Unterschied zu Patienten, die im EMG Spannung aufbauen können, geht dies bei der Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur (P1) in der 14. Woche nach OP links – aufgrund möglicherweise funktionell instabiler Strukturen oder Schmerzen (noch) nicht.

Bei der Beurteilung des dynamischen Vergleichs bei der Patientin mit komplexer Jochbeinfraktur (P1) zeigte sich beim Zubeißen eine wie von Schindler und Türp<sup>[160]</sup> beschriebene muskuläre Hemmung.

Nach Physiotherapie zwischen der 14. und 18. Woche zeigt sich sowohl bei den Mm. temporales ant. als auch bei den Mm. masseter ein fast normales EMG, mit deutlichem Wechsel von aktivem Kontraktionsauschlag – Ruheperiode – aktivem Kontraktionsauschlag<sup>[104]</sup> und nur unwesentlichen seitenbezogenen Abweichungen.

### **33.3 Dynamischer Vergleich – P2**

Bei der Patientin mit Muskelverletzung des M. masseter nach Verkehrsunfall (P2) interessiert, ob sich auch ähnlich niedrige Werte im dynamischen Vergleich finden. Bei dem durch Schnittverletzungen zum Teil durchtrennten linken M. masseter konnte in der 14. Woche eine Spannung von 20,90  $\mu\text{V}$  gemessen werden, die sich bei Belastung auf 27,40  $\mu\text{V}$  steigern ließ. Dies spricht für die Annahme von Appell et al.<sup>[5]</sup>, dass die mit einem Muskelfaseriss verbundene strukturelle Desintegration zu einer lokal bedeutenden Störung der Kompartimentierung der betroffenen Fasern führt und die Muskelleistung akut abnimmt. Hugger und Schindler<sup>[84]</sup> schreiben hierzu, dass im Kiefer-/Gesichtsbereich eine Reihe motorischer Reaktionen bekannt sind, die von Hemmung und/oder Erregung der Muskulatur geprägt sind. Typische Beispiele sind die Minderung der Beißkraft durch eine schmerzhafte apikale Parodontitis oder das reflektorische Öffnen des Kiefers nach schmerzhaftem Zahnkontakt oder versehentlichem Beißen in die Wange. Offensichtlicher Zweck solcher Reaktionen ist es, das lädierte Gewebe zu schonen und/oder vor weiterer Verletzung zu schützen. Schindler und Türp<sup>[160]</sup> untersuchten die Hemmung mittels regional erzeugtem

experimentellem Schmerz und der Erhöhung der Beanspruchung durch isometrische Kontraktion.

Das EMG der 18. Woche war gegenüber der 14. Woche verbessert. Die Messungen erlauben den Rückschluss, dass ein dynamisches EMG auch nach Weichteilverletzungen ein guter Indikator in Bezug auf den muskulären Zustand ist.

### **33.4 Dynamischer Vergleich – P3**

Bei dem Patienten nach Motorradunfall (P3) bestand der Verdacht der Aggravation. Im Ruhe-EMG der 14. Woche hatte der Patient eine hohe Grundspannung von ca. 40  $\mu\text{V}$  beim FC und CC des rechten M. temporalis anterior. Der M. masseter rechts zeigte beim FC mit 15,20  $\mu\text{V}$  und CC mit 13,90  $\mu\text{V}$  eine starke muskuläre Hemmung. Beim Zubeißen waren kein Anstieg der Spannung bei Aktivität und keine Ruheperiode messbar. Anhand des EMG der kontralateralen Seite (s. Abschnitt 25.7, Abb. 101 und 102) konnte das Bemühen des Patienten zuzubeißen beobachtet werden.

Es erfolgte eine erneute MRT und CT. Hierbei zeigten sich eine instabile Fraktur des rechten Kiefergelenkköpfchens und eine eitrige Veränderung an der Frakturstelle des rechten Unterkiefers in unmittelbarer Nähe des Kieferwinkels, was die starke muskuläre Hemmung erklärt. Dieses Beispiel zeigt die Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit einer objektiven Messung von geklagten Schmerzäußerungen, um Beschwerden von Patienten besser beurteilen zu können.

### **33.5 Statischer Vergleich – Kontrollperson (K)**

Bei der Kontrollperson (K) ohne Statikprobleme und Beschwerden im Kausystem zeigte sich erwartungsgemäß<sup>[177]</sup> eine nur minimale Abweichung bei der Messung vom Sitzen zum Stehen und im Vergleich vor und nach Therapie.

Bei Belastung (Zubeißen) kann sie deutlich Spannung in der Muskulatur aufbauen, was bei Patienten mit funktionell instabilen Strukturen oder mit Schmerzen, die durch Belastung entstehen, nicht möglich ist. Dieses mögliche feste Zubeißen zeigt, dass bei dieser beschwerdefreien Kontrollperson keine muskuläre Hemmung<sup>[160]</sup> besteht.

## VI. FAZIT

### 34. IST PHYSIO-/MANUELLE THERAPIE SINNVOLL BEI CMD-PATIENTEN?

Durch physio-/manualltherapeutische Behandlung konnten bei 807 CMD-Patienten innerhalb der in den Heilmittelrichtlinien festgelegten zeitlichen Vorgaben von 15-20 Min. je Heilmittel gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Physiotherapie ist besonders bei CMD-Schmerzpatienten (P-Praxis  $\geq 5$ ,  $n = 319$ ) hochwirksam. Im subjektiven Schmerzempfinden konnten Verbesserungen von bis zu 3 Punkten im Median vor vs. nach einer Therapie erreicht werden ( $p < 0,001$ ). Dort gaben 85,58 % der Patienten mit Schmerzangabe  $\geq 5$  (P-Praxis  $\geq 5$ ) eine Verbesserung an. Von den 807 Patienten der Gruppe P-Praxis (einschließlich 33 % Patienten mit Schmerzangabe 0) gaben 65,8 % Verbesserungen an. Dies liegt im Bereich der zitierten Studien und zeigt, dass die Verordnung von Physiotherapie bei CMD sinnvoll ist.

Der Vergleich bei allen Patienten der Gruppe P-Praxis ( $n = 807$ ) vor Behandlung beim ersten Termin mit den Schmerzangaben nach Therapie beim letzten Termin einer Therapieserie zeigt vergleichbar gute bis sehr gute Ergebnisse von bis zu 3 Punkten im Median im subjektiven Schmerzempfinden der Patienten ( $p < 0,001$ ). Der Median im Bereich Kopf/Kiefer war bei diesen Patienten bei 0, d.h. es bestand nahezu komplette Schmerzfreiheit. Trotz Fokussierung der Therapie auf den Kopf-/Kieferbereich konnten auch im HWS-Bereich Verbesserungen von bis zu 3 Punkten im Median des subjektiven Schmerzempfindens der Patienten erreicht werden.

### 35. IST SCHMERZ IM EMG MESSBAR?

#### 35.1 Ist Schmerz im Ruhe-EMG messbar?

Eine direkte Korrelation zwischen einer Schmerzangabe im Schmerzbogen und im Ruhe-EMG lässt sich nicht nachweisen. EMG kann jedoch Spannungsveränderungen der Muskulatur messen. Mayer et al.<sup>[118]</sup> erklärten, dass zur Schmerzverminderung der druckdolenten Kau-, Kopf- und Gesichtsmuskulatur jede Maßnahme sinnvoll ist, die zu einer Muskelentspannung bzw. Rekoordination des neuromuskulären Systems führt<sup>[118]</sup>. Obwohl EMG nur Spannung misst gilt: steigt das EMG, steigen auch die Gelenkkräfte<sup>[104]</sup>, bzw. sinkt das EMG, z.B. durch Physiotherapie, vermindern sich die Gelenkkräfte! Da Schmerz möglicherweise durch steigende oder sinkende Gelenkkräfte beeinflusst wird, kann diese Spannungs-

veränderung beim Vergleich mit einer Basismessung vor Therapie zumindest als Indikator für Schmerzveränderung angenommen werden.

### **35.2 Ist Schmerz im Belastungs-EMG messbar?**

Da sich Spannungsveränderungen der Muskulatur im Ruhe-EMG messen lassen, sollte dies auch im Belastungs-EMG möglich sein. Nach Hugger und Schindler<sup>[84]</sup> sind im Kiefer- und Gesichtsbereich eine Reihe motorischer Reaktionen bekannt, die von Hemmung und/oder Erregung der Muskulatur geprägt sind. Typische Beispiele sind die Minderung der Beißkraft durch eine schmerzhafte apikale Parodontitis, das reflektorische Öffnen des Kiefers nach schmerzhaftem Zahnkontakt oder versehentlichem Beißen in die Wange. Offensichtlicher Zweck solcher Reaktionen ist es, das lädierte Gewebe zu schonen und/oder vor weiterer Verletzung zu schützen.

Schindler und Türp<sup>[160]</sup> untersuchten dies. Durch Einspritzen von 5%iger hypertoner Kochsalzlösung in den M. masseter wurde überprüft, ob es mittels regional erzeugtem experimentellem Schmerz und der Erhöhung der Beanspruchung durch isometrische Kontraktion zu einer Steigerung der Muskelspannung oder zu einer Hemmung kommt. An der Einstichstelle entsteht eine – wenn auch geringe – Zerstörung von Muskelfasern, vergleichbar mit einem Muskelfaserriss. Appell<sup>[5]</sup> et al. schreiben hierzu, dass die mit einem Muskelfaserriss verbundene strukturelle Desintegration zu einer lokal bedeutenden Störung der Kompartimentierung der betroffenen Fasern führt. Hieraus resultierend nimmt die Muskelleistung akut ab. Dies sollte im EMG messbar sein. Vergleicht man eine solche Messung mit den Ergebnissen nach z.B. Physio-/manueller Therapie kann eine Spannungsveränderung dieser „Basismessung in Belastung“ vor Therapie mit einer Folgemessung nach Therapie als Indikator für Schmerzveränderung gelten.

## **36. WIRKUNG VON PHYSIO-/MANUELLER THERAPIE IM EMG**

EMG misst Spannung – Reduzierung von Spannung kann zur Reduzierung von Schmerz führen. Diese Spannungsreduzierung kann z.B. durch Physio-/manuelle Therapie erreicht werden. Jedoch gibt die Höhe eines erstmalig gemessenen EMG-Wertes keinen Hinweis auf die Stärke der Schmerzen der Patientin/des Patienten. Diese Bewertung ist nur im Vergleich zu einer Ausgangsmessung zulässig.

Die Wirkung von Physiotherapie ist im Ruhe-EMG bei allen Patienten der Gruppen P-mSP (n = 35) und P-oSP (n = 35) sowie der Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20) als deutliche Verringerung der Spannung, ausgehend von der Basismessung im Vergleich zur Messung nach Therapie, mess- und darstellbar ( $p \leq 0,001$ ).

### **37. AUSWIRKUNG VON STATIK AUF CMD**

SIG-Blockaden haben Auswirkungen auf eine CMD bzw. auf die Kaumuskulatur. Diese zeigen sich als messbare Unterschiede der Baseline sitzend zur Baseline stehend.

Bei Patienten mit Statikbeschwerden (P-mSP) zeigt sich bei EMG-Messungen sitzend in Ruhe im Vergleich zum Stehen eine deutliche Spannungszunahme. Dies macht statische Auswirkungen auf die Muskulatur des stomatognathen Systems sichtbar ( $p \leq 0,001$ ).

### **38. EMG ZUR BEGUTACHTUNG NACH MKG-CHIRURGIE**

Wie unter 35.2 dargestellt kommt es bei Messungen unter Belastung, bei Patienten mit funktionell instabilen Strukturen oder mit Schmerzen, ebenso wie bei einem experimentell im Muskel erzeugten Schmerz, zu einer muskulären Hemmung und somit zu einem deutlich reduzierten EMG. Vergleicht man eine solche Messung mit den Ergebnissen nach z.B. Physio-/manueller Therapie kann eine Spannungsveränderung dieser „Basismessung“ vor Therapie mit einer Folgemessung nach Therapie als Indikator für Schmerzveränderung gelten und einen Erfolg oder Misserfolg von therapeutischen Maßnahmen dokumentieren.

SL-NRS und EMG sind daher nicht nur bei MKG-chirurgisch versorgten Patienten zur therapeutischen Verlaufskontrolle sinnvoll ( $p \leq 0,001$ ), sondern aufgrund ihrer unterschiedlichen Visualisierungs-, Objektivierungs- und Dokumentationsmöglichkeiten notwendig. EMG sollte daher fester Bestandteil bei der Begutachtung von CMD- und MKG-chirurgischen Patienten sein.

## VII. AUSBLICK

### 39. PHYSIOTHERAPEUTISCHER BEFUND/DIAGNOSTIK

Am 02.02.2013 ist in Deutschland das Gesetz zur Verbesserung der Rechte von Patienten (Patientenrechtegesetz) in Kraft getreten (§ 630 ff. BGB). Dieses neue Gesetz wirkt sich auch auf Physiotherapeuten aus. Es erscheint sinnvoll, auf die sich aus dem Gesetz ergebende Aufklärungs-, Befund- und Dokumentationsverpflichtung hinzuweisen.

Der bisherigen Rechtsprechung z.B. des OLG Thüringen (Az: 4 U 641/04) folgend, mussten Physiotherapeuten „bei horizontaler Arbeitsteilung – hier zwischen Orthopädin und Physiotherapeuten – weder eine Anamnese durchführen noch eigene Befunde erheben, die über den konkreten Überweisungsauftrag – hier die Verordnung – hinausgehen.“

Das Oberlandesgericht stellte bei einem Patienten, der 24 Std. nach einer manuellen Therapie der HWS einen Hirnstamminfarkt erlitt, zudem fest:

- Selbst wenn eine Aufklärung geschuldet worden wäre, so hätte sie vom Arzt, nicht aber vom Physiotherapeuten vorgenommen werden müssen.
- Für die Aufklärung „einer (risikobehafteten) Heilbehandlung“ sei immer der verordnende Arzt zuständig. Nur er habe genügend Kenntnisse und Informationen, um den Patienten in für ihn geeigneter Weise aufzuklären.
- Die Aufklärung darf nicht auf die Physiotherapeuten delegiert werden.
- Bei horizontaler Arbeitsteilung – hier zwischen Orthopädin und Physiotherapeuten – müssen die für die Behandlung hinzugezogenen Therapeuten (Anm.: nach deutschem Recht) weder eine Anamnese durchführen noch eigene Befunde erheben, die über den konkreten Überweisungsauftrag – hier die Verordnung – hinausgehen.
- Vielmehr können sie sich darauf verlassen, dass dies bereits in der gebotenen Form durch den erstbehandelnden Arzt geschehen ist.

Diese Entscheidung entspricht der ständigen Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs (BGH) – zum Beispiel Beschluss vom 15. Januar 2004 (Az: 4 U 836/03).

Auch seitens der deutschen gesetzlichen Krankenversicherungen war ein physiotherapeutischer Befund weder vorgesehen, gefordert, noch gibt es eine Abrechnungsposition für Befunderhebung. Den Leitlinien des Physiotherapie Weltverbandes bzw. den European Core Standards of Physiotherapy folgend sind Aufklärung, Befund und Dokumentation jedoch

Bestandteil einer jeden physiotherapeutischen Behandlung (revised at the General Meeting 22-24 May 2008, Athens, Greece).

Eine interdisziplinäre Therapie von CMD-Patienten benötigt das Zusammenwirken von Zahnmedizinern und Physiotherapeuten. Zahnärzte müssen sich auf die fachliche Kompetenz der Physiotherapeuten und deren Befundung und Dokumentation verlassen können, da sie bestimmte Problemstellungen, wie z.B. die HWS selbst nicht so umfangreich prüfen können, wie es notwendig wäre.

Die zur Befundung, Dokumentation und Aufklärung notwendige Zeit sollte bei Heilmitteln seitens der Kostenträger im Sinne des Patientenrechtegesetzes berücksichtigt werden. Durch die Aufklärungs-, Befund- und Dokumentationsverpflichtung von Physiotherapeuten gegenüber den Patienten entsteht erhöhter Zeitbedarf, der nicht zu Lasten der Therapie gehen sollte.

#### **40. PHYSIO-/MANUALTHERAPEUTEN**

Diese Arbeit zeigt gute bis sehr gute Ergebnisse durch physio-/manualtherapeutische Behandlung bei CMD. Diese sind abhängig von guter (idealerweise spezialisierter) Ausbildung der Physiotherapeuten.

Deutschland ist derzeit das einzige Land Europas bei dem zum einen die Ausbildung von Physiotherapeuten mittels einer Sekundar-2-Ausbildung (PhysTh-AprO 1994) möglich ist und zum anderen die Möglichkeit eines (Fach)-Hochschulstudiums in Physiotherapie besteht.

Die Sekundar-2-Ausbildung im Bereich Physiotherapie hat einige Vorteile, wie z.B. bereits mit mittlerem Bildungsabschluss Physiotherapeut werden zu können, aber auch einige Nachteile. Einer der größten Nachteile ist, dass Forschung in Deutschland für Physiotherapeuten auf akademischen Niveau nur deutlich eingeschränkt möglich war/ist und die notwendige Forschungsanbindung z.B. an Universitätskliniken fehlt(e).

Die Akademisierung von Physiotherapeuten hat 1999 aufgrund der Erklärung von Bologna begonnen. Diese sieht vor, dass z.B. Physiotherapeuten im deutschen (Fach)-Hochschulsystem, nach angelsächsischem Vorbild, in einem dreistufigen System mit den Abschlüssen Bachelor, Master z.B. zum Doktorat gelangen können.

Akademisch ausgebildete Physiotherapeuten werden langfristig dem Gesundheitssystem helfen können, Geld einzusparen, da sie gelernt haben, evidenzbasiert zu therapieren. Dies bedarf jedoch universitärer und gesundheitspolitischer Unterstützung und guter Rahmenbedingungen, Regelungen und Perspektiven für die bereits ausgebildeten Bachelor und Master

in Physiotherapie. Dann werden und können gut ausgebildete und hochmotivierte Physiotherapeuten sehr gute Resultate – nicht nur – in der Therapie von CMD erreichen.

## **41. KIEFERORTHOPÄDIE**

Die Vorgaben des deutschen Gesundheitssystems geben einen Rahmen vor, der für GKV versicherte CMD-Patienten, die älter als 18 Jahre alt sind, ungünstig erscheint. Zahnfehlstellungen werden üblicherweise im jugendlichen Alter durch Kieferorthopädie korrigiert und diese wird in Deutschland nur bis zum vollendeten 18. Lebensjahr (in Österreich bis zum 19. Lebensjahr) abhängig von bestimmten Kriterien von den GKV erstattet.

Möglicherweise bedarf es mehr Information und Aufklärung, damit mehr CMD-Patienten die fachlichen Ressourcen durch spezialisierte Kieferorthopäden nutzen können.

## VIII LITERATUR- UND WEITERE VERZEICHNISSE

### 42. LITERATURVERZEICHNIS

1. Ahlers MO (2004) Funktionsdiagnostik-Systematik und Auswertung. Zahnärztliche Mitteilungen 22:34-43
2. Ahlers MO, Jakstat HA (2001) Klinische Funktionsanalyse: Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. 2. Aufl. dentaconcept, Hamburg
3. Ahlers MO, Jakstat HA (2011) Klinische Funktionsanalyse, Bd 4. Aufl. dentacocept Hamburg
4. Allerbring M, Haegerstam G (1993) Characteristics of patients with chronic idiopathic orofacial pain. A retrospective study. Acta odontologica Scandinavica 51 (1):53-58
5. Appell HJ, Soares JM, Duarte JA (1992) Exercise, muscle damage and fatigue. Sports medicine 13 (2):108-115
6. Auvenshine RC (2000) Acute vs. chronic pain - an overview. Tex Dent J 117 (7):14-20
7. Auvenshine RC (2007) Temporomandibular disorders: associated features. Dent Clin North Am 51 (1):105-127
8. Babadag M, Sahin M, Gorgun S (2004) Pre- and posttreatment analysis of clinical symptoms of patients with temporomandibular disorders. Quintessence Int 35 (10):811-814
9. Bakke M, Zak M, Jensen BL, Pedersen FK, Kreiborg S (2001) Orofacial pain, jaw function, and temporomandibular disorders in women with a history of juvenile chronic arthritis or persistent juvenile chronic arthritis. Oral SurgOral Med Oral PatholOral Radiol Endod 92 (4):406-414
10. Baldissara S, Mascellani SC, Catapano S, Baldissara P (1998) [Short-term effects of the Michigan splint on muscular and joint pain]. Minerva Stomatol 47 (5):235-238
11. Bell WE (1989) Orofacial pains - classification, diagnosis, management. Year Book Medical Publishers, Chicago
12. Bell WE (1990) Orofacial pains - Temporomandibular disorders - classification, diagnosis, management. Year Book Medical Publishers, Chicago

13. Bennett MI, Attal N, Backonja MM, Baron R, Bouhassira D, Freynhagen R, Scholz J, Tolle TR, Wittchen HU, Jensen TS (2007) Using screening tools to identify neuropathic pain. *Pain* 127:199-203
14. Benninghoff D (2004) Anatomie, Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie, Band 2. Elsevier, München
15. Berg F, Wolf U (2002) Manuelle Therapie: sichere und effektive Manipulationstechniken. Springer, Heidelberg
16. Bigland B, Lippold OC (1954) The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles. *The Journal of physiology* 123 (1):214-224
17. Bjerne A, Agerberg G (2003) Symptom relief after treatment of temporomandibular and cervical spine disorders in patients with Meniere's disease: a three-year follow-up. *Cranio* 21 (1):50-60
18. Broadhurst NA, Bond MJ (1998) Pain provocation tests for the assessment of sacroiliac joint dysfunction. *J Spinal Disord* 11 (4):341-345
19. Brown DT, Gaudet EL (1994) Outcome measurement for treated and untreated TMD patients using the TMJ scale. *Cranio* 12 (4):216-222
20. Buescher JJ (2007) Temporomandibular joint disorders. *Am Fam Physician* 76 (10):1477-1482
21. Buitenhuis J, de Jong PJ, Jaspers JP, Groothoff JW (2009) Work disability after whiplash: a prospective cohort study. *Spine* 34 (3):262-267
22. Bumann A, Groot Landeweer G (1992) Die "Manuelle Funktionsanalyse". Erweiterte Untersuchung. *Phillip J* 5:207-214
23. Bumann A, Lotzmann U (2000) Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. *Farbatlant der Zahnmedizin*, Bd 12. Thieme, Stuttgart
24. Bundesamt für Statistik (2012) Pressestelle. Pressemitteilung Nr. 065 vom 24.02.2012 [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/02/PD12\\_065\\_46241.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/02/PD12_065_46241.html)
25. Bundesanzeiger (2004) Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für die kieferorthopädische Behandlung. In: *Bundesanzeiger*. Bd 226

26. Bundesausschuss über die Verordnung von Heilmitteln (2011) Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Neufassung der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Heilmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Heilmittel-Richtlinie / HeilM-RL). Berlin
27. Burgess JA, Sommers EE, Truelove EL, Dworkin SF (1988) Short-term effect of two therapeutic methods on myofascial pain and dysfunction of the masticatory system. *J Prosthet Dent* 60 (5):606-610
28. Cascone P, Leonardi R, Marino S, Carnemolla ME (2003) Intracapsular fractures of mandibular condyle: diagnosis, treatment, and anatomical and pathological evaluations. *J CraniofacSurg* 14 (2):184-191
29. Castroflorio T, Icardi K, Torsello F, Deregibus A, Debernardi C, Bracco P (2005) Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. *Cranio: the journal of craniomandibular practice* 23 (2):130-137
30. Cattley P, Winyard J, Trevaskis J, Eaton S (2002) Validity and reliability of clinical tests for the sacroiliac joint. A review of literature. *Australas Chiropr Osteopathy* 10 (2):73-80
31. Cecere F, Ruf S, Pancherz H (1996) Is quantitative electromyography reliable? *Journal of orofacial pain* 10 (1):38-47
32. Cleland J, Palmer J (2004) Effectiveness of manual physical therapy, therapeutic exercise, and patient education on bilateral disc displacement without reduction- of the temporomandibular joint: a single-case design. *J Orthop Sports Phys Ther* 34 (9):535-548
33. Costen JB (1934) A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 43:1-15
34. Costen JB (1997) A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. 1934. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 106:805-819
35. Cram JR (ed) (1986) Patterns of neuromuscular activity in pain and nonpain patients. *Clinical Biofeedback and Health* Vol 9, No 2:106-115

36. Davies SJ, Gray RJ (1997) The pattern of splint usage in the management of two common temporomandibular disorders. Part III: Long-term follow-up in an assessment of splint therapy in the management of disc displacement with reduction and pain dysfunction syndrome. *Br Dent J* 183 (8):279-283
37. Dawson PE (1995) New definition for relating occlusion to varying conditions of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent* 74 (6):619-627
38. De Boever JA, Nilner M, Orthlieb JD, Steenks MH, Educational Committee of the European Academy of Craniomandibular D (2008) Recommendations by the EACD for examination, diagnosis, and management of patients with temporomandibular disorders and orofacial pain by the general dental practitioner. *J of Orofac Pain* 22 (3):268-278
39. De Laat A (2001) Temporomandibular disorders as a source of orofacial pain. *Acta Neurol Belg* 101 (1):26-31
40. De Leeuw R (2008) Guidelines for assessment, diagnosis, and management. Quintessence, Chicago
41. DeLoach LJ, Higgins MS, Caplan AB, Stiff JL (1998) The Visual Analog Scale in the Immediate Postoperative Period: Intrasubject Variability and Correlation with a Numeric Scale *Anesth Analg* 86:102-106
42. DGKFO (2006) Das Dreijahres-Ausbildungsprogramm für Kieferorthopäden. <http://www.dgkfo-vorstand.de/information/weiterbildung/erasmusprogramm/>
43. Di Fabio R (1998) Physical therapy for patients with TMD: a descriptive study of treatment, disability, and health status. *J Orofac Pain* 12 (2):124-135
44. Dimitroulis G (1998) Temporomandibular disorders: a clinical update. *BMJ* 317 (7152):190-194
45. Dimitroulis G, Gremillion HA, Dolwick MF, Walter JH (1995) Temporomandibular disorders. 2. Non-surgical treatment. *Austr Dental J* 40 (6):372-376
46. Dos Santos JJ (1995) Supportive conservative therapies for temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am* 39 (2):459-477
47. Egle UT, Daubländer M (2006) Chronischer Stress und Schmerz - Kursskript APW-Curriculum. Eigenverlag, Mainz

48. Ekberg E, Nilner M (2002) A 6- and 12-month follow-up of appliance therapy in TMD patients: a follow-up of a controlled trial. *Int J Prosthodont* 15 (6):564-570
49. Ekberg E, Vallon D, Nilner M (2003) The efficacy of appliance therapy in patients with temporomandibular disorders of mainly myogenous origin. A randomized, controlled, short-term trial. *J Orofac Pain* 17 (2):133-139
50. Eriksson PO, Lindman R, Stal P, Bengtsson A (1988) Symptoms and signs of mandibular dysfunction in primary fibromyalgia syndrome (PSF) patients. *Swedish dental journal* 12 (4):141-149
51. Ettl T (2003) Schleudertrauma. In: Mense S, Pongratz D (eds) *Chronischer Muskelschmerz Grundlagen, Klinik, Diagnose, Therapie*. Steinkopff/Darmstadt, S 125-145
52. Farrar JT, Young JP, LaMoreaux L, Werth JL, Poole RM (2001) Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain* 94 (2):149-158
53. Feine JS, Lund JP (1997) An assessment of the efficacy of physical therapy and physical modalities for the control of chronic musculoskeletal pain. *Pain* 71 (1):5-23
54. Ferrario VF, Sforza C, Tartaglia GM, Dellavia C (2002) Immediate effect of a stabilization splint on masticatory muscle activity in temporomandibular disorder patients. *J Oral Rehabil* 29 (9):810-815
55. Fink M (2001) Behandlungstechniken der physikalischen Medizin bei schmerzhaften Erkrankungen der Kiefergelenksregion. *KG Intern* 1:20 - 24
56. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M, Wähling K (2003) Funktionelle Zusammenhänge mit der Zervikal- und Lenden-Becken-Hüft-Region. *Man Med* 41 (6):476-480
57. Fink M, Wähling K, Stiesch-Scholz M, Tschernitschek H (2003) The functional relationship between the craniomandibular system, cervical spine, and the sacroiliac joint: a preliminary investigation. *Cranio* 21 (3):202-208
58. Freesmeyer WB, Koeck B et al. (1998) Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des Kauorgans. *DGZMK Stellungnahme der DGZMK*
59. Friction JR, Kroening RJ et al. (1988) *TMJ and craniofacial pain - diagnosis and management*. Ishiyaku Euro America, St. Louis

60. Friedman M (1997) The hypomobile temporomandibular joint. *General Dentistry* 45 (3):282-285
61. Friedman M, HaJW (1985) Temporomandibular joint disorders -diagnosis and treatment. Quintessence, Chicago
62. Frisch H, Roex J (1995) Programmierte Therapie am Bewegungsapparat, Chirotherapie. Springer, Heidelberg
63. Garefis P, Grigoriadou E, Zarifi A, Koidis PT (1994) Effectiveness of conservative treatment for craniomandibular disorders: a 2-year longitudinal study. *J Orofac Pain* 8 (3):309-314
64. Gelb H (1985) Clinical management of head, neck and TMJ pain and dysfunction - a multidisciplinary approach to diagnosis and treatment. Saunders, Philadelphia
65. Gelb H (1992) A too-polite silence about shoddy science: dynamic strength testing and beyond. *Cranio* 10 (1):75-79
66. Gelb H, Tarte J (1975) A two-year clinical dental evaluation of 200 cases of chronic headache: the craniocervical-mandibular syndrome. *J Am Dent Assoc* 91 (6):1230-1236
67. Greco PM, Vanarsdall RL, Levrini M, Read R (1999) An evaluation of anterior temporal and masseter muscle activity in appliance therapy. *Angle Orthod* 69 (2):141-146
68. Groot Landeweer G (2001) Physiotherapie in der Zahnmedizin. *Dental Zeitung* 1:142 - 144
69. Groot Landeweer G, Bumann A (1992) Die "Manuelle Funktionsanalyse", Basisuntersuchung. *Phillip J* 4:137-142
70. Habib-Damerdj Z (2006) Dentofacial orthopedics and craniomandibular dysfunction. *Orthod Fr* 77 (4):461-469
71. Hagberg C, Hagberg M, Kopp S (1994) Musculoskeletal symptoms and psychosocial factors among patients with craniomandibular disorders. *Acta odontol Scand* 52 (3):170-177
72. Haggman-Henrikson B, Zafar H, Eriksson PO (2002) Disturbed jaw behavior in whiplash-associated disorders during rhythmic jaw movements. *J Dent Res* 81 (11):747-751

73. Hall L (1984) Physical therapy treatment results for 178 patients with temporomandibular joint syndrome. *Am J Otol* 5 (3):183-196
74. Hall MB (1984) Menisctoplasty of the displaced temporomandibular joint meniscus without violating the inferior joint space. *J Oral Maxillofac Surg* 42 (12):788-792
75. Hall MB, Brown RW, Baughman RA (1984) Histologic appearance of the bilaminar zone in internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 58 (4):375-381
76. Hansson T, Minor CA et al. (1992) Physical therapy in craniomandibular disorders. Quintessence, Chicago
77. Hansson TL (1988) Craniomandibular disorders and sequencing their treatment. *Australian prosthodontic journal / Australian Prosthodontic Society* 2:9-15
78. Hargreaves AS, Wardle JJ (1983) The use of physiotherapy in the treatment of temporomandibular disorders. *Br Dent J* 155 (4):121-124
79. Henning P, Graf-Baumann TI, Lohse-Busch H (1997) Myofasciale Dysfunktion der HWS nach Distorsion. Weichteildistorsionen der oberen Halswirbelsäule. Springer, Berlin/Heidelberg
80. Hesse JR, Hansson TL (1988) Factors influencing joint mobility in general and in particular respect of the craniomandibular articulation: a literature review. *J Craniomandib Disord* 2 (1):19-28
81. Hesse JR, Naeije M, Hansson TL (1990) Craniomandibular stiffness toward maximum mouth opening in healthy subjects: a clinical and experimental investigation. *J Craniomandib Disord* 4 (4):257-266
82. Hirsch C, John MT, Drangsholt MT, Mancl LA (2005) Relationship between overbite/overjet and clicking or crepitus of the temporomandibular joint. *J Orofac Pain* 19 (3):218-225
83. Hohn K (2006) Traumatic Injuries. In: Kolbinson DA (Hrsg) Temporomandibular Disorders, An Evidence-Based Approach to Diagnosis and Treatment. Quintessence, Illinois, USA
84. Hugger A, Hugger S, Schindler H (2008) Surface Electromyography of the Masticatory Muscles for Application in Dental Practice. *J Comput Dent* 11 (2):81-106

85. Hugger A, Türp JC, Schindler HJ (2006) Klassifikation der Gesichtsschmerzen. In: Gesichts- und Kopfschmerzen aus interdisziplinärer Sicht. Springer, Heidelberg, S 39-49
86. Hülse M, Losert-Bruggner B (2009) Die kranio-mandibuläre Dysfunktion. *Man Med* 47 (5):7-15
87. Hülse M, Neuhuber W (1998) Der kraniozervicale Übergang. Springer, Heidelberg
88. Ide Y, Tateishi J (2003) Anatomical Atlas of the Temporomandibular Joint. Third Edition. Quintessence, Tokyo
89. International Headache S (2004) The international Classification of Headache disorders. *Cephalalgia* 24:supplement 1
90. Jankelson B (1979) Neuromuscular aspects of occlusion. Effects of occlusal position on the physiology and dysfunction of the mandibular musculature. *Dent Clin North Am* 23 (2):157-168
91. Jankelson B (1980) Measurement accuracy of the mandibular kinesiograph--a computerized study. *J Prosthet Dent* 44 (6):656-666
92. Jankelson RR (1990) Scientific rationale for surface electromyography to measure postural tonicity in dental patients. *Cranio : J Craniomand Pract* 8 (3):207-209
93. Jarabak J (1956) An electromyographic analysis of muscular and temporomandibular Joint disturbances due to imbalances in occlusion. *Angle Orthodont* 26 (3):170-190
94. Kaltenborn F (1966) Manual medicine and roentgen examination. *Tidsskrift for den Norske laegeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke* 86 (8):565-566
95. Kaltenborn F (2011) Homepage <http://www.iomt woburn.com/index.htm>.
96. Kaplan AS, Assael LA (1991) Temporomandibular disorders - diagnosis and treatment. W B Saunders, Philadelphia
97. Kasch H, Hjorth T, Svensson P, Nyhuus L, Jensen TS (2002) Temporomandibular disorders after whiplash injury: a controlled, prospective study. *J Orofac Pain* 16 (2):118-128
98. Keele KD (1948) The pain chart. *Lancet* 2 (6514):6-8

99. Kim MR, Graber TM, Viana MA (2002) Orthodontics and temporomandibular disorder: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121 (5):438-446
100. Kluge A, Krause E et al. (1981) Diagnosis and therapy of temporomandibular joint dysfunction disorders. *Stomatol DDR* 31 (7):515-518
101. Knust M (2007) Wirkung von Manueller Therapie im Vergleich zu einem multimodalen Physiotherapieprogramm bei Patienten mit kranio-mandibulärer Dysfunktion. *Physio-science* 3:109-116
102. Kobayashi Y (1988) Auswirkungen der Okklusion auf den menschlichen Körper. *Phillip J* 5:255-261
103. Kohlmann T (2002) Epidemiology of orofacial pain. *Schmerz* 16 (5):339-345
104. Konrad P (2005) EMG-FIBEL Version 1. Eine praxisorientierte Einführung in die kinesiologische Elektromyographie Noraxon USA
105. Konstantinovic VS, Lazic V (2006) Occlusion splint therapy in patients with craniomandibular disorders (CMD). *J Craniofac Surg* 17 (3):572-578
106. Kopp S, Plato G, Bumann A (1989) Significance of the upper neck joints in the etiology of pain in the head and neck area. *Dtsch Zahnärztl Zschr* 44 (12):962-963
107. Kopp S, Sebald W, Langbein U (2003) Kranio-mandibuläre Dysfunktion und Kieferorthopädie. *Kieferorthopädie* 17 (4):323-334
108. Kopp S, Sebald W, Plato G (2000) Craniomandibuläre Dysfunktion. Eine Standortbestimmung. *Man Med* 38 (2):341-355
109. Kraus M, Lilienfein W et al. (1998) Das Kiefergelenk in der zahnärztlich-physiotherapeutischen Kombinationsbehandlung. *Krankengymnastik - Zschr Physiother* 9, 50 JG:1545 - 1551
110. Krollner B (2013) International Classification of Diseases. [icd-code.de](http://icd-code.de)
111. Kulis A, Türp J (2007) Welche Faktoren stehen mit sekundärem Bruxismus in Zusammenhang? Eine Literaturübersicht (1985-2006). *Dtsch Zahnärztl Zschr* 62:793-802
112. Kumar S (1996) *Electromyography in Ergonomics*. Taylor&Francis, London

113. Kuttilla M, Le BY, Savolainen-Niemi E, Kuttilla S, Alanen P (2002) Efficiency of occlusal appliance therapy in secondary otalgia and temporomandibular disorders. *Acta Odontol Scand* 60 (4):248-254
114. Lippold OC (1952) The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension. *J Physiol* 117 (4):492-499
115. Littner D, Perlman-Emodi A, Vinocuoer E (2004) Efficacy of treatment with hard and soft occlusal appliance in TMD. *RefuatHapehVehashinayim* 21 (3):52-58, 94
116. Lund JP (2006) Muscular Pain and Dysfunction. TMD`s An Evidence based Approach to Diagnosis and Treatment. Quintessence, Chicago
117. Martini G, Martini M, Carano A (1996) MRI study of a physiotherapeutic protocol in anterior disk displacement without reduction. *Cranio: J Craniomand Pract* 14 (3):216-224
118. Mayer G, Bernhardt O, Küppers A (2007) Der Kopfschmerz - ein interdisziplinäres Problem. *Quintessence* 58:1211-1218
119. McNeill C (1993) Craniomandibular disorders: Guidelines for Classification, Assessment, and Management. Quintessenz, Chicago
120. McNamara JA, Turp JC (1997) Orthodontic treatment and temporomandibular disorders: is there a relationship? Part 1: Clinical studies. *J Orofac Orthop* 58 (2):74-89
121. McNeely ML, Armijo Olivo S, Magee DJ (2006) A systematic review of the effectiveness of physical therapy interventions for temporomandibular disorders. *Phys Ther* 86 (5):710-725
122. McNeill C (1983) Craniomandibular (TMJ) disorders - the state of the art. Part II: accepted diagnostic and treatment modalities. *J Prosthet Dent* 49 (3):393-397
123. McNeill C (1997) Management of temporomandibular disorders: concepts and controversies. *J Prosthet Dent* 77 (5):510-522
124. Medlicott MS, Harris SR (2006) A systematic review of the effectiveness of exercise, manual therapy, electrotherapy, relaxation training, and biofeedback in the management of temporomandibular disorder. *Phys Ther* 86 (7):955-973
125. Melzack R (1999) From the gate to the neuromatrix. *Pain Suppl* 6:121-126

126. Melzack R, Wall PD (1965) Pain mechanisms: a new theory. *Science* 150 (3699):971-979
127. Mense S (2003) What is different about muscle pain? *Schmerz* 17 (6):459-463
128. Merrill RL (2007) Central mechanisms of orofacial pain. *Dent Clin North Am* 51 (1):45-59
129. Merskey H, Bogduk N (1994) Classification of chronic pain. 2nd edition. IASP Press, Seattle
130. Meyer G, Bemhardt O, Köppers A (2007) Der Kopfschmerz - ein interdisziplinäres Problem. *Quintessenz* 58:1211-1218
131. Milner-Brown HS, Stein RB (1975) The relation between the surface electromyogram and muscular force. *J Physiol* 246 (3):549-569
132. Molin C (1975) Vertical isometric muscle forces of the mandible: A comparative study of subjects with and without manifest mandibular pain dysfunction syndrome. *Acta Odont Scand* 30:485-499
133. Moog-Egan M, Tonkin L (2003) Einfluss von Schmerz auf das muskuloskeletale System. In: *Schmerzen verstehen und beeinflussen*. Thieme, Stuttgart, S 116-148
134. Moya H, Miralles R, Zuniga C, Carvajal R, Rocabado M, Santander H (1994) Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part I: Cephalometric analysis. *Cranio* 12 (1):47-51
135. Murphy G (1997) Physical medicine modalities and trigger point injections in the management of temporomandibular disorders and assessing treatment outcome. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics* 83 (1):118-122
136. Murray GM, Peck CC (2007) Orofacial pain and jaw muscle activity: a new model. *J Orofac Pain* 21 (4):263-278; discussion 279-288
137. Neuhuber W (2005) Funktionelle Neuroanatomie des kraniozervikalen Übergangs. . Springer, Heidelberg
138. Neuhuber W (2009) Nacken-Kiefer-Koordination, Bd 3. Myobite. Mediplus, Unterleinleiter
139. Neuhuber W (1998) Characteristics of the innervation of the head and neck. *Der Orthopäde* 27 (12):794-801

140. Nicolakis P, Erdogmus B et al. (2000) Exercise therapy for craniomandibular disorders. Archives of phys med and reha 81 (9):1137-1142
141. Nicolakis P, Erdogmus B, Kopf A, Ebenbichler G, Kollmitzer J, Piehslinger E, Fialka-Moser V (2001) Effectiveness of exercise therapy in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. J Oral Rehabil 28 (12):1158-1164
142. Nicolakis P, Nicolakis M, Piehslinger E, Ebenbichler G, Vachuda M, Kirtley C, Fialka-Moser V (2000) Relationship between craniomandibular disorders and poor posture. Cranio 18 (2):106-112
143. Ohnmeiss DD, Vanharanta H, Guyer RD (1995) The association between pain drawings and computed tomographic/discographic pain responses. Spine 20 (6):729-733
144. Okeson J (1995) Bell's orofacial pains. Quintessenz, Chicago
145. Okeson J (1996) Orofacial pain: Guidelines for assessment, diagnosis, and management. Quintessence, Chicago
146. Ormeno G, Miralles R, Santander H, Casassus R, Ferrer P, Palazzi C, Moya H (1997) Body position effects on sternocleidomastoid and masseter EMG pattern activity in patients undergoing occlusal splint therapy. Cranio 15 (4):300-309
147. Perry HT (1957) Muscular changes associated with temporomandibular Joint dysfunction. J Am Dent Res 54:644-653
148. Perry HT, Harris SC (1954) Role of the neuromuscular System in functional activity of the mandible. J Am Dent Assoc 48:665-673
149. Plato G, Kopp S (1996) Das Dysfunktionsmodell. Gedanken zum Therapieansatz in der Manuellen Medizin. Man Med 43 (5):1-8
150. Posselt U (1971) The temporomandibular joint syndrome and occlusion. J Prosthet Dent 25 (4):432-438
151. Pruim GJ, Ten Bosch JJ, De Jongh HJ (1978) Jaw muscle EMG -activity and static loading of the mandible. J Biomechanics 11:389-395

152. Rammelsberg P, LeResche L, Dworkin S, Mancl L (2003) Longitudinal outcome of temporomandibular disorders: a 5-year epidemiologic study of muscle disorders defined by research diagnostic criteria for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 17 (1):9-20
153. Rantala MA, Ahlberg J, Suvinen TI, Savolainen A, Kononen M (2004) Chronic myofascial pain, disk displacement with reduction and psychosocial factors in Finnish non-patients. *Acta Odontol Scand* 62 (6):293-297
154. Referenten v (2001) Vortrag, Physiotherapie - Forum, Karl-Häupl-Institut. Düsseldorf
155. Reichert B, Stelzenmüller W (2008) Anatomie in Vivo, Teil 2. Kap 7 Kopf und Kiefer. Thieme, Stuttgart
156. Riise C (1983) Clinical and electromyographic studies on occlusion. Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden
157. Sander M, Siegert R et al. (1999) Krankengymnastische Behandlung von Patienten mit kaumuskulären Funktionsstörungen. *Dtsch Zahnärztl Zschr* 44:12-14
158. Santander H, Miralles R, Jimenez A, Zuniga C, Rocabado M, Moya H (1994) Influence of stabilization occlusal splint on craniocervical relationships. Part II: Electromyographic analysis. *Cranio* 12 (4):227-233
159. Schindler HJ, Türp JC (2000) Der Einfluss von experimentellem Schmerz auf das Aktivierungsmuster des M. masseter. In: 33. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Funktionslehre in der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bad Homburg v.d.H.
160. Schindler HJ, Türp JC (2001) Der Einfluss von experimentellem Schmerz auf das Aktivierungsmuster des M. masseter. *Dtsch Zahnärztl Z* 56 (4):266-269
161. Schindler HJ, Türp JC (2006) Myalgie der Kiefermuskulatur. In: *Gesichts- und Kopfschmerzen aus interdisziplinärer Sicht*. Springer, Heidelberg
162. Schokker RP, Hansson TL, Ansink BJ (1990) Craniomandibular disorders in patients with different types of headache. *J Craniomandib Disord* 4 (1):47-51
163. Schulte W (1970) The functional treatment of the myo-arthropathies of the masticatory apparatus: a diagnostic and physio-therapeutic program. *Dtsch Zahnärztl Z* 25 (3):422-436

164. Schulte W (1970) Zur funktionellen Behandlung der Myoarthropathien des Kauorgans: Ein diagnostisches und physiotherapeutisches Programm. Dtsch Zahnärztl Z 25 (3):422-436
165. Schulte W (1972) Aimed functional analysis and physiotherapy--experiences in 442 patients with myoarthropathies. Dtsch Zahnärztl Z 27 (10):779-795
166. Schumacher GH (1997) Anatomie für Zahnmediziner. Lehrbuch und Atlas, 3. Aufl. Hüthig, Heidelberg
167. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K (2006) Prometheus Kopf und Neuroanatomie. Thieme, Stuttgart
168. Selby A (1985) Physiotherapy in the management of temporomandibular disorders. Aust Dent J 30 (4):273-280
169. Sheikhoieslam A, Holmgren K, Riise CA (1986) Clinical and electromyographic study of the long-term effects of an occlusal Splint on the temporal and masseter muscles in patients with functional disorders and nocturnal bruxism. J Oral Rehab 13:137-145
170. Shewman T (2005) Surface Electromyography in Temporomandibular Dysfunction. In: U.S.A. N (Hrsg)
171. Sikorski JM, Stampfer HG, Cole RM, Wheatley AE (1996) Psychological aspects of chronic low back pain. The Aust and NZ J Surg 66 (5):294-297
172. Simons DG, Travell J (1981) Myofascial trigger points, a possible explanation. Pain 10 (1):106-109
173. Solnit A, Curnutte D (1989) Korrektur der Okklusion. Quintessenz. Berlin
174. Spitzer WO, Salmi LR. (1995) Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "whiplash" and its management. Spine 20 (8 Suppl):1-73
175. Steenks MH, The GL, Aaftink HM (2005) Jaw position in stabilization splint treatment of musculoskeletal disorders. NedTijdschrTandheelkd 112 (8):279-282
176. Stelzenmüller W, Griessmair M, Celar A (2009) Schmerzlokalisierung bei CMD-Patienten mit modifiziertem Schmerzfragebogen. Man Med 47 (5):325-333

177. Stelzenmüller W, Kopp S (2010) Auswirkungen von Blockaden im Sacroiliacalgelenk und deren Therapie auf kranio-mandibuläre Dysfunktion (im EMG) - eine prospektive klinische Pilotstudie. *Inf Orthod Kieferorthop* 42 (1):41-48
178. Stelzenmüller W, Weber D, Özkan V, Freesmeyer WB, Umstadt H (2004) Is the lateral pterygoid muscle palpable? Vortrag, AFDT, Bad Homburg Maritim Hotel
179. Stelzenmüller W, Wiesner J (2004) Therapie von Kiefergelenkschmerzen. Thieme, Stuttgart
180. Stelzenmüller W, Wiesner J (2010) Therapie von Kiefergelenkschmerzen. Thieme, Stuttgart
181. Stiesch-Scholz M, Tschernitschek H, Fink M (2002) Wechselwirkung zwischen dem temporomandibularen und kraniozervicalem System bei Funktionserkrankungen des Kauorgans. *Phys Med Rehab* 12:83-88
182. Sturdivant J, Friction JR (1991) Physical therapy for temporomandibular disorders and orofacial pain. *Current opinion in dentistry* 1 (4):485-496
183. Tegelberg A, Kopp S (1988) Short-term effect of physical training on temporomandibular joint disorder in individuals with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. *Acta odontologica Scandinavica* 46 (1):49-56
184. Thompson J (1964) Temporomandibular disorders: Diagnosis and treatment. In: Sarnat BG (ed). *The temporomandibular joint* Charles C Thomas, Springfield
185. Travell J, Bigelow NH (1946) Referred somatic pain does not follow a simple "segmental" pattern. *Federation proceedings* 5 (1 Pt 2):106
186. Travell JG, Simons DG (1998) *Handbuch der Muskel-Triggerpunkte. Obere Extremität, Kopf und Thorax.* G. Fischer, Stuttgart
187. Trott P (1978) Physiotherapy in diagnosis and treatment of the Myofascial Pain Dysfunction syndrome. *Int J Oral Surg* 7:360-365
188. Truelove E, Huggins KH, Mancl L, Dworkin SF (2006) The efficacy of traditional, low-cost and nonsplint therapies for temporomandibular disorder: a randomized controlled trial. *J Am Dent Assoc* 137 (8):1099-1107

189. Truelove E, Huggins KH, Mancl L, Dworkin SF (2006) The efficacy of traditional, low-cost and nonsplint therapies for temporomandibular disorder: a randomized controlled trial. *J Am Dent Assoc* 137 (8):1099-1107
190. Tschernitschek H, Schliephake H, Fink M (2000) CMD und HWS - wann gibt es Zusammenhänge? Vortrag, 33. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Funktionslehre in der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bad Homburg v.d.H.
191. Turner JA, Brister H, Huggins K, Mancl L, Aaron LA, Truelove EL (2005) Catastrophizing is associated with clinical examination findings, activity interference, and health care use among patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 19 (4):291-300
192. Turp JC, Kowalski CJ, O'Leary N, Stohler CS (1998) Pain maps from facial pain patients indicate a broad pain geography. *J Dent Res* 77 (6):1465-1472
193. Turp JC, McNamara JA (1997) Orthodontic treatment and temporomandibular disorder: is there a relationship? Part 2: Clinical implications. *J Orofac Orthop* 58 (3):136-143
194. Türp JC, Schindler HJ (2007) Bewertung der Therapie schmerzhafter Myoarthropathien des Kausystems aus Sicht der evidenzbasierten Zahnmedizin. *Quintessenz* 58 (5):475-478
195. Vallon D, Nilner M, Soderfeldt B (1998) Treatment outcome in patients with craniomandibular disorders of muscular origin: a 7-year follow-up. *J Orofac Pain* 12 (3):210-218
196. Vig P (1963) Electromyography in Dental Science: A Review. *Aust Dent J* 25:315-322
197. Visser A, Naeije M, Hansson TL (1995) The temporal/masseter co-contraction: an electromyographic and clinical evaluation of short-term stabilization splint therapy in myogenous CMD patients. *J Oral Rehabil* 22 (5):387-389
198. Vleeming A, Albert H, Östgard H, Stuge B, Sturesson B (2006) Evidence of diagnosis and therapy in the case of pelvic girdle pain. *Physioscience* 2:48-58
199. Von Piekartz HJM (2005) Kiefer, Gesichts und Cervicalregion. Thieme, Stuttgart
200. Weinberg LA (1979) Role of condylar position in TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 41 (6):636-643

201. Weisberg J, Friedman MH (1981) Displaced disc preventing mandibular condyle translation: mobilization technique. J Orthop Sports Phys Ther 3 (2):62-66
202. Weiß TS, Scheible HG (2003) Akuter und chronischer Schmerz, Erfassung von Schmerz. In: Schmerzen verstehen und beeinflussen. Thieme, Stuttgart, S 32-44
203. Wiehl P (1983) Oral physiotherapy - an additional aid for myoarthropathy patients. Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odontostomatologie / SSO 93 (4):235-247
204. Yap AU, Chua EK, Dworkin SF, Tan HH, Tan KB (2002) Multiple pains and psychosocial functioning/psychologic distress in TMD patients. Int J Prosthodont 15 (5):461-466
205. Yemm R (1976) Neurophysiologic studies of temporomandibular Jointdysfunction. Oral 7:31-53
206. Zafar H, Nordh E, Eriksson PO (2002) Spatiotemporal consistency of human mandibular and head-neck movement trajectories during jaw opening-closing tasks. Experimental brain research Experimentelle Hirnforschung Experimentation cerebrale 146 (1):70-76
207. Zahnärztliche Mitteilungen (2000) [http://www.zm-online.de/m5a.htm?/zm/10\\_00/pages2/titel2.htm](http://www.zm-online.de/m5a.htm?/zm/10_00/pages2/titel2.htm). In. Bd 73

**43. BILDVERZEICHNIS**

<b>Abb.Nr.</b>	<b>Titel der Abbildung</b>	<b>Bildrechte</b>
<b>01 (a+b)</b>	Discocondylärer Komplex, MRT im sagittalen a) und im koronaren b) Schnitt	beim Autor
<b>02</b>	Discocondylärer Komplex im Schnitt	Thieme, aus Stelzenmüller u. Wiesner, 2010
<b>03</b>	Mundöffnung, entlastet die bilaminäre Zone/das Genu vasculosum	beim Autor
<b>04</b>	Mundschluss, komprimiert die bilaminäre Zone/das Genu vasculosum	beim Autor
<b>05 (a-c)</b>	Biomechanik des Kiefergelenks	Thieme, aus Stelzenmüller u. Wiesner, 2010
<b>06</b>	M. masseter	beim Autor
<b>07</b>	M. pterygoideus medialis	beim Autor
<b>08</b>	M. pterygoideus lateralis	beim Autor
<b>09</b>	M. temporalis	beim Autor
<b>10</b>	M. digastricus venter anterior und posterior	beim Autor
<b>11</b>	Die Triggerpunkte des kranialen Anteils der Pars superficialis des M. masseter übertragen Schmerzen in den oberen molaren Bereich und die Kieferhöhlenregion.	beim Autor
<b>12</b>	Übertragung myofaszialer Schmerzen des kaudalen Anteils der Pars superficialis in den unteren molaren Bereich und den horizontalen Unterkieferast.	beim Autor
<b>13</b>	Die direkt im Kieferwinkel inserierenden Anteile der Pars superficialis strahlen in den horizontalen Unterkieferast und in den Schläfenbereich ein.	beim Autor
<b>14</b>	Triggerpunkte der Pars profunda übertragen die Schmerzen bevorzugt ins Ohr und die präaurikuläre Region.	beim Autor
<b>15</b>	Verschaltung nach Neuhuber (mit Genehmigung des Autors)	Prof. Neuhuber, Erlangen

Abb.Nr.	Titel der Abbildung	Bildrechte
16	Rückenmarkslokalisation von Nuclei trigemini bis C4 (mit Genehmigung des Georg Thieme Verlags)	Thieme, aus Prometheus, 2006
17	Test der aktiven Mundöffnung	beim Autor
18	Test der dynamischen Kompression exkursiv	beim Autor
19	Test der Mundöffnung und passiven Bewegungen	beim Autor
20	Traktion nach kaudal zur Befundung einer Gelenkkapsel	beim Autor
21	Passive Kompression	beim Autor
22	Haltungsstatus von hinten	beim Autor
23	Inspektion der unteren Extremitäten	beim Autor
24	Wirbelsäulenbeurteilung bei Rumpfbeuge im Stand	beim Autor
25	Beurteilung der gesamten Wirbelsäule, leichte links konvexe BWS-Skoliose	beim Autor
26	... und rechts konkave HWS-Skoliose als Gegenreaktion	beim Autor
27	Schematische Darstellung des Depolarisierungs-/ Repolarisierungszyklus innerhalb erregbarer Membranen, aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors).	Dr. Peter Konrad, Fa. Noraxon
28	Das Aktionspotenzial, aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors).	Dr. Peter Konrad, Fa. Noraxon
29	Depolarisierungszone von Muskelfasermembranen aus der EMG-Fibel von Konrad (mit Genehmigung des Autors).	Dr. Peter Konrad, Fa. Noraxon
30 (a-c)	a) Biologische Signale b) EKG-Zacken in der EMG-Messung (Artefakt) c) Rechteckimpulssignale aus Zahnarztstuhl	beim Autor
31	Ruhemessung mit 4.212 $\mu$ V im linken M. temporalis anterior und Sinuskurve aus gemessenem MRT als Artefakt	beim Autor
32	SL-NRS, Schmerzlokalisierungsbogen	beim Autor
33	SL-NRS, Patientenbeispiel	beim Autor

<b>Abb.Nr.</b>	<b>Titel der Abbildung</b>	<b>Bildrechte</b>
34	EMG-Messplatz – Setting	beim Autor
35	EMG-Messplatz – Beispiel	beim Autor
36	Elektrodenposition Gesichtsmuskulatur	beim Autor
37	Elektrodenposition Höhe C4 Nackenmuskulatur	beim Autor
38	Beispiel Elektrodenanlage (frontal)	beim Autor
39	Beispiel Elektrodenanlage (von links)	beim Autor
40	Balanciertes Protokoll, besonders im Functional und Controlled Clench bei Kontrollperson. Spannung beim Zubeißen bis 600 $\mu$ V möglich.	beim Autor
41	Dysbalanciertes Protokoll, besonders im Functional und Controlled Clench bei P3 (nach Motorradunfall). Spannung beim Zubeißen nur bis max. 18,7 $\mu$ V möglich.	beim Autor
42	Ablauf 1 – Schmerzmessung im SL-NRS – Gruppe P-Praxis	beim Autor
43	Ablauf 2 – Schmerzmessung SL-NRS und EMG – Gruppe P-Praxis (+EMG), n = 38	beim Autor
44	Patrick-Faber Test: Bei schmerzhaftem SIG kommt es zu einer Ausweichbewegung	beim Autor
45	Ablauf 3 und 4 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System und Auswirkung von Therapie im EMG.	beim Autor
46	Ablauf 4 – Auswirkung von Physiotherapie im EMG	beim Autor
47	Ablauf 5 – Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen.	beim Autor
48	Gruppe P-Praxis (n = 807) 33 % (n = 266) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich 67 % (n = 541) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich	beim Autor
49	Gruppe P-Praxis (n = 541) Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.	beim Autor

<b>Abb.Nr.</b>	<b>Titel der Abbildung</b>	<b>Bildrechte</b>
<b>50</b>	Gruppe P-Wien (n = 148) 80 % (n = 118) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich 20 % (n = 30) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich	beim Autor
<b>51</b>	Gruppe P-Wien (n = 30) Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.	beim Autor
<b>52</b>	Gruppe P-HSaar (n = 242) 77 % (n = 186) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich 23 % (n = 56) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich	beim Autor
<b>53</b>	Gruppe P-HSaar (n = 56) Nur die Patienten, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.	beim Autor
<b>54</b>	Kontrollgruppe K-Kitz (n = 20) 75 % (n = 15) ohne Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich 25 % (n = 5) mit Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich	beim Autor
<b>55</b>	Kontrollgruppe K-Kitz (n = 5) Nur die Kontrollpersonen, die Schmerzen im Kopf-/Kieferbereich angegeben haben.	beim Autor
<b>56</b>	Mittelwerte – SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin	beim Autor
<b>57</b>	Abb. 57: Boxplots – SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor und nach Therapie 1. Termin	beim Autor
<b>58</b>	Mittelwerte – SL-NRS Untergruppe P-Praxis $\leq 5$ (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin	beim Autor
<b>59</b>	Boxplots – SL-NRS Untergruppe P-Praxis $< 5$ (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin	beim Autor
<b>60</b>	Mittelwerte – SL-NRS P-Praxis (n = 807) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie	beim Autor
<b>61</b>	Boxplots – SL-NRS P-Praxis (n = 807) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie	beim Autor
<b>62</b>	Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor
<b>63</b>	Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-FFM (n = 40) – Vergleich vor und nach Belastung (Vorlesung)	beim Autor
<b>64</b>	Mittelwerte – SL-NRS Gruppe P-Praxis (+EMG) (n = 38) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor

<b>Abb.Nr.</b>	<b>Titel der Abbildung</b>	<b>Bildrechte</b>
65	Mittelwerte – SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor
66	Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe P-Praxis (+EMG) vor und nach Therapie	beim Autor
67	Mittelwerte der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe K-Kitz vor und nach Therapie	beim Autor
68	Korrelationen zwischen EMG und NRS vor Therapie – Praxis (+EMG) – HWS links	beim Autor
69	Korrelationen zwischen EMG und NRS vor Therapie – Praxis (+EMG) – HWS rechts	beim Autor
70	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) – Mittelwerte	beim Autor
71	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik) – Mediane	beim Autor
72	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (Mittelwerte)	beim Autor
73	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (Mediane)	beim Autor
74	Beispiel – Ruhe-EMG Kontrollperson ohne Beschwerden aus der Statik mit z.T. identischen Muskelspannungen ( $\mu\text{V}$ ) bei Messung im Sitzen und im Stehen	beim Autor
75	Beispiel – Ruhe-EMG Patientin mit Beschwerden im SIG rechts mit stark differenzierender Muskelspannung ( $\mu\text{V}$ ) bei Messung im Sitzen und Stehen	beim Autor
76	Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
77	Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor

<b>Abb.Nr.</b>	<b>Titel der Abbildung</b>	<b>Bildrechte</b>
<b>78</b>	Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
<b>79</b>	Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
<b>80</b>	Mittelwert-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
<b>81</b>	Median-Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
<b>82</b>	Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP	beim Autor
<b>83</b>	Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP	beim Autor
<b>84</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP: reduzierte Schutzspannung bis $22 \mu\text{V}$ , links < rechts	beim Autor
<b>85</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP: fast idealer Spannungsaufbau möglich	beim Autor
<b>86-89</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie	beim Autor
<b>90</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP	beim Autor
<b>91</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP	beim Autor
<b>92-95</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie	beim Autor
<b>96</b>	Vergleich EMG FC vs. CC bei P3 – vor und nach Therapie: starke muskuläre Hemmung von $15,20 \mu\text{V}$ , die bei Belastung niedriger war als in Ruhe	beim Autor
<b>97</b>	Vergleich EMG SeB vs. StB bei K – vor und nach Therapie	beim Autor

Abb.Nr.	Titel der Abbildung	Bildrechte
98	Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie	beim Autor
99-100	Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie – Abb. 99 zeigt normale Muskelspannung bei K beim Zubeißen bis 600 $\mu$ V max.	beim Autor
101-102	P3 post OP – nach Therapie Absinken der Grundspannung, keine Möglichkeit für starken Anstieg bei Aktivität, der Versuch anzuspannen ist deutlich sichtbar	beim Autor

#### 44. TABELLENZEICHNIS

Tab.Nr.	Titel der Tabelle	Rechte
01	Diagnosekriterien der European Academy of Craniomandibular Disorders für CMD	beim Autor
02	Diagnosekriterien für ein myofaszielles Schmerzsyndrom, nach Travell und Simons	beim Autor
03	Physiotherapie bei CMD: Die mit „*“ gekennzeichneten Studien waren Grundlage einer Multizenterstudie, Kerschbaum <sup>[157]</sup> von 2001-2008	beim Autor
04	6 Schritte umfassendes Mess- und Auswertungsprotokoll	beim Autor
05	Teilnehmergruppen – Studienteil 1: Schmerzmessung mit SL-NRS	beim Autor
06	Teilnehmergruppen – Studienteil 2: Schmerzmessung mit SL-NRS und EMG	beim Autor
07	Teilnehmergruppen – Studienteil 3: Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System	beim Autor
08	Teilnehmergruppen – Studienteil 4: Auswirkung von Physiotherapie im EMG	beim Autor
09	Teilnehmergruppen – Studienteil 5: Evaluierung Therapieerfolg von MKG-Chirurgie und Physiotherapie	beim Autor
10	Ablauf 2 – Schmerzmessung SL-NRS und EMG	beim Autor
11	Ablauf 3 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System	beim Autor

<b>Tab.Nr.</b>	<b>Titel der Tabelle</b>	<b>Rechte</b>
12	Ablauf 4 – Auswirkung von Statik auf das stomatognathe System vor und nach Therapie	beim Autor
13	Ablauf 5 – Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen	beim Autor
14	Studienteil 1: Geschlechterverteilung	beim Autor
15	Chi-Quadrat-Test zur Geschlechterverteilung	beim Autor
16	Studienteil 1: Altersverteilung	beim Autor
17	Kruskal-Wallis-Test	beim Autor
18	Studienteil 1: Verteilung der Patienten mit Schienen in den verschiedenen Gruppen	beim Autor
19	Chi-Quadrat-Test zur Verteilung der Patienten mit Schienen	beim Autor
20	Studienteil 1: Verteilung der Patienten mit Unfällen in den verschiedenen Gruppen	beim Autor
21	Chi-Quadrat-Test zur Verteilung der Patienten mit Unfällen	beim Autor
22	Ergebnisse SL-NRS Gruppe P-Praxis (n = 807) – Vergleich vor und nach Therapie 1. Termin	beim Autor
23	Wilcoxon-Test	beim Autor
24	SL-NRS Untergruppe P-Praxis < 5 (n = 319) – Vergleich vor/nach Therapie 1. Termin	beim Autor
25	Wilcoxon-Test	beim Autor
26	SL-NRS P-Praxis (n = 807) – Erster Termin vor und letzter Termin nach Therapie	beim Autor
27	Wilcoxon-Test	beim Autor
28	Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor
29	Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-FFM (n = 40) – Vergleich vor und nach Belastung (Vorlesung)	beim Autor
30	Ergebnisse SL-NRS – Vergleich aller Gruppen	beim Autor
31	Studienteil 2: Geschlechterverteilung	beim Autor

Tab.Nr.	Titel der Tabelle	Rechte
32	Ergebnisse SL-NRS Gruppe P-Praxis (+EMG) (n = 38) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor
33	Ergebnisse SL-NRS Gruppe K-Kitz (n = 20) – Vergleich vor und nach Therapie	beim Autor
34	Ergebnisse der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe P-Praxis (+EMG) vor und nach Therapie	beim Autor
35	Ergebnisse der EMG-Messung im Sitzen (Ruhe) der Gruppe K-Kitz vor und nach Therapie	beim Autor
36	Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie P-Praxis (+EMG)	beim Autor
37	Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS nach Therapie P-Praxis (+EMG)	beim Autor
38	Korrelationen der Differenzen (Absolutwerte) zwischen EMG und SL-NRS P-Praxis (+EMG)	beim Autor
39	Korrelationen der Differenzen (in Prozent) zwischen EMG und SL-NRS P-Praxis (+EMG)	beim Autor
40	Korrelationen zwischen EMG und SL-NRS vor Therapie K-Kitz	beim Autor
41	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-mSP (mit CMD und Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
42	Vergleich EMG-Messung im Sitzen (Seated Baseline) zum Stehen (Standing Baseline) – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
43	Beispiel – Ruhe-EMG Kontrollperson ohne Beschwerden aus der Statik mit z.T. identischen Muskelspannungen ( $\mu\text{V}$ ) bei Messung im Sitzen und im Stehen	beim Autor
44	Beispiel – Ruhe-EMG von Patientin mit Beschwerden im SIG rechts mit stark differierender Muskelspannung ( $\mu\text{V}$ ) bei Messung im Sitzen und Stehen	beim Autor
45	Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-mSP (mit CMD und zusätzlichen Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor

Tab.Nr.	Titel der Tabelle	Rechte
46	Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Gruppe P-oSP (mit CMD, jedoch ohne zusätzliche Beschwerden aus der Statik), EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
47	Vergleich EMG-Messung (Seated und Standing Baseline) – vor und nach Physiotherapie – Kontrollgruppe K-Kitz, EMG-Werte in $\mu\text{V}$	beim Autor
48	Vergleich EMG SeB vs. StB, P1 – vor u. nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP	beim Autor
49	Vergleich EMG SeB vs. StB, P2 – vor u. nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP	beim Autor
50	Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP: reduzierte Schutzspannung bis 22 $\mu\text{V}$ , links < rechts	beim Autor
51	Vergleich EMG FC vs. CC bei P1 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP: fast idealer Spannungsaufbau möglich	beim Autor
52	Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 1. Messung 14. Woche post OP	beim Autor
53	Vergleich EMG FC vs. CC bei P2 – vor und nach Therapie – 2. Messung 18. Woche post OP	beim Autor
54	Vergleich EMG FC vs. CC bei P3 – vor und nach Therapie: starke muskuläre Hemmung von 15,20 $\mu\text{V}$ , die bei Belastung niedriger war als in Ruhe	beim Autor
55	Vergleich EMG SeB vs. StB bei K – vor und nach Therapie	beim Autor
56	Vergleich EMG FC vs. CC bei K – vor und nach Therapie	beim Autor
57	Tabelle 1 der Studie “Pain maps from facial patients” von Türp et al. (1998)	verändert nach Türp et al. (1998)
58	Quebec Task Force – Schweregrade von HWS-Distorsionen	verändert nach Spitzer et al. (1995)

**45. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

AG	Arbeitsgemeinschaft (für Funktionslehre)
Allg	Allgemeine Schmerzskala
APW	Akademie Praxis und Wissenschaft
CC	Controlled Clench
CMD	Kraniomandibuläre Dysfunktion
CMRR	Common-mode rejection ratio
CMS	Craniomandibuläres System
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
EACD	European Academy of Craniomandibular Disorders
EMG	Elektromyographie
FAL	Manuelle Funktionsanalyse
FC	Functional Clench
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HMO	Health Maintenance Organization
IASP	International Association for the Study of Pain
ICD	International Classification of Diseases
IHS	International Headache Society
K-FFM	Zahnmedizinstudenten der Universität Frankfurt als Kontrollgruppe (vor und nach einer dreistündigen Vorlesung zu einem kieferorthopädischen Thema) (n = 40)
KFO	Kieferorthopädie
K-Kitz	Teilnehmer eines KFO-Kongresses in Kitzbühel als Kontrollgruppe (n = 20)
Korrelat.	Korrelation
Max	Maximaler Wert
Mean	Mittelwert
MKG	Mund-, Kiefer- und Gesichts-(chirurgie)
mV	Millivolt
μV	Mikrovolt
MW	Mittelwert
NIDCR	National Institute of Dental and Craniofacial Research
NIH	National Institute of Health

---

NRS	Numerische Rating Skala
NT	Nach (manueller)Therapie
P-HSaar	Gruppe von Patienten der Klinik für Kieferorthopädie, Universität des Saarlandes – Homburg/Saar (n = 242)
P-mSP	Gruppe von Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis mit CMD und Statikproblemen (n = 35)
P-oSP	Gruppe von Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis mit CMD ohne Statikproblemen (n = 35)
P-Praxis	Gruppe von Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis (n = 807)
P-Praxis (+EMG)	Gruppe von Patienten einer auf CMD spezialisierten Physiotherapiepraxis, bei den EMG-Messungen vorgenommen wurden (n = 38)
P-Praxis $\geq 5$	Untergruppe der Gruppe P-Praxis, mit Schmerzangabe im SL-NRS von $\geq 5$ (n = 319)
P-Wien	Gruppe von Patienten der Universitätszahnklinik, Abteilung für Kieferorthopädie – Wien (n = 148)
SeB	Seated Baseline
S-EMG	Surface EMG, Oberflächenmyographie
SD	Standardabweichung
SIG	Sacroiliacgelenk
SK	Schmerzskalen
SL-NRS	Schmerz-Lokalisierungs- und Numerische Rating Skala
StB	Standing Baseline
TMD	Temporomandibular Disorder
VAS	Visuelle Analog Skala

## **46. SCHLAGWÖRTER**

Physiotherapie

Manuelle Therapie

SL-NRS

Schmerzlokalisierung

Visuelle Analog Skala

Numerische Rating Skala

Craniomandibuläre Dysfunktion (CMD)

Temporomandibuläre Dysfunktion (TMD)

Elektromyographie

## **46. KEYWORDS**

Physiotherapy

Manual therapy

SL-NRS

Pain localization

Visual analog scale

Numeric rating scale

Craniomandibular dysfunction (CMD)

Temporomandibular dysfunction (TMD)

Electromyography

## IX. EIGENE PUBLIKATIONEN

1. Stelzenmüller W, Wiesner J (1997) Therapie von kraniomandibulären Dysfunktionen. Phillip J 3-4:120
2. Stelzenmüller W (2003) Screening bei craniomandibulärer Dysfunktion, Kiefergelenkstörungen auf der Spur. Physiopraxis 7:22-25
3. Stelzenmüller W (2004) Physiotherapie am Kiefergelenk, Erfolgreich gegen Schmerz. Physiopraxis 2:20-23
4. Stelzenmüller W (2004) Physiotherapeutische Befundung im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit Kieferorthopäden. Kieferorthopädische Nachrichten 1/2:4-5
5. Stelzenmüller W (2004) Physiotherapeutische Befundung und Therapie in der Zahnheilkunde. Fortbildungszentrum der LZÄK Hessen
6. Stelzenmüller W, Wiesner J (2004) Therapie von Kiefergelenkschmerzen. Thieme, Stuttgart
7. Stelzenmüller W, Weber D, Özkan V, Freesmeyer WB, Umstadt H (2004) Ist der M. pterygoideus lateralis palpierbar? Poster, DGZMK, Bad Homburg Maritim Hotel
8. Stelzenmüller W, Weber D, Özkan V, Freesmeyer WB, Umstadt H (2006) Is the lateral pterygoid muscle palpable? Best Poster Award, Int Poster J Dent Oral Med 8 (1): Poster 301
9. Reichert B, Stelzenmüller W (2007) Anatomie in Vivo, Teil 2. Kap 7 Kopf und Kiefer. Thieme, Stuttgart
10. Reichert B, Stelzenmüller W (2008) Käytännön anatomia 2. Vk-Kustannus Oy, Finnland
11. Stelzenmüller W (2008) Bachelor Arbeit, Physiotherapie vor und nach Dysgnathie-Operationen unter Berücksichtigung von Veränderungen der Biomechanik im orofazialen System. Dresden Int Univ
12. Reichert B, Stelzenmüller W (2009) Anatomie in Vivo, Tome 2, Editions Maloine, Paris
13. Stelzenmüller W (2009) Physiotherapie im Wandel. Wege zu größerer Therapiesicherheit bei kraniomandibulären Dysfunktionen. Man Med 47 (1):325-333

14. Stelzenmüller W, Griessmair M, Celar A (2009) Schmerzlokalisierung bei CMD-Patienten mit modifiziertem Schmerzfragebogen. Man Med 47 (5):325-333
15. Stelzenmüller W, Griessmair M, Celar A (2010) Schmerzlokalisierung bei CMD-Patienten mit modifiziertem Schmerzfragebogen. Stomatologie 107 (7-8):137-145
16. Stelzenmüller W, Kopp S (2010) Auswirkungen von Blockaden im Sacroiliacalgelenk und deren Therapie auf kranio-mandibuläre Dysfunktion (im EMG) - eine prospektive klinische Pilotstudie. Inf Orthod Kieferorthop 42 (1):41-48
17. Stelzenmüller W, Wiesner J (2010) Therapie von Kiefergelenkschmerzen. Thieme, Stuttgart
18. Stelzenmüller W (2010) Master Arbeit, Schmerzerfassung bei CMD-Patienten mittels Oberflächen-EMG – eine Validierungsstudie. FH-Camus Wien
19. Reichert B, Stelzenmüller W (2011) Palpation Techniques, Surface Anatomy for Physiotherapists. Thieme New York
20. Stelzenmüller W (2012) Physiotherapie in der Zahnheilkunde – ein kurzer Überblick. Kieferorthopädie 26 (4):287-296

### Geplante Veröffentlichungen 2013:

Jahr	Titel der Veröffentlichung	Geplant bei
2013	Elektromyographie – ein Vorschlag für einen neuen Bewertungsstandard – zur Evaluierung des Therapieerfolges von MKG-Chirurgie und Physiotherapie bei Patienten mit Kopf-, Kiefer- und Gesichtsverletzungen	Springer, Der Unfallchirurg
2013	Schmerzverteilung bei Kranio-mandibulärer Dysfunktion	Springer, Kieferorthopädie
2013	Physiotherapie zur Behandlung von Kranio-mandibulärer Dysfunktion (CMD) - Evaluierung des Therapieerfolges mit Schmerzlokalisierungsbogen	Springer, Kieferorthopädie oder Thieme
2013	Physiotherapie zur Behandlung von Kranio-mandibulärer Dysfunktion (CMD) - Evaluierung des Therapieerfolges mittels Oberflächen-EMG	Springer, Kieferorthopädie oder Thieme

## **X. DANKSAGUNG**

Mein Dank gilt der Universität des Saarlandes für die Möglichkeit der Promotion und insbesondere meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. Jörg Lisson, für die Überlassung des spannenden Themas und für seine stets gewährte Unterstützung. Dieser Dank für ihre Unterstützung gebührt auch den Mitarbeitern der kieferorthopädischen Abteilung der Universität des Saarlandes in Homburg/Saar. Ebenso möchte ich mich besonders bei Herrn Professor Dr. Stefan Kopp und den Mitarbeitern seiner kieferorthopädischen Abteilung der Johann Wolfgang von Goethe Universität in Frankfurt am Main herzlich für die Unterstützung bei der Durchführung der Schmerzstudie bei der Klinikkontrollgruppe bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Professor Dr. Hans-Peter Bantleon und seiner kieferorthopädischen Abteilung der Bernhard Gottlieb Universitätszahnklinik in Wien, wie z.B. Herrn Professor Aleš Čelar, Frau Maria Strobl und vielen anderen und auch an die Organisatoren einer KFO-Tagung in Kitzbühel, die es mir ermöglichten, während der laufenden Veranstaltung die Kontrollgruppe K-Kitz in die Studie aufzunehmen und zu untersuchen.

Ein ganz besonderer Dank gilt auch Frau Dr. med. Bärbel Welsch, BGU Frankfurt, für ihre Unterstützung bei der Studie mit den MKG-Patienten.

Ein herzlicher Dank geht auch an Herrn Dr. Peter Konrad, Firma Noraxon, der versuchte, mir die Welt der Elektromyographie und der korrekten Durchführung von EMG-Messungen zu erschließen. Nach einigen Treffen und vielen Stunden der Beratung hoffe ich, ihn mit dieser Arbeit nicht zu enttäuschen. Dank auch an Herrn Herbert Schachinger von Noraxon Österreich, der das eine oder andere Mal bei technischen Problemen durch Rat und Tat helfen konnte.

Einen lieben Dank auch an Frau Dr. med. Tanja Kottmann für die Überprüfung der Statistik.

Besonderer Dank gilt meiner Lebensgefährtin Frau Beate Stotzem für ihre Geduld, Liebe und Unterstützung während der langen Zeit der Erstellung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt allen ungenannten Patienten, Kontrollpersonen und überweisenden Zahnärzten und Ärzten, die mich durch ihre Teilname bei dieser Arbeit unterstützt haben, allen, die zeitlich „zu kurz gekommen“ sind, wie Familie aber auch den Praxismitarbeitern.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Andreas Frydrych, meinem Neurochirurgen, der mich durch eine HWS-OP wieder arbeitsfähig machte.

Die Arbeit ist u.a. meinem verstorbenen Freund Dr. Douglas Toll gewidmet, der jederzeit sein Wissen geteilt und nicht nur mich für das Thema CMD begeistert und gefördert hat.