

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Aus der Poliklinik

für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde

(Direktorin: Prof. Dr. Ursula Platzer)

Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Manuelle Strukturanalyse zur Differenzierung craniomandibulärer
Dysfunktionen - Verteilung muskulärer Befunde in einer klinischen
Studie und diagnostischer Nutzen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Arthur Rybczynski

geb. 18. Dezember 1981 in Frankfurt am Main

Hamburg 2012

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 02.03.2012

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende:

PD Dr. M.O. Ahlers

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in:

Prof. Dr. H. Jakstat

Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in:

Prof. Dr. U. Platzer

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1. Untersuchungstechniken der „Manuellen Strukturanalyse“	7
1.1.1. Untersuchung der Kaumuskulatur	7
1.1.2. Untersuchung der Kiefergelenke	10
1.1.3. Passive Unterkieferbewegungen	14
1.2. Fragestellungen	15
1.2.1. Erste Frage	15
1.2.2. Zweite Frage	15
1.2.3. Dritte Frage	16
1.2.4. Vierte Frage	16
2. Material und Methoden	17
2.1. Literaturrecherche und -analyse	17
2.1.1. Durchführung der Literatursuche	17
2.1.2. Datenbearbeitung und Literaturverwaltung	27
2.1.3. Studienanzahl und Forschungsaktivität	28
2.1.4. Inhaltliche Aspekte der relevanten Studien	28
2.2. Klinische Studie / Auswertung der Patientendaten	32
2.2.1. Patienten	32
2.2.2. Methoden	32
2.2.3. Datenerfassung	34
2.2.4. Datennutzung und Ethikvotum	35
2.2.5. Datenaufbereitung	35
2.2.6. Datenanalyse	35

3. Ergebnisse	36
3.1. Literaturrecherche und -analyse	36
3.1.1. Anzahl der identifizierten Studien und Forschungsaktivität	36
3.1.2. Inhaltliche und Methodische Aspekte	39
3.1.3. Zusammenfassung	61
3.2. Auswertung der Patientendaten	64
3.2.1. Häufigkeit und Auftreten der Befunde	64
3.2.2. Verteilungsmuster der Befunde	66
3.2.3. Differenzierte Betrachtung der Befunde im Nackenbereich	69
3.3. Ergebnis zu der ersten Fragestellung	72
3.4. Ergebnis zu der zweiten Fragestellung	73
3.5. Ergebnis zu der dritten Fragestellung	73
3.6. Ergebnis zu der vierten Fragestellung	74
4. Diskussion	75
4.1. Literaturrecherche und -analyse	75
4.2. Auswertung der Patientendaten	83
4.3. Klinische Relevanz	86
5. Zusammenfassung	87
6. Abkürzungsverzeichnis	88
7. Literaturverzeichnis	89
8. Danksagung	94
9. Lebenslauf	95
10. Eidesstattliche Versicherung	97

1. Einleitung

Bei der Untersuchung von Patienten mit craniomandibulären Dysfunktionen werden als Teil des Untersuchungskanons der klassischen klinischen Funktionsanalyse die Kau- und Hilfsmuskulatur sowie die Kiefergelenke palpatorisch untersucht und das Ausmaß der aktiven Unterkieferbewegungen vermessen. Mit Hilfe dieser Befunde können gemäß den Stellungnahmen der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT) Rückschlüsse auf den Zustand der Kau- und Hilfsmuskulatur und der Kiefergelenke gezogen werden. Typischerweise werden dabei mehrere Initialdiagnosen nebeneinander gestellt.

Das Vorgehen wurde seither in einer Vielzahl von Lehrbüchern und wissenschaftlichen Fachartikeln beschrieben (Schwartz 1960; Krogh-Poulsen 1968; Schulte 1970; Hupfaut 1977; Schulte 1985; Wiegel 1990; Dworkin und LeResche 1992; Clark, Delcanho et al. 1993; Freesmeyer 1993; Goulet, Clark et al. 1993; Mohl 1993; Fuhr und Reiber 1995; Goulet, Clark et al. 1998; Ahlers und Jakstat 2000; Ahlers und Jakstat 2001; Guarda Nardini 2001; Lobbezoo, van Selms et al. 2005; Ahlers und Jakstat 2007; Ahlers und Jakstat 2011). Auch die 1992 veröffentlichten Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) berücksichtigen diese Untersuchungstechniken, was wiederum dazu führte, dass diese Untersuchungstechniken vielfach im Rahmen wissenschaftlicher Studien auf Ihre Validität und Reliabilität überprüft wurden (Stockstill, Gross et al. 1989; Dworkin, LeResche et al. 1990; Wijer, Lobbezoo-Scholte et al. 1995; Goulet, Clark et al. 1998; Conti, dos Santos et al. 2002); sie gelten mithin als Teil des „Gold-Standards“ in der ersten Stufe der somatischen Untersuchung von Patienten mit craniomandibulären Dysfunktionen.

Zeitlich verzögert und dann in einer parallelen Entwicklung erschienen wissenschaftliche Veröffentlichungen, die die Anwendung grundlegend anderer Untersuchungstechniken zur Befundung der Kaumuskulatur sowie der Kiefergelenke vorschlugen. Diese Untersuchungstechniken haben ihre Ursprünge in den manuellen Untersuchungsmethoden der Orthopädie und der daraus abgeleiteten „Manuellen Medizin“ und gehen dabei auf die Engländer CYRIAX (Cyriax 1947) und MENELL (Menell 1978) und den Skandinavier KALTENBORN zurück (Kaltenborn 1974). In der

englischsprachigen wissenschaftlichen Literatur wurden diese Untersuchungstechniken daher als „orthopaedic tests“ bezeichnet, wobei der Begriff die „orthopädischen“ Untersuchungstechniken beschreibt, nicht die untersuchte Fragestellung: es werden keine orthopädischen Fragestellungen untersucht, sondern Funktionen und Gewebstrukturen des craniomandibulären Systems. Im deutschsprachigen Raum prägten BUMANN und LOTZMANN mit Vorarbeiten von BUMANN und GROOT LANDEWEER (Groot Landeweer und Bumann 1991; Bumann und Groot Landeweer 1992; Groot Landeweer und Bumann 1992) hierfür zunächst den Begriff der „Manuellen Funktionsanalyse“ (Bumann und Lotzmann 2000), später von Bumann revidiert als „Manuelle Strukturanalyse“.

Auf Grund der späteren Einführung dieser Untersuchungstechniken sowie der fehlenden Berücksichtigung in den viel untersuchten RDC/TMD wurden diese „neuen“ Untersuchungsmethoden in der Literatur bisher weniger berücksichtigt. Gegenstand dieser Arbeit ist daher die Frage, welche der in der existenten Literatur vorgeschlagenen Untersuchungstechniken notwendig sind, ob die Untersuchungstechniken jeweils reliabel und valide sind und mithin zuverlässige Ergebnisse abliefern, und schließlich, inwieweit diese Ergebnisse einen diagnostischem Nutzen bieten.

Durchgeführt wurde dafür zunächst eine strukturierte Recherche der zu dieser Frage bislang publizierten Literatur (siehe 2.1); auf dieser Grundlage erfolgte eine klinische Studie zur isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur im Rahmen der Manuellen Strukturanalyse (siehe 2.2). Zur besseren Orientierung sind nachfolgend zunächst die Methoden der Manuellen Strukturanalyse beschrieben.

1.1. Untersuchungstechniken der „Manuellen Strukturanalyse“

Im Rahmen der „Manuellen Strukturanalyse“ werden die Kaumusculatur und die Kiefergelenke untersucht und die passiven Unterkieferbewegungen vermessen und beurteilt. Mit Blick auf die dieser Arbeit zugrunde liegende Fragestellung ist dabei vor allem der Unterschied zu den Untersuchungstechniken der klassischen „Klinischen Funktionsanalyse“ interessant.

- Im Gegensatz zur Palpation der Kaumusculatur im Rahmen der klinischen Funktionsanalyse findet eine **Untersuchung der Kaumusculatur unter Funktion** statt (siehe Kapitel 1.1.1).
- Zur **Untersuchung der Kiefergelenke** kommen anstelle der Palpation/Auskultation der Kiefergelenke im Rahmen der klinischen Funktionsanalyse hier spezielle „Gelenkspiel-Techniken“ zum Einsatz (siehe Kapitel 1.1.2).
- Anstelle der Vermessung aktiver Unterkieferbewegungen werden hier die **passiven Unterkieferbewegungen** untersucht und befundet, als Grundlage weiterer Rückschlüsse auf die Funktion der Musculatur und der Kiefergelenke (siehe Kapitel 1.1.3).

1.1.1. Untersuchung der Kaumusculatur

Wie die Palpation der Kaumusculatur im Rahmen der klinischen Funktionsanalyse zielt die Überprüfung der Kaumusculatur *unter Funktion* ebenfalls darauf ab, überlastete „kranke“ Musculatur zu identifizieren. Während bei der Palpation auftretende Missempfindungen und Schmerzen sowie die Beschaffenheit der Musculatur (Spannungszustand, Verhärtungen, Ausprägung) sowie das Vorhandensein von „Triggerpunkten“ untersucht werden können, steht bei den Funktionsprüfungen der Musculatur primär das Symptom *Schmerz* im Vordergrund. Des Weiteren können Informationen über die Kraft der Musculatur und funktionelle Zusammenhänge gesammelt werden.

Die Überprüfungen finden statt, indem der Patient aufgefordert wird, den Unterkiefer in verschiedenen Richtungen zu bewegen. Den einzelnen Bewegungen setzt der Untersucher eine Kraft entgegen, wodurch im untersuchten Muskel eine Spannung aufgebaut wird. Die Untersuchung ist insofern genauso richtungsspezifisch wie die untersuchte Muskulatur. Über die zu prüfenden Richtungen der Unterkieferbewegungen besteht in der Literatur allerdings Uneinigkeit: So werden in einigen Studien fünf Unterkieferbewegungen geprüft, also die Mundöffnung, Mundschluss, Protrusion und die Laterotrusionen (Naeije und Hansson 1986; Palla 1986; Hesse, van Loon et al. 1997; Visscher, Lobbezoo et al. 2000); in anderen Studien werden hingegen nur die Mundöffnung, der Mundschluss und die Laterotrusionen geprüft (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993). In jüngeren Studien wird neben der Mundöffnung und dem Mundschluss lediglich die Protrusion geprüft, mit der Begründung, dass bei diesen Bewegungen die Laterotraktoren bereits beansprucht und somit überprüft würden (Visscher, Lobbezoo et al. 2007; Visscher, Naeije et al. 2009).

Für die Untersuchung der Kaumuskulatur unter funktioneller Belastung unterscheiden die Autoren verschiedene Vorgehensweisen:

- Die Überprüfung der Kaumuskulatur unter isometrischer Muskelspannung (**statische Prüfung**)
- Die Überprüfung der Kaumuskulatur unter Muskelspannung bei aktiver Unterkieferbewegung (**dynamische Prüfung**)

Statische Überprüfung

Bei der *statischen* Muskelüberprüfung (isometrische Muskelprüfung) wird der Patient aufgefordert, den Unterkiefer in die zu prüfende Richtung zu bewegen. Der Untersucher setzt dieser Bewegung so viel Kraft entgegen, dass in der Folge keine eigentliche Bewegung des Unterkiefers zustande kommt, sondern *lediglich* Muskelspannung aufgebaut wird:

Der Patient und der Untersucher erhöhen stetig die eingesetzte Kraft, bis einer von beiden am „Ende“ seiner Kraft angelangt ist (Visscher, Naeije et al. 2009). Zur Standardisierung des Vorgehens halten LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. die Spannung 5 Sekunden

aufrecht (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994), VISSCHER ET AL. halten die Muskelspannung 3 Sekunden aufrecht (Visscher, Lobbezoo et al. 2007; Visscher, Naeije et al. 2009). Im Anschluss reduzieren der Patient und der Untersucher wieder gemeinsam die Kraft.

Einige Autoren führen die Überprüfungen bei einer leichten Mundöffnung von 1-2 cm Schneidekantendistanz durch (Friedman und Weisberg 1982), andere wiederum bei „mittlerer“ Mundöffnung (Palla 1986; Solberg 1986).

VISSCHER ET AL. führen die isometrischen Überprüfungen durch, während der Unterkiefer etwa 5 mm in die zu überprüfende Richtung verschoben ist (Visscher, Lobbezoo et al. 2000)

Dynamische Überprüfung

Bei der *dynamischen* Muskelüberprüfung wird der Patient ebenfalls aufgefordert, den Unterkiefer in den verschiedenen Richtungen zu bewegen. Der Untersucher setzt der Bewegung jedoch nicht so viel Kraft entgegen, dass der Unterkiefer *keine* Bewegung mehr durchführt, sondern dennoch in die zu prüfende Richtung bewegt werden kann. Es resultiert eine aktive Bewegung des Unterkiefers gegen einen Widerstand.

- Einige Autoren geben hierfür einen „geringen“ Gegendruck an (Hesse, van Loon et al. 1997; Visscher, Lobbezoo et al. 2000)
- Andere Autoren gaben einen „starken“ Gegendruck an (Palla 1986).
- Wiederum andere gaben einen konkreten Wert (5 N) an (Visscher, Lobbezoo et al. 2007).

Aussagekraft der dynamischen Funktionsuntersuchungen der Kaumuskulatur

Die Autoren, welche die **dynamische Muskelprüfung** durchgeführt haben, gehen davon aus, dass hierbei *sowohl* die Kaumuskulatur *als auch* die Kiefergelenke geprüft werden, während bei der **statischen Muskelprüfung** *ausschließlich* die Muskulatur überprüft wird (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994).

Aus der Kombination der Befunde der statischen und dynamischen Muskelprüfung werden dann die Patienten mit *primär myopathischem* von Patienten mit *primär arthropathischem* Schmerz differenziert: Dabei gehen die Autoren davon aus, dass ein größerer Schmerz bei der statischen (isometrischen) Überprüfung auf einen *myogenen* Ursprung hindeutet, während ein größerer Schmerz bei der dynamischen Überprüfung auf ein *arthrogenes* Problem hindeutet (Hansson, Wessman et al. 1980; Naeije und Hansson 1986; Hesse, van Loon et al. 1997).

Einige Autoren verzichten gänzlich auf die dynamische Muskelüberprüfung, da sie auf Grund der zeitgleichen Belastung *beider* Gewebe (Muskulatur und Kiefergelenke) keinen differenzierenden Charakter sehen und führen folglich nur die statische Überprüfung durch (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994).

1.1.2. Untersuchung der Kiefergelenke

Zur Untersuchung der Kiefergelenke sollen im Rahmen der Manuellen Strukturanalyse primär Techniken eingesetzt werden, die summarisch als „Gelenkspiel-Techniken“ bezeichnet werden. Hierbei wird der Unterkiefer des Patienten vom Untersucher manuell (aus Sicht des Patienten passiv) in verschiedenen Raumrichtungen geführt, wodurch Gelenkgeräusche und/oder Schmerzen im Kiefergelenk ausgelöst werden können sowie Bewegungsrestriktionen oder abweichende Endgefühle festgestellt werden können. Durch die sich ergebenden Befunde kann der Untersucher Rückschlüsse auf die Anatomie/Pathologie im Kiefergelenk ziehen.

Der Kondylus wird dafür in der Horizontalen auf der Kondylenbahn bewegt (**Translationen**), vertikal aus der Fossa articularis „herausgezogen“ (**Traktion**) und in die

Fossa articularis „hineingedrückt“ (**Kompression**), wobei häufig dreidimensional differenzierte Kombinationen dieser Bewegungsrichtungen vorgeschlagen werden, wie beispielsweise die Kompression nach dorso-cranio-lateral.

Einen Sonderfall stellen die „**dynamischen Kompressionen**“ dar: Unter Kompression des Gelenkes wird der Patient aufgefordert, aktive Unterkieferbewegungen (Mundöffnungsbewegungen oder aber Laterotrusionen) durchzuführen, wodurch der Untersucher „unter Last“ Rückschlüsse auf die Anatomie/Pathologie im Gelenk ziehen kann. Die Durchführung der verschiedenen Untersuchungen und ihre Modifikationen werden nachfolgend ausführlicher beschrieben.

Translationen

Mittels der Translationen wird das passive Bewegungsausmaß der Kiefergelenke überprüft. Die Gelenkflächen des Kondylus und der Fossa articularis (ggf. im Zusammenspiel mit dem Discus articularis) werden dabei parallel gegeneinander verschoben.

Hierfür wird der Unterkiefer des Patienten so umfasst, dass der Daumen der Untersucherhand auf den Seitenzähnen der zu untersuchenden Seite liegt und der Unterkiefer mit der Hand und den übrigen Fingern von extraoral umfasst wird. Die freie andere Hand stabilisiert währenddessen den Kopf des Patienten, damit die Bewegungen lediglich im Kiefergelenk stattfinden und keine Kräfte auf die Halswirbelsäule einwirken. Hierzu sollte der Patient mit abgestütztem Kopf sitzen/liegen und während der Untersuchung nach Möglichkeit eigene muskuläre Aktivitäten unterlassen („locker lassen“).

Bei den Translationen wird der Kondylus entlang der Gelenkbahn in der Sagitalen und nach medial und lateral geführt. Während der Bewegungen nach medial und lateral kann der Daumen von der okklusalen Fläche der Seitenzähne auf die linguale bzw. bukkale Zahnreihenseite gelegt werden, um den Druck zu den Seiten besser aufbauen zu können. Mit der anderen, den Kopf stabilisierenden Hand, kann der Kiefergelenksbereich während der Bewegungen von lateral palpiert werden (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994).

Die Bewegung des Kondylus nach dorsal zählen manche Autoren noch zu den Translationen, andere sehen diese Bewegung bereits als Kompression des Gelenkes an, da das Gelenk dabei gestaucht wird (Hesse, van Loon et al. 1997). Eine leichte Entlastung beziehungsweise ein leichter Zug (Traktion) auf das Gelenk wird zu Teilen während der Translationen angegeben.

Bei der Translation werden das Ausmaß der Bewegung, das Auftreten von Gelenkgeräuschen (Reiben oder Knacken), fühlbare Unebenheiten und ein Auftreten von Schmerzen beurteilt (Hansson, Wessman et al. 1980; Friedman und Weisberg 1982; Friedman und Weisberg 1984; Palla 1986; Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994).

Traktion

Bei der Traktion wird das Kiefergelenk vertikal „aufgedehnt“. Der Kiefer kann ähnlich dem Vorgehen bei den Translationen umfasst werden. Der Untersucher zieht den Unterkiefer jedoch nach kaudal, so dass der Kondylus dabei „aus“ der Fossa articularis gezogen wird. Die Gelenkkapsel begrenzt in dieser Richtung die Bewegung.

Für das Untersuchungsergebnis *bestimmend* sind einerseits das jeweilige Endgefühl und andererseits das Auftreten von Schmerz oder nicht.

Grundlage des Endgefühls ist die Tatsache, dass im physiologischen Zustand sich die Bänder der Gelenkkapsel leicht dehnen lassen (1 mm nach Friedman und Weisberg 1982). Abweichend davon kann sich eine *Unterbeweglichkeit* (Hypomobilität) durch Verkürzung der Bänder oder eine *Überdehnbarkeit* (Hypermobilität) der Bänder darstellen. „[Eine] Verkürzung [der Bänder] ist eine funktionelle Adaptation, damit die Dehnungsrezeptoren der Gelenkkapsel ihre Aufgabe (= Perzeption afferenter Informationen) im Regelkreis der Unterkieferbewegung wahrnehmen können. Als Ursache für die Gelenkkapselverkürzung kommt einerseits eine Fibrosierung nach rezidivierenden Entzündungen und andererseits ein funktioneller Umbau mit Adaptation an die jeweilige statische oder dynamische Unterkieferposition in Frage“ (Bumann, Lotzmann et al. 1994).

Es resultiert in diesen Fällen auf Grund der fehlenden Dehnbarkeit der Bänder ein „zu hartes“ bzw. „hart-elastisches“ Endgefühl. Auf der anderen Seite kann sich ein „zu

weiches“ bzw. „weich-elastisches“ Endgefühl ergeben, welches Anhaltspunkte auf *weiche* Gelenkbänder (Gelenkhypermobilität) geben kann.

Im Gegensatz zum Endgefühl ist das Phänomen **Schmerz** kein Indikator einer klinisch stummen Anpassung, sondern einer Entzündung, die in der Regel auf eine gewebliche Überlastung zurückgeht: „Ein [bei der Traktion auftretender] Distractionsschmerz lässt eine Kapsulitis und/oder eine Synovitis vermuten“ (Palla 1986).

Kompression

Die Kompression stellt im Grunde eine Stauchung des jeweils untersuchten Kiefergelenkes dar. Diese wird aus diagnostischen Zwecken durchgeführt, um zu prüfen, ob eine Beteiligung der Weichgewebe im Kiefergelenke am Schmerzgeschehen vorliegt. Praktisch wird dabei der Kondylus unter gleicher Handführung wie bei den Translationen und der Traktion in die Tiefe der Fossa articularis geführt. Die Muskulatur sollte dabei entspannt bleiben, damit keine überlagernden Schmerzen im Bereich der Muskulatur entstehen.

Unter diesen Umständen beansprucht diese Untersuchung keine extraartikulären Gewebe, sondern in erster Linie den posterioren Anteil des Discus articularis und das stark innervierte „retroartikuläre Polster“ (Hesse, van Loon et al. 1997). Alle Bewegungen, die das Kiefergelenk in dieser Form belasten, werden als Kompression aufgefasst.

Dynamische Kompressionen

Bei den „Dynamischen Kompressionen“ wird der Patient aufgefordert, Unterkieferbewegungen *während* einer manuellen *Kompression* der Kiefergelenke durchzuführen. Da der Patient im Gegensatz zu den *statischen* Kompressionen in der Lage sein muss, den Kiefer zu bewegen, wird der Druck in die Gelenke nicht durch Umgreifen des Unterkiefers herbeigeführt, sondern durch kranialen Druck im Bereich der Kieferwinkel erreicht. SCHMITTER ET AL. geben einen standardisierten cranialen Druck von 3 lbs. an (Schmitter, Kress et al. 2008).

Der Patient wird nun aufgefordert, den Kiefer zu öffnen und zu schließen, zu protrudieren und Laterotrusionen durchzuführen und der Untersucher übt während der

jeweiligen Bewegung einen Druck entsprechender Größenordnung über den Griff am Unterkiefer auf das untersuchte Kiefergelenk aus. Auch hier sind wieder Kombinationen der verschiedenen Bewegungen denkbar.

Die Untersuchung zielt auf eine Beurteilung entstehender Gelenkgeräusche (Knacken und Reiben) oder Schmerzen sowie eine Überprüfung der Gelenkoberflächen ab. Zudem sind vergleichende Befunde zwischen der reinen aktiven Mundöffnung und der Mundöffnung unter Kompression möglich.

1.1.3. Passive Unterkieferbewegungen

Die Überprüfung der passiven Unterkieferbewegungen prüft die Beweglichkeit des Unterkiefers *über* das aktive Bewegungsausmaß der Mundöffnung oder der Laterotrusionen hinaus.

Im Falle der Mundöffnung kann ein „Scherengriff“ aus Mittelfinger und Daumen (McCarroll, Hesse et al. 1987) zur weiteren Aufdehnung verwandt werden. Zur Weiterführung der Laterotrusionen kann eine bimanuelle Technik angewandt werden, bei der der Untersucher den Unterkiefer durch Druck einer Hand im Bereich des Kinns über das aktive Maß der Bewegung hinaus drückt, während er den Kopf des Patienten mit der Gegenhand stabilisiert (Groot Landeweer und Bumann 1992) - ähnlich dem Vorgehen bei der isometrischen Prüfung der Kaumuskulatur bei den Laterotrusionen.

Dabei können das Ausmaß der weiteren Dehnung vermessen, Schmerzen geprüft sowie der gefühlte Endwiderstand der weiteren Aufdehnung (Endgefühl) bewertet werden. Im gesunden Zustand begrenzt die Kiefergelenkscapsel die Unterkieferbewegungen. Ein leicht „ziehendes“ Gefühl vor dem Ohr ist dabei als *normal* zu bewerten (Hesse, van Loon et al. 1997). Kommt es darüber hinaus zu *Schmerzen*, so können diese auf eine Verletzung der Gelenkscapsel zurückgehen (Friedman und Weisberg 1982). Daneben können muskuläre Schmerzen auftreten oder Veränderungen des Endgefühls festgestellt werden, welche beispielsweise durch die verspannte Kaumuskulatur oder aber einen blockierenden Discus articularis verursacht werden können.

1.2. Fragestellungen

Als Grundlage der durchzuführenden klinischen Studie wurden initial zunächst vier Fragen und darauf jeweils bezogene Nullhypothesen formuliert, die in der Folge auf der Grundlage der Ergebnisse untersucht und beantwortet wurden.

1.2.1. Erste Frage

Wie ist der Evidenzgrad der Untersuchungstechniken der manuellen beziehungsweise orthopädischen Untersuchungstechniken (Manuelle Strukturanalyse)?

Nullhypothese

Es besteht *keine* beziehungsweise nur eine niedrige Evidenz (Expertenmeinung) hinsichtlich der Untersuchungstechniken der manuellen beziehungsweise orthopädischen Untersuchungstechniken.

1.2.2. Zweite Frage

Treten bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei CMD-Patienten Belastungsschmerzen in den für die jeweilige Bewegung hauptverantwortlichen Agonisten auf?

Nullhypothese

Bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur treten bei CMD-Patienten *keine* Belastungsschmerzen in den für die jeweilige Bewegung hauptverantwortlichen Agonisten auf.

1.2.3. Dritte Frage

Treten neben den zu erwartenden Belastungsschmerzen in den richtungsspezifischen Agonisten weitere Belastungsschmerzen an unerwarteter Stelle auf (Ko-Kontraktionen)?

Nullhypothese

Neben den zu erwartenden Belastungsschmerzen in den richtungsspezifischen Agonisten treten *keine* weiteren Belastungsschmerzen an unerwarteter Stelle auf.

1.2.4. Vierte Frage

Müssen alle Unterkiefer-Bewegungen im Rahmen der isometrischen Belastungstest durchgeführt werden?

Nullhypothese

Bei der Funktionsüberprüfung im Rahmen der isometrischen Belastungstests müssen nicht alle Unterkieferbewegungen durchgeführt werden.

Zur Klärung der Fragestellungen wurde in der Folge eine umfassende strukturierte **Literatursuche** durchgeführt, die wiederum die Grundlage für die **klinische Studie** zur isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bildete (siehe Kapitel 2).

2. Material und Methoden

Zur Klärung der im vorigen Kapitel formulierten Fragestellungen wurde im Rahmen dieser Arbeit zunächst eine strukturierte **Literatursuche** (siehe Kapitel 2.1) konzipiert.

Auf dieser Grundlage erfolgte danach eine **klinische Studie** zur isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur (siehe Kapitel 2.2).

2.1. Literaturrecherche und -analyse

2.1.1. Durchführung der Literatursuche

Ziel der Literatursuche war es, alle auffindbaren und sich inhaltlich mit den Untersuchungstechniken der Manuellen Strukturanalyse befassenden wissenschaftlichen Artikel zu identifizieren. Hierfür kam ein sorgfältig vorbereitetes und strukturiertes Suchprotokoll zur Anwendung, im Rahmen dessen nach definierten Suchbegriffen und deren sinnvollen Kombinationen gesucht wurde. Die Suche fand am 01. Juni 2011 in verschiedenen Online-Datenbanken statt.

Vorbereitung der strukturierten Literaturrecherche

Im Folgenden sollen zunächst beispielhaft die Prinzipien der strukturierten Suche beschrieben werden. Sowohl das praktische *Vorgehen* bei der Suche als auch die eingesetzten Suchbegriffe unterscheiden sich in den einzelnen Online-Datenbanken nur geringfügig. Eins der aktuell bedeutendsten Online-Verzeichnisse und historisch die größte Fachbibliographie für medizinisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen ist der Nachfolger des „Index Medicus“ und des Index to Dental Literature: „**MEDLINE**“ (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online). Auf den MEDLINE-Datenbestand wurde in der online-Version (www.pubmed.org) zugegriffen.

In der Vorbereitung wurden dafür zur Entwicklung der Recherchematrix wissenschaftliche Artikel gesucht, die sich inhaltlich mit der „Translation“ im Rahmen der Gelenkspieltechniken der Manuellen Strukturanalyse bei Patienten mit CMD

befassen. Dieses ist insofern problematisch, da die Manuelle Strukturanalyse in Medline kein festgelegter Suchbegriff (Medical Subject Heading, abgekürzt MeSH) ist, dies verhindert eine Suche nach verschlagworteten Kategorien. Die Untersuchung wird zudem in der Literatur unterschiedlich bezeichnet und ist daher auch im Volltext nicht unter *einem* Suchbegriff zu finden. Erforderlich war daher die Entwicklung einer passenden Suchmatrix, die hier offengelegt wird, weil dies zum einen guter wissenschaftlicher Praxis entspricht und zudem eine eigenständige wissenschaftliche Leistung darstellt.

Eine erste Suche nach dem Begriff "Translation" ergab insgesamt 396.735 Treffer. Bei der orientierenden Durchsicht dieser Artikel zeigt sich, dass unter anderem eine Eingrenzung auf den Bereich der Zahnmedizin fehlte, zudem wurde der Begriff in irrelevantem Zusammenhang gefunden. Daher wurde der Suchumfang auf Titel und Abstracts reduziert; dem Suchbegriff wurde dafür der Zusatz „[Tiab]“ (abgekürzt für: Titel - Abstract) nachgestellt. Die Suche nach „translation [Tiab]“ liefert allerdings immer noch 65.914 Treffer.

Die Suchanfrage wurde daher mit dem Suchbegriff "Untersuchung" kombiniert, sinnvollerweise als medical subject heading“ (MeSH). Bei der Suche nach „translation [Tiab]“ in der MeSH-Kategorie "diagnosis" (die synonym mit dem MeSH "physical examination" verwandt wird) verknüpft mit dem Booleschen Operator „AND“ resultiert der Suchstring „translation [Tiab] AND diagnosis [MeSH Terms]“, der aber immer noch 10.805 Treffer liefert.

Aus diesem Grunde sollte eine weitere Eingrenzung auf die Kategorie „craniomandibuläre Dysfunktion“ mittels des entsprechenden MeSH erfolgen. Auf Grund der sich stetig ändernden Nomenklatur im internationalen Raum ist die Verschlagwortung für die craniomandibuläre Dysfunktion komplex und resultiert in synonymem Bezeichnungen für das Krankheitsbild, was sich in der Verschlagwortung in Pubmed widerspiegelt. Mittels der „MeSH-Tree“ Funktion in Pubmed wurden daher verschiedene MeSH identifiziert und mittels des Booleschen Operators „OR“ verknüpft: „translation [tiab] AND diagnosis [MeSH] AND (craniomandibular disorder [MeSH Terms] OR temporomandibular disorder [MeSH Terms] OR myofascial pain syndrome OR tmj syndrome [MeSH Terms] OR orofacial pain [MeSH Terms] OR tmj [MeSH Terms])“

Diese weitere Eingrenzung lieferte 104 Treffer für die Untersuchungstechnik Translation. Tabelle 2.1-1 listet die Suche tabellarisch zusammengefasst auf.

#5	Search #3 AND #4	104
#4	craniomandibular disorder [MeSH Terms] OR temporomandibular disorder [MeSH Terms] OR myofascial pain syndrome OR tmj syndrome [MeSH Terms] OR orofacial pain [MeSH Terms] OR tmj [MeSH Terms]	12847
#3	translation [tiab] AND diagnosis [MeSH]	10805
#2	translation [tiab]	65914
#1	translation	396,735

Tabelle 2.1-1: Beispiel-Suchstrategie in Pubmed (die umgekehrte Reihenfolge ist die Originalausgabe in Pubmed und folgt bibliographischen Vorgaben)

Strukturierte Literatursuche in Pubmed

Auf der Grundlage dieser Recherche nach einer Teiluntersuchung aus dem Kanon der Tests, welche in Ihrer Gesamtheit die Manuelle Strukturanalyse bilden, wurde in der Folge die strukturierte Suche in Pubmed aufgebaut.

Zunächst sollte nach **umfassenden Begriffen** gesucht werden. Beginnend wurde nach den übersetzten Begriffen für die „Manuelle Strukturanalyse“ bzw. „Manuelle Funktionsanalyse“ gesucht. Tatsächlich lieferte die Suche nach dem Begriff “manual functional analysis [tiab]” sechs Treffer.

Im Anschluss wurde nach den Begriffen “orthopedic test* [tiab]” und den übergeordneten Begriffen zur Untersuchung des Kiefergelenkes “joint play [tiab]” und der Kaumuskulatur “pain test* [tiab]” (für den „static“ und „dynamic pain tests“) gesucht. Da es sich bei diesen Schlagworten um sehr spezifische und häufig benutzte Begriffe handelt, sollte in der Annahme einer hohen *Qualität* der Ergebnisse im Anschluss keine weitere Eingrenzung der Suchergebnisse erfolgen. Diese Suche lieferte zusammengefasst 479 Treffer (Zeile #6 in Tabelle 2.1-2).

#23	Search #6 OR #10 OR #15 OR #22	926
#22	Search #20 AND #21	418
#21	craniomandibular disorder [MeSH Terms] OR temporomandibular disorder [MeSH Terms] OR myofascial pain syndrome OR tmj syndrome [MeSH Terms] OR orofacial pain [MeSH Terms] OR tmj [MeSH Terms]	30120
#20	Search #18 AND #19	61787
#19	diagnosis [MeSH Terms]	5291328
#18	Search #7 OR #8 OR #9 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #17	188734
#17	isometric contraction* [tiab]	4382
#16	assisted mouth opening [tiab]	0
#15	passive mouth opening [tiab]	5
#14	joint capsule [tiab]	1495
#13	joint ligament* [tiab]	171
#12	joint surface* [tiab]	1484
#11	manual [tiab]	44587
#10	endfeel [tiab] OR end-feel [tiab]	29
#9	compression [tiab]	62527
#8	translation [tiab]	65945
#7	traction [tiab]	10852
#6	Search #1 OR #3 OR #4 OR #5	479
#5	pain test* [tiab]	415
#4	joint play [tiab]	41
#3	orthopedic test* [tiab]	26
#2	manual structural analysis [tiab]	0
#1	manual functional analysis [tiab]	6

Tabelle 2.1-2: Strukturierte Suchstrategie in Pubmed

Die Suche wurde nun fortgeführt mit **Schlagwörtern der einzelnen Bestandteile der Manuellen Strukturanalyse**: traction, translation, compression und endfeel (bzw. end-feel). Darüber hinaus wurden **umschreibende Begriffe** gewählt. Hierfür wurde der Begriff „manual [tiab]“ eingesetzt, da es sich um manuelle Untersuchungsmethoden handelt und mittels der Begriffe „joint surface* [tiab]“, „joint ligament* [tiab]“, „joint capsule [tiab]“ und „passive mouth opening [tiab]“, „assisted mouth opening [tiab]“ und „isometric contraction* [tiab]“ gesucht.

Aus Tabelle 2.1-2 ist ersichtlich, dass die Suche nach „endfeel [tiab]“ bzw. „end-feel [tiab]“ (Zeile #10) und „passive mouth opening [tiab]“ (Zeile #15) verhältnismäßig wenige Treffer lieferte, so dass diese, parallel zu den *übergeordneten Begriffen*, im weiteren Verlauf nicht weiter eingegrenzt wurden. Für die übrigen Suchbegriffe lieferte die Suche kombiniert 188734 Treffer (Zeile #18 in Tabelle 2.1-2).

Wie im oberen Beispiel wurde dieses Suchergebnis nun weiter präzisiert. Hierfür wurde mittels des „medical subject headings“ „diagnosis [MeSH]“ und der „medical subject headings“ für „craniomandibuläre Dysfunktion“ (siehe Kapitel 2.1.1) gearbeitet.

In der Kombination mit „diagnosis [MeSH]“ ließ sich die Zahl der Treffer der umschreibenden Suchbegriffe auf 61787 Treffer einschränken (Zeile #20 in Tabelle 2.1-2). Die weitere Eingrenzung mit den MeSH-Synonymen für CMD lieferte 418 Treffer (Zeile #22 in Tabelle 2.1-2).

Um alle durch die Suche identifizierten Treffer zusammen zu fassen, wurden die einzelnen Suchergebnisse im letzten Schritt zusammengefasst (Zeile #26 in Tabelle 2.1-2). Die Gesamtzahl der durch die strukturierte Suche identifizierten scheinbar einschlägigen wissenschaftlichen Artikel lag bei 926.

„Related Citations“ in Pubmed

Pubmed schlägt dem Benutzer mittlerweile zu *jeder* aufgerufenen wissenschaftlichen Arbeiten eine Reihe weiterer wissenschaftlicher Artikel vor, welche den Suchenden ebenfalls *interessieren* könnten. Dabei handelt es sich in erster Linie um ähnlich verschlagwortete Artikel, bzw. um Artikel der selben Autoren, ggf. mit ähnlicher Verschlagwortung.

Diese Funktion wurde in der Folge gezielt genutzt und die „related citations“ jeder der zuvor in Pubmed als relevant identifizierten wissenschaftlichen Artikel im Rahmen einer Handsuche ebenfalls auf Relevanz überprüft.

Strukturierte Literatursuche in EMBASE

Die Literatursuche wurde fortgeführt in einer weiteren online Suchplattform, der Excerpta Medica Database (EMBASE). Anstatt der Medical Subject Headings wird in EMBASE eine andere Verschlagwortungsstruktur eingesetzt (EMTREE), die Suche nach **Schlagwörtern** kann dennoch auf dieselbe Weise wie in der vorherigen Suche in MEDLINE stattfinden - eine Eingrenzung der Suchbegriffe auf „Titel“ und „Abstract“ oder Kategorien der Artikel [MeSH] ist aber nicht notwendig, da EMBASE diese nicht unterscheidet und keinen internen „Erweiterungslogarithmus“ (im Kapitel 2.1.1 am Beispiel von „translation“ beschrieben) wie Pubmed anwendet. Unter Einschluss Boolescher Operatoren wurde ebenfalls mit multiplen Synonymen für den Begriff craniomandibuläre Dysfunktion gesucht.

Tabelle 2.1-3 listet das Vorgehen bei der Suche analog zu dem detailliert beschriebenen Vorgehen in MEDLINE auf

#21	Search #4 OR #8 OR #13 OR #20	739
#20	Search #17 AND #19	139
#19	craniomandibular disorder OR temporomandibular disorder OR craniomandibular disorders OR temporomandibular disorders OR myofascial pain syndrome OR tmj syndrome OR orofacial pain OR tmj	8617
#18	Search #16 AND #17	61644
#17	diagnosis	3294478
#16	Search #5 OR #6 OR #7 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #15	263713
#15	Isometric contraction?	14120
#14	assisted mouth opening	1
#13	passive mouth opening	4
#12	joint capsule	3162
#11	joint ligament?	225
#10	joint surface?	1748
#9	manual	65496
#8	endfeel OR end-feel	35
#7	compression	89039

#6	translation	79711
#5	traction	14307
#4	Search #1 OR #2 OR #3	566
#3	pain test?	473
#2	joint play	73
#1	orthopedic test?	2

Tabelle 2.1-3: Suchstrategie in EMBASE (Fragezeichen dienen der Trukierung)

Suche in „The Cochrane Library“

Neben den Suchen in MEDLINE und EMBASE erfolgte eine Suche in dem Online-Portal „The Cochrane Library“ (www.thecochranelibrary.com), in den sechs Datenbanken Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Methodology Register, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Health Technology Assessment Database, NHS Economic Evaluation Database.

Die zuvor erarbeitete Suchstrategie konnte auch hier eingesetzt werden. Ähnlich dem Vorgehen bei MEDLINE können die Suchbegriffe gezielt in den Titeln und Abstracts der verzeichneten Arbeiten gesucht werden, zusätzlich auch noch in den „Keywords“, wofür hier wie in MEDLINE die MeSH Begriffe über die „MeSH Search“ identifiziert werden. Bei der Eingabe von „craniomandibular disorder“ zeigte sich, dass hier lediglich die synonymen Verschlagwortungen „temporomandibular joint dysfunction syndrome“ und „temporomandibular joint disorders“ verwandt werden.

Tabelle 2.1-4 führt die Suchstrategie analog zu den vorherigen auf. Aufgrund der geringeren Trefferzahl wurden alle Suchbegriffe (Zeilen #1 - #16) lediglich auf wissenschaftliche Artikel eingeschränkt, welche dem Gebiet „craniomandibular disorder“ und den Synonymen zuzuordnen waren; die weitere Eingrenzung auf „Untersuchung“ („diagnosis“) unterblieb:

#22	(#20 AND #21)	127
#21	(#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16)	18657
#20	(#17 OR #18 OR #19)	540
#19	(temporomandibular joint dysfunction syndrome)	191
#18	(temporomandibular joint disorders)	406
#17	(craniomandibular disorders)	104
#16	(isometric contraction*):ti,ab,kw	1102
#15	(assisted mouth opening):ti,ab,kw	4
#14	(passive mouth opening):ti,ab,kw	9
#13	(joint capsule):ti,ab,kw	154
#12	(joint ligament*):ti,ab,kw	564
#11	(joint surface*):ti,ab,kw	204
#10	(manual):ti,ab,kw	4704
#9	(endfeel):ti,ab,kw OR (end-feel):ti,ab,kw	2
#8	(compression*):ti,ab,kw	2714
#7	(translation*):ti,ab,kw	643
#6	(traction*):ti,ab,kw	706
#5	(pain test*):ti,ab,kw	8351
#4	(joint play):ti,ab,kw	97
#3	(orthopedic test*):ti,ab,kw	410
#2	(manual structural analysis):ti,ab,kw	1
#1	(manual functional analysis):ti,ab,kw	54

Tabelle 2.1-4: Strukturierte Suchstrategie in “The Cochrane Library“

Suche in den Datenbanken der „Quintessenz“

Eine weitere Suche wurde in den Datenbanken des Quintessenz Verlages über www.quintessenz.de durchgeführt. Die Suchmaske bietet in diesem Fall nur die Möglichkeit einer Suche nach einzelnen Suchbegriffen - eine tiefere Datenbankstruktur oder die Möglichkeit Suchbegriffe über Boolesche Operatoren zu verknüpfen, besteht nicht.

Die zuvor erarbeitete Suchstrategie wurde daher in deutlich vereinfachter Form Schritt für Schritt abgearbeitet. Neben den bereits zuvor eingesetzten Suchbegriffen wurden zusätzliche *umfassende* deutsche Suchbegriffe eingesetzt: „Craniomandibuläre

Dysfunktion“ sowie „Kraniomandibuläre Dysfunktion“, „CMD“, „Manuelle Funktionsanalyse“, „Manuelle Strukturanalyse“ sowie der Begriff „Funktionsanalyse“. Als einstellbare Option wurde die Suche „in allen Quintessenz Zeitschriften“ durchgeführt; weiterhin wurden die Suchbegriffe in Titeln und Schlagwörtern gesucht (Einstelloption: „Wort irgendwo suchen“). Die Treffer jedes Suchbegriffes wurden im Anschluss direkt auf Relevanz geprüft. Tabelle 2.1-5 führt die angewandten Suchbegriffe samt der sich ergebenden Trefferzahl auf:

#24	Funktionsanalyse	18
#23	Manuelle Funktionsanalyse	0
#22	Manuelle Strukturanalyse	0
#21	CMD	39
#20	kranio-mandibuläre dysfunktion	30
#19	craniomandibuläre dysfunktion	8
#18	temporomandibular disorders	215
#17	craniomandibular disorders	7
#16	isometric contraction	0
#15	assisted mouth opening	1
#14	passive mouth opening	0
#13	joint capsule	2
#12	joint ligament	0
#11	joint surface	2
#10	manual	75
#9	end-feel	1
#8	compression	28
#7	translations	23
#6	tractions	56
#5	pain tests	2
#4	joint play	0
#3	orthopedic tests	0
#2	manual structural analysis	0
#1	manual functional analysis	1

Tabelle 2.1-5: Strukturierte Suchstrategie in den Datenbanken der „Quintessenz“

Suche im den Datenbanken der „Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift“

Eine weitere Suche fand in den Datenbanken der Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift (DZZ) über die online Plattform www.zahnheilkunde.de statt. Über „zahnheilkunde.de“ können Ausgaben der DZZ ab dem Jahr 1992 durchsucht werden. Für die Suche wurden ausschließlich deutsche Begriffe gewählt - Übersetzungen der zu Beginn vorgestellten Suchbegriffe.

Ähnlich der Suche in den Verlagsdatenbanken des Quintessenz Verlages ist auch hier *keine* hierarchische Struktur vorhanden. Es kann nur nach Schlagwörtern gesucht werden. Eine doppelte Trunkierung lässt neben dem direkten Suchbegriff auch nach Suchbegriffen mit gleichem Wortstamm suchen.

	Gesamtsumme	72
#12	kraniomandibuläre Dysfunktion	0
#11	kraniomandibuläre Dysfunktion	0
#10	passive Mundöffnung	0
#9	Isometri**	0
#8	Muskel**	27
#7	Kompression	8
#6	Translation	14
#5	Traktionen	1
#4	Gelenkspiel	0
#3	Funktionsanalyse	24
#2	Manuelle & Strukturanalyse	0
#1	Manuelle & Funktionsanalyse	3

Tabelle 2.1-6: Strukturierte Suchstrategie in den Datenbanken der DZZ

Extraktion relevanter wissenschaftlicher Artikel aus den Literaturverzeichnissen der bisher identifizierten Artikel

Nach der Identifizierung der relevanten wissenschaftlichen Artikel aus allen Suchergebnissen der bisherigen Recherche in den Datenbanken wurden die jeweiligen Literaturverzeichnisse im Rahmen der inhaltlichen Analyse durchsucht.

Weitere und durch die strukturierte Suche *nicht* erfasste Studien wurde auf diese Weise identifiziert.

2.1.2. Datenbearbeitung und Literaturverwaltung

Die Suchergebnisse der Datenbanken-Suche wurden *online* auf den Web-Portalen auf Relevanz überprüft, da ein Export *aller* Treffer in den meisten Datenbanken technisch *nicht* möglich ist und zudem eine Durchsicht beispielsweise der MEDLINE Treffer auf Pubmed.org komfortabel möglich ist: *Relevante* Suchergebnisse der Pubmed-Suche wurden zunächst online „gesammelt“ (Pubmed bietet hierfür eine Clipboard-Funktion) und anschließend exportiert.

Auch in den übrigen Online-Datenbanken wurden die identifizierten und in der individuellen Prüfung als thematisch offensichtlich relevant eingestuften Artikel einzeln und nacheinander exportiert.

Zur Literaturverwaltung wurde die Bibliographie-Software EndNote (Version X3 for Mac, Fa. Thomson Reuters) verwandt. Der Datentransfer aus den jeweiligen Datenbanken nach EndNote fand im Ris-Format statt. Eine Ausnahme stellte der Datentransfer von Pubmed dar, hier wurde das MEDLINE-eigene Datenformat gewählt.

2.1.3. Studienanzahl und Forschungsaktivität

Die Gesamtzahl der durch die Suche identifizierten relevanten Studien wurde im Literaturverwaltungs-Programm EndNote nach Identifikation und Ausschluss von Dubletten mit der dafür vorgesehenen Funktion ermittelt.

Die Studien wurden zudem nach Erscheinungsjahr auf einer Zeitachse aufgetragen, um die Forschungsaktivität über die Zeit darzustellen.

2.1.4. Inhaltliche Aspekte der relevanten Studien

Zur inhaltlichen Aufbereitung wurden die identifizierten Studien im ersten Schritt grundsätzlich in zwei Gruppen unterschieden:

- Studien, bei welchen die **Manuellen Strukturanalyse als Methode** eingesetzt wurde, um ein *andere* Fragestellung zu beantworten (Studien mittels MSA)
- und Studien, welche sich tatsächlich inhaltlich *mit* den **Verfahren der Manuellen Strukturanalyse** auseinandersetzen (Studien über MSA).

In der Folge wurden jene Studien, welche sich inhaltlich *mit* den Verfahren der Manuellen Strukturanalyse befassten, einzeln inhaltlich ausgewertet und analysiert (siehe Kapitel 2.1.5).

Inhalt, Qualität und Klassifikation der relevanten Studien

Die weitere Bearbeitung der Studien, die sich inhaltlich *mit* den Verfahren der Manuellen Strukturanalyse befassen, fand an Hand der Originalveröffentlichungen aus den jeweiligen Journalen statt.

Inhaltliche Aufarbeitung der Literatur („Critical appraisal“)

Die Studien wurden hierfür inhaltlich untersucht, mit dem Ziel einer Einordnung nach dem jeweiligen Evidenzgrad sowie einer Gewichtung der Ergebnissen und Schlussfolgerungen.

- Voraussetzung für die Einordnung von Publikationen in die dadurch gelieferte externe Evidenzstufe war zunächst die Erfassung der Art der Publikation und - im Falle von Studien - der **Prüfmethode** und deren Absicherung.
- Zudem sollten die **Anzahl der untersuchten Patienten** sowie gegebenenfalls der **Kontrollpatienten** in die Betrachtung einfließen.
- Ein entscheidendes Kriterium stellte der **Modus der Patientenaufnahme** in die Studie dar (randomisiert, konsekutiv, selektiv, etc...).
- Aufgeschlüsselt wurde darüber hinaus das individuelle Vorgehen in den Studien: Es wurde die **Untersucherzahl** gewertet.
- Darüber hinaus wurde geprüft, ob die Untersucher **Erfahrung** auf dem jeweiligen Gebiet aufwiesen.
- Wichtig war auch, ob eine **Kalibrierung** des Vorgehens der Untersucher stattfand.
- Ein weiteres entscheidendes Kriterium stellte bei Validitätsprüfungen die **Unabhängigkeit/Verblindung der Untersucher** zu bereits ermittelten Ergebnissen einer Voruntersuchung dar.

Level of Evidence

Zur Einordnung der Evidenzstufe wurden die **Oxford** „Levels of Evidence“ verwendet, da es sich dabei um eine weit verbreitete und bekannte Einteilung handelt (Tabelle 2.17, Legende hierzu in der Tabelle 2.18).

Eine tabellarische Offenlegung der entscheidenden Faktoren zur Zuteilung des jeweiligen „Level of Evidence“ wurde für die Studien vorgenommen, damit die Entscheidungskriterien nachvollziehbar werden (siehe Tabellen 3.1-2 bis 3.1-5).

Dies ist insofern von Bedeutung, als sich die Bedingungen für die Einordnung *diagnostischer* Studien von *therapeutischen* Studien deutlich unterscheiden: So sind - in *Therapiestudien* hoch bewertete *randomisierte kontrollierte Studien* - in der *diagnostischen* Evidenz-Hierarchie nicht vorgesehen. Stattdessen werden in der Bewertung diagnostischer Studien „Validierungskohortenstudien“ nach den Oxford-Kriterien in die Evidenzklasse 1 eingeordnet. Qualitätsmerkmale derartiger für Validierungskohortenstudien sind:

- das Überprüfen der Prüfergebnisse anhand eines validen, unabhängigen Referenztests
- ein *konsekutiver* Patienteneinschluss
- eine objektive, möglichst *verblindete Auswertung*
- die Bestätigung von in explorativen Studien erzielten Ergebnissen.

Basierend auf den „Oxford Levels of Evidence“ wurden in der Folge die hiermit erfassten Arbeiten und die getroffenen Schlussfolgerungen bewertet (Grades of Recommendation). Tabelle 2.1-9 listet die Zuteilungskriterien auf.

Level	Diagnose
1a	SR (mit Homogenität*) der Level 1 diagnostischen Studien; CDR† mit 1b Studien von verschiedenen klinischen Zentren
1b	Validierungs-** Kohortenstudie mit gutem††† Referenzstandard; oder getesteter CDR† in einem klinischem Zentrum
1c	Absolute SpPins und SnNouts††
2a	SR (mit Homogenität*) von Level >2 diagnostischen Studien
2b	Explorative** Kohortenstudie mit gutem††† Referenzstandard; CDR† nach Derivation oder lediglich validiert bei einem Teil der Stichprobe\$\$\$ oder Basisdaten
2c	
3a	SR (mit Homogenität*) von 3b und besseren Studien
3b	Nicht-konsekutive Studie ; oder ohne Konsistenz der angewendeten Referenzstandards
4	Fall-Kontrolle Studie , schlechte oder nicht unabhängige Referenzstandards
5	Expertenmeinung ohne kritische Analyse oder basiert auf physiologischer oder experimenteller Forschung oder "Grundprinzipien"

Tabelle 2.1-7: Oxford Levels of Evidence(Produced by Bob Phillips, Chris Ball, Dave Sackett, Doug Badenoch, Sharon Straus, Brian Haynes, Martin Dawes since November 1998. Updated by Jeremy Howick March 2009. Deutsche Übersetzung: www.gesundheit.uni-hamburg.de - EBM Lernprogramm); **die Legende folgt in Tabelle 2.1-8.**

Legende
<p>* Mit Homogenität meinen wir einen systematischen Review ohne bedeutende Varianz (Heterogenität) in Bezug auf die Richtung und die Varianz der Ergebnisse zwischen einzelnen Studien. Nicht alle systematischen Reviews mit statistisch signifikanter Heterogenität müssen zwingend besorgniserregend sein und nicht alle besorgniserregenden Heterogenitäten müssen statistisch signifikant sein. Wie oben erwähnt sollten Studien mit besorgniserregender Heterogenität mit einem “-„ am Ende des gewünschten Grades versehen werden.</p>
<p>CDR Clinical Decision Rule = klinische Entscheidungsfindung. Dies sind Algorithmen oder Punktesysteme, die zu einer prognostischen Schätzung oder einer diagnostischen Kategorie führen.</p>
<p>** Validierungsstudien testen die Qualität eines spezifischen diagnostischen Tests, basierend auf der vorher entwickelten Evidenz. Eine explorative Studie sammelt Informationen und untersucht alle Daten (z.B. mit einer Regressionsanalyse) um herauszufinden, welche Faktoren signifikant sind.</p>
<p>††† Gute Referenzstandards sind unabhängig vom Test und werden blind oder objektiv an allen Patienten angewandt. Schlechte Referenzstandards werden zufällig angewandt, sind aber dennoch vom Test unabhängig. Der Gebrauch nicht unabhängiger Referenzstandards (wenn der Test in der Referenz eingeschlossen ist oder wenn das Testen die Referenz beeinflusst) impliziert eine Level 4 Studie.</p>
<p>§§§ Eine Validierung bei einem Teil der Stichprobe wird erreicht, wenn alle Informationen ein einem Zweig gesammelt werden und dieser dann künstlich in Derivations- und Validierungsgruppe geteilt wird.</p>

Tabelle 2.1-8: Legende zu Tabelle 2.1.7

Evidenz-grad	Grundlage der Zuordnung zu diesem Evidenzgrad
A	Entsprechende Level 1 Studien
B	Entsprechende Level 2 oder 3 Studien oder Extrapolation* von Level 1 Studien
C	Level 4 Studien oder Extrapolation von Level 2 oder 3 Studien
D	Level 5 Evidence oder problematisch uneinheitlichen oder nicht aussagekräftigen Studien jeden Levels

Tabelle 2.1-9: Oxford Grades of Recommendation

2.2. Klinische Studie / Auswertung der Patientendaten

Basierend auf der Auswertung der Literatur (siehe 3.1) wurde in der Folge eine klinische Studie durchgeführt. Die Rahmendaten hierzu sind im Sinne guter klinischer Praxis hier nachfolgend beschreiben.

2.2.1. Patienten

Im Zeitraum von Anfang Januar 2007 bis einschließlich Oktober 2008 wurden im CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf als klinischem Schwerpunktzentrum 625 konsekutive Neupatienten im laufenden Praxisbetrieb untersucht. Die Patienten wurden überwiegend von anderen Zahnärzten oder Kliniken überweisen, in der Regel mit der Verdachtsdiagnose einer craniomandibulären Dysfunktion oder wegen unklarer Gesichtsschmerzen.

Alle Patienten wurde vor der Untersuchung über deren Ziel aufgeklärt und willigten mündlich und schriftlich in die Untersuchung ein.

Sämtliche Datensätze der 625 Patienten wurden in die Auswertung aufgenommen.

2.2.2. Methoden

Bei jedem Patienten wurde eine klassische klinische Funktionsanalyse nach dem Untersuchungsbogen „Klinische Funktionsanalyse“ nach Ahlers/Jakstat durchgeführt (Ahlers, Jakstat et al. 1996; Ahlers und Jakstat 2000; Ahlers und Jakstat 2001; Ahlers und Jakstat 2007; Ahlers und Jakstat 2011).

Zusätzlich wurde diese durch eine isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur nach dem Untersuchungsbogen „Manuelle Strukturanalyse/Isometrie“ nach Ahlers/Jakstat (Ahlers und Jakstat 2011) ergänzt.

Die Untersuchungen erfolgten nach dem in dem Lehrbuch der Autoren Ahlers/Jakstat beschriebenen Vorgehen (Ahlers und Jakstat 2011).

Die Untersuchungen wurden von 3 kalibrierten Untersuchern durchgeführt.

Die isometrische Muskeluntersuchung wurde bei Mundöffnung, Mundschluss, Protrusion sowie bei Laterotrusion nach rechts und links durchgeführt, es wurden also alle fünf Richtungen untersucht. Der Untersucher saß dabei in der „12 Uhr Position“, während der Patient in nahezu liegender Position entspannt auf einem Zahnarztstuhl mit speziell einstellbarer Kopfstütze (Finndent 8000, Fa. Finndent) lag; die Kopfposition wurde jeweils individuell so justiert, dass die Halswirbelsäule möglichst aufrecht stand und zudem der Patient ausdrücklich eine angenehme Haltung von Kopf und Hals bestätigte.

Für die isometrischen Belastungstests wurde der Patient gebeten, aus der Ruhe-Schwebe-Lage des Unterkiefers heraus den Unterkiefer in die zu prüfende Richtung zu bewegen. Der steigenden Kraft der Bewegung des Unterkiefers setzte die Untersucherhand stetig mehr Kraft entgegen. Auf diese Weise wurde die muskuläre Anspannung in gleichem Maße wie der Gegendruck erhöht, während der Unterkiefer in der Lage unverändert blieb, bis entweder der Patient oder der Untersucher am Ende seiner Kraft angelangt war, oder aber vorzeitig Schmerzen auftraten. Die Spannung wurde 10 Sekunden aufrecht gehalten, wonach sowohl der Patient als auch der Untersucher wieder gleichmäßig „locker ließen“.

- Zur **Muskelüberprüfung bei Mundöffnung und Protrusion** setzten die Untersucher beide Hände übereinander mit der Handinnenseite und möglichst großer Handfläche am Kinn an.
- Zur **Überprüfung der Muskulatur beim Mundschluss** wurde der Patient gebeten, fest auf zwei zwischen den Seitenzahnreihen platzierte Watte-Rollen zu beißen.
- Bei der **Überprüfung der Muskulatur bei den Laterotrusionen** wurde der Widerstand durch eine Hand an *der* Seite des Kinns gesetzt, zu der die Bewegung stattfand - die andere Hand des Untersuchers stabilisierte währenddessen im okzipitalen Bereich der Gegenseite den Kopf, damit es unter der Bewegung des Unterkiefers zu keinen Kopfbewegungen kam.

Dieses standardisierte Vorgehen wurde bei allen Patienten auf die gleiche Weise angewandt.

2.2.3. Datenerfassung

Bei der Untersuchung wurden die einzelnen Befunde vom Untersucher aufgenommen und einer zahnmedizinischen Fachangestellten diktiert, welche sie dokumentierte.

Die Befunde wurden mittels der auf dem Befundbogen „Manuelle Strukturanalyse/ Isometrie“ basierenden Software „CMDmanu®“ (Ahlers und Jakstat 2011) dokumentiert und im weiteren Vorgehen computergestützt aufbereitet.

Die Befunde wurden entsprechend der topographischen Lage der auftretenden Mißempfindungen/Schmerzen verzeichnet. Der Lage der „Check-Boxen“ auf dem Befundbogen „Manuelle Strukturanalyse/Isometrie“ entsprechend wurden dabei Befunde im okzipitalen Bereich, im Bereich des M. temporalis anterior, im frontalen Bereich, im präarikulären Bereich, im Bereich der Fossa canina, im Bereich des M.masseter, im subokzipitalen Bereich und im submandibulären Bereich erfasst (siehe Abbildung 2.2-1).

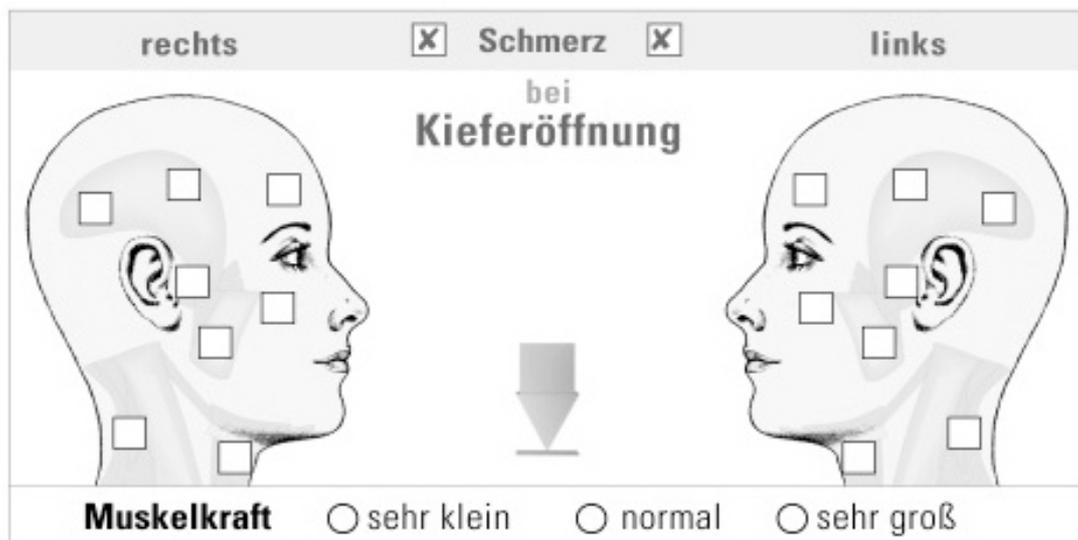


Abbildung 2.2-1: Abbildung aus dem Befundbogen „Manuelle Strukturanalyse/ Isometrie“ (dentaConcept Hamburg, 2011), beispielhaft die Dokumentation der isometrischen Überprüfung der Kaumuskelkraft bei Kieferöffnung

2.2.4. Datennutzung und Ethikvotum

Alle 625 konsekutiven Patienten wurden im laufenden Praxisbetrieb nach Indikationsstellung untersucht. Vor diesem Hintergrund erfolgten keine zusätzlichen Maßnahmen gegenüber der klinischen Routine, ein Votum der Ethikkommission wurde daher nicht eingeholt.

Voraussetzung hierfür war, dass die Untersuchungsdaten nach Aufnahme in der Software über einen speziellen Datenexport in anonymisierter Form weiter bearbeitet werden konnten. Wirksam anonymisierte Daten sind nicht schutzbedürftig und können deshalb ohne Einwilligung der Patienten ausgewertet werden (Ahlers 2010).

2.2.5. Datenaufbereitung

Die digitalen Patientendaten wurden im ersten Schritt aus der Datenbank der Software CMDfact® extrahiert. Im diesem Schritt fand zudem die Abtrennung der personenbezogenen Patientendaten statt, so dass die Befunddaten in anonymisierter Form vorlagen.

Zur Auswertung wurden die extrahierten Befunddaten in Microsoft Excel importiert. Die Sortierung und Auswertung fand mittels selbst programmierter VBA-Makros (VBA=Visual-Basic-Application), sowie standardisierter Excel-Prozeduren, statt.

2.2.6. Datenanalyse

Es handelt sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine retrospektive Datenaufbereitung und -analyse der in einem spezialisierten Diagnostik- und Therapiezentrum untersuchten und behandelten Patienten. Die Auswertung wurde mittels prozentueller Angaben durchgeführt.

3. Ergebnisse

Im ersten Teil der Ergebnisse werden die durch die umfassende strukturierte **Literaturrecherche** identifizierten Studien dargestellt (Abschnitt 3.1). Darauf folgen die Ergebnisse der **klinischen Studie** (Abschnitt 3.2). Am Ende dieses Kapitels wird basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche und der klinischen Studie auf die anfangs erhobenen **Fragestellungen** eingegangen (Abschnitte 3.3 bis 3.6).

3.1. Literaturrecherche und -analyse

3.1.1. Anzahl der identifizierten Studien und Forschungsaktivität

Anzahl der identifizierten Studien

Die Suche lieferte in fast allen Datenbanken relevante Ergebnisse (Tabelle 3.1-1). Die meisten Ergebnisse lieferte die Suche in MEDLINE über Pubmed. Dadurch ließen sich 17 relevante Artikel identifizieren. Als „relevant“ wurden dabei jene Beiträge eingestuft, die mit der in Kapitel 2.1 dargestellten Suchstrategie identifiziert wurden und bei denen sich im Rahmen der Durchsicht zunächst des Abstracts und dann der Originalpublikation herausstellte, dass die Publikation tatsächlich das Thema der Manuellen Strukturanalyse bzw. der „orthopaedic tests“ zur Diagnostik craniomandibulärer Dysfunktionen behandelte.

Als erfolgreich erwies sich ebenfalls die Suche über die in Pubmed integrierte Funktion „Related Citations“: Dadurch wurden 6 weitere relevante Artikel gefunden.

Die Suche in EMBASE lieferte 10 relevante Ergebnisse.

Demgegenüber wies die Suche in der Cochrane Library keine relevanten Ergebnisse nach.

Die Suche in den Verlagsdatenbanken des Quintessenz-Verlages lieferte 2 relevante wissenschaftliche Artikel.

Durch die Suche in der Verlagsdatenbank der Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift konnten 5 relevante Artikel gefunden werden.

Nach der inhaltlichen Aufarbeitung aller zu diesem Zeitpunkt als relevant eingestuft Artikel konnten aus den jeweiligen Literaturverzeichnissen 7 weitere relevante Artikel identifiziert werden.

Zum Abschluss konnten aus den Quellenangaben dieser weiteren Artikel 3 zusätzliche relevante Artikel identifiziert werden, so dass den Literaturverzeichnissen insgesamt 10 relevante wissenschaftliche Artikel entnommen werden konnten.

Nach der Eliminierung von Dubletten ergab sich eine Gesamtzahl von 40 durch die Suche identifizierten wissenschaftlichen Artikel (Tabelle 3.1-1).

	Suchergebnisse	Relevante Ergebnisse	Gesamtergebnis ohne Dubletten
Medline	926	17	
„Related citations“	-	6	
Embase	736	10	
The Cochrane Library	127	0	
Quintessenz	>215	2	
DZZ	72	5	
Literaturverzeichnisse	-	10	40

Tabelle 3.1-1: Übersicht über die Anzahl der erfassten wissenschaftlichen Artikel, Anzahl der relevanten Ergebnisse, Gesamtergebnis (ohne Dubletten)

Forschungsaktivität

Ein Indikator für die Forschungsaktivität bezüglich eines Themas ist die pro Zeitintervall veröffentlichte Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten.

Zur Analyse wurde ein 5-Jahres-Zeitraum als Zeitintervall gewählt. Aus Diagramm 3.1-1 ist eine stetige Zunahme der Anzahl der veröffentlichten Artikel beginnend in der ersten Hälfte der 1980er Jahre ersichtlich. In der ersten Hälfte der 1990er erreicht die Anzahl der neu erschienenen Publikationen einen Höhepunkt. Seitdem ist die Zahl der erschienen Artikel wieder rückläufig (Diagramm 3.1-1).

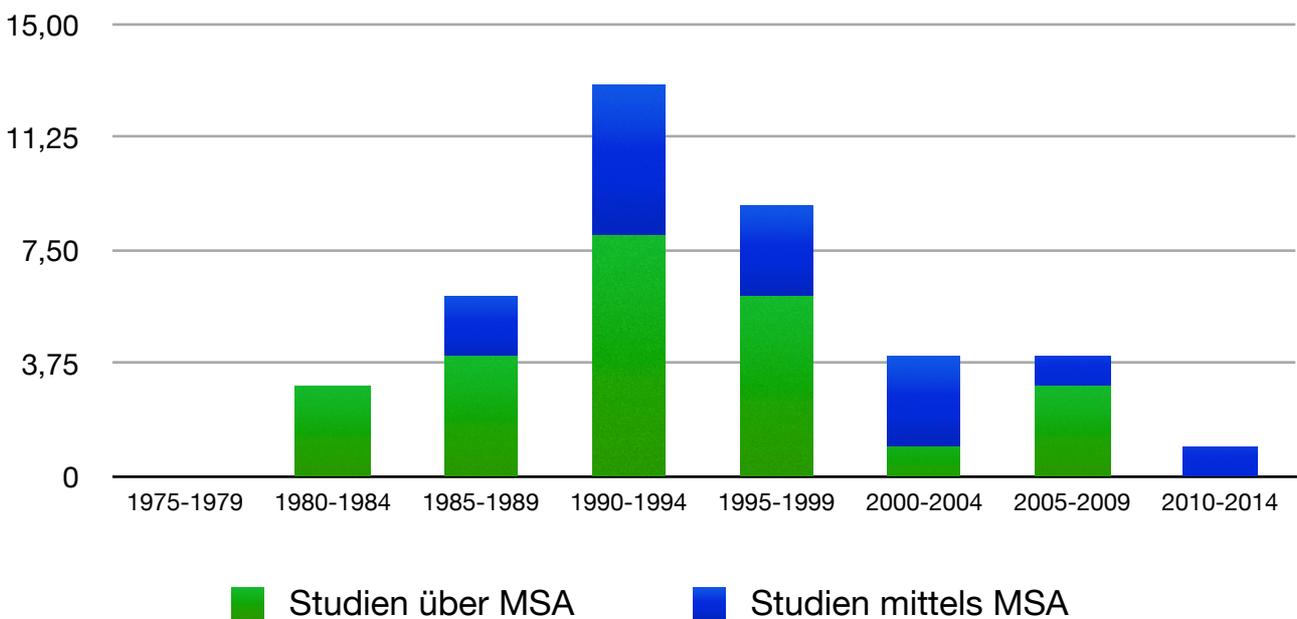


Diagramm 3.1-1: Forschungsaktivität aufgetragen in Studien pro 5 Jahre

3.1.2. Inhaltliche und Methodische Aspekte

Artikel über und mittels Manueller Strukturanalyse

Im Rahmen der Analyse der relevanten Veröffentlichungen wurden die 40 identifizierten Artikel in wissenschaftliche Artikel unterschieden,

- bei welchen das Verfahren der **Manuellen Strukturanalyse als Methode** eingesetzt wurde, um ein *andere* Fragestellung zu beantworten („Studien mittels MSA“). Dabei handelte es sich um 15 Artikel (37%).
- Darüber hinaus lagen 25 Studien vor (63%), welche sich inhaltlich *mit* den Verfahren der Manuellen Strukturanalyse beschäftigen („Studien über MSA“).

Die Aufteilung der Gesamtzahl der Arbeiten zu den beiden Gruppen zeigt Diagramm 3.1-2. Die für die Fragestellungen dieser Arbeit relevanten 25 Studien bilden die Gruppe „Studien über MSA“.

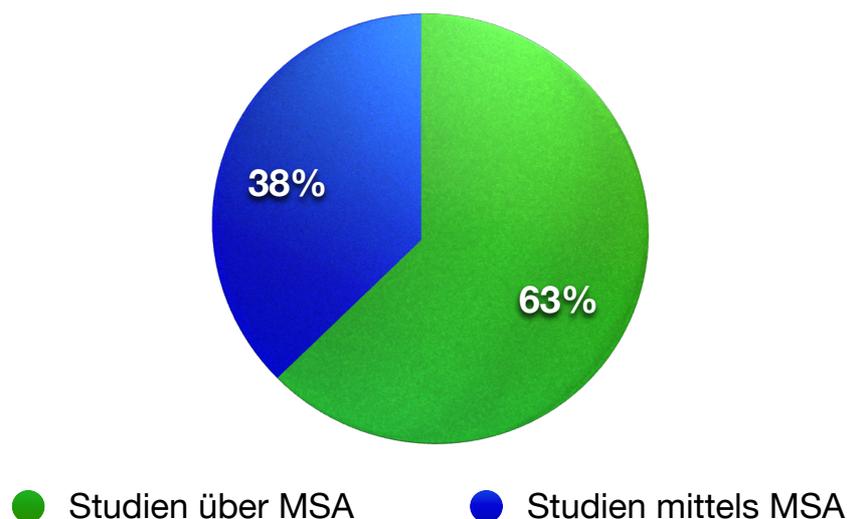


Diagramm 3.1-2: Verteilung der identifizierten Artikel: Artikel, welche sich inhaltlich mit den Verfahren der MSA befassen und Studien die mittels MSA durchgeführt wurden

Übersicht über die Levels of Evidence der Studien

Aus Diagramm 3.1-3 ist ersichtlich, dass die meisten wissenschaftlichen Artikel dem Evidenz-Level 5 zugehören. Studien hoher Evidenz (Level 2 und 1) konnten ebenfalls identifiziert werden, jedoch ist deren Anzahl verhältnismäßig gering. Es wurden keine Übersichtsarbeiten gefunden. Aus diesem Grunde umfasst die Diagramm 3.1-3 die Ebenen 1a, 2a und 3a nicht.

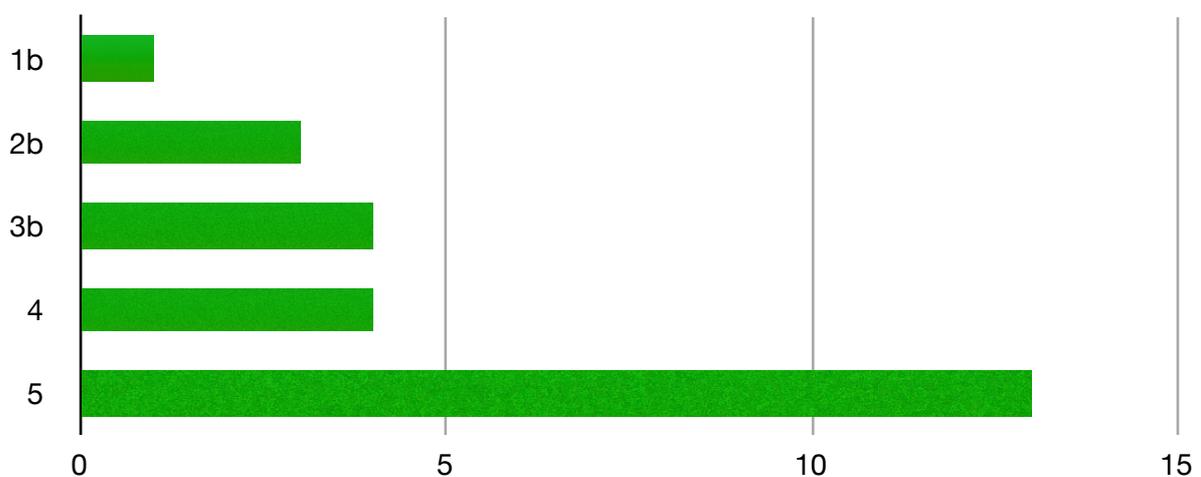


Diagramm 3.1-3: Anzahl der erfassten wissenschaftlichen Artikel sortiert nach dem Level of Evidence nach Oxford

Analyse und Inhalte der Studien

Nach den oben aufgeführten Kriterien (Kapitel 2.1-5) wurden die identifizierten Studien, die sich inhaltlich mit den manuellen Untersuchungstechniken befassen, analysiert, um anhand des Level of Evidence die *Qualität der Studie* und damit die *Gewichtung der Schlussfolgerungen* zu bestimmen. Sie werden im Folgenden inhaltlich zusammengefasst wiedergegeben, sortiert nach den jeweiligen Evidenz-Ebenen. Die Tabellen 3.1-2 bis 3.1-5 liefern eine tabellarische Übersicht der inhaltlichen Analyse der wissenschaftlichen Artikel.

Studien der Ebene 5

Bei den Artikeln des Level of Evidence 5 handelt es sich grundsätzlich um Expertenmeinungen, die im Wesentlichen auf Erfahrungen und auf physiologischer Forschung bestehen. Dem entsprechend findet sich hier ein Großteil der ersten Beschreibungen der Verfahren. Darüber hinaus lassen sich Studien mit experimenteller Forschung dieser Gruppe zuordnen.

HANSSON UND WESSMAN beschreiben bereits 1980 die „neuen“ Untersuchungstechniken der Kiefergelenke und der Muskulatur (Hansson, Wessman et al. 1980). Der Artikel ist in schwedischer Sprache erschienen, wodurch nicht weiter auf die Inhalte eingegangen werden kann. Anderen Artikeln (Naeije und Hansson 1986) ist zu entnehmen, dass die statische und dynamische Muskelüberprüfung, Gelenkspieltechniken (Traktion und Translation) und passive Unterkieferbewegungen (Mundöffnung und Laterotrusionen) beschrieben werden.

FRIEDMANN UND WEISBERG beschreiben 1982 und 1984 die Anwendung „orthopädischer Untersuchungstechniken“ zur Befundung der Kiefergelenke. Dabei beschreiben die Autoren neben einer Reihe von Untersuchungstechniken der klassischen klinischen Funktionsanalyse, die Traktion und Translationen der Kiefergelenke zur Überprüfung der Gelenkkapseln (Friedman und Weisberg 1982; Friedman und Weisberg 1984). Zur Erfassung des Funktionszustandes der Muskulatur beschreiben sie die isometrische Überprüfung der Muskulatur bei Mundöffnung und Mundschluss, um die Elevatoren sowie die Abduktoren unter Funktion zu prüfen. Sie gehen dabei neben den anatomischen Grundlagen auf das genaue Vorgehen zur Befundung ein. Bei diesen Artikeln handelt es sich um die Beschreibung von Grundprinzipien, die auf physiologischer Forschung beruhen.

PALLA beschreibt 1986 ebenfalls die „neuen“ Untersuchungstechniken. Zur Unterscheidung der Funktionsstörungen myogener oder arthrogener Genese sollen unter anderem das Endgefühl bei Mundöffnung sowie den Laterotrusionen untersucht werden, Gelenkspieltechniken (Traktion und Translation) durchgeführt werden und die Kaumuskulatur isometrisch geprüft werden.

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich, wie im vorherigen Fall, um eine Beschreibung von Untersuchungstechniken, die im wesentlichen auf physiologischer Forschung und anatomischen Grundlagen beruhen (Palla 1986).

Ebenfalls 1986 beschreibt SOLBERG die Untersuchungstechniken zur Befundung Craniomandibulärer Dysfunktionen. Dabei beschreibt er neben der Vermessung der aktiven Unterkieferbewegungen die Vermessung der passiven Mundöffnung. Neben der Palpation der Kaumuskulatur beschreibt er die Überprüfung der Muskulatur unter isometrischer Anspannung bei Mundöffnung und den Laterotrusionen. Für die Überprüfung der Mundschließer-Muskulatur lässt er auf Watte-Rollen beißen. Neben der Palpation der Kiefergelenke beschreibt er die Gelenkspieltechniken als ein Zusammenspiel von Traktionen und Translationen. Darüber hinaus beschreibt der Autor dynamische Überprüfungen der Gelenke, indem er die Patienten auf Wachs-Platten kauen lässt und während dessen nach Gelenkgeräuschen sucht (Solberg 1986).

Die Autoren BUMANN, GROOT LANDEWEER und LOTZMANN (Reihenfolge alphabetisch gewählt) stellen in mehreren Veröffentlichungen eine Modifikation der klassischen klinischen Funktionsanalyse vor, in der die Palpation eine hintergründige Rolle spielt, statt dessen vorgeschlagen wird vordergründig die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur durchzuführen. Zusammen mit der Vermessungen der aktiven und passiven Unterkieferbewegungen sehen die Autoren darin eine „Grunddiagnostik“ für die Untersuchung des Patienten und betiteln dies mit „Basisuntersuchung“ (Groot Landeweer und Bumann 1991; Groot Landeweer und Bumann 1992). Sollte sich im Rahmen dieser Untersuchung ein Verdacht auf ein arthrogenes Problem ergeben, so sehen die Autoren die Durchführung einer „Erweiterten Diagnostik“ vor (Bumann und Groot Landeweer 1992; Bumann, Groot Landeweer et al. 1993), welche die diagnostische Kompression der Kiefergelenke, Translationen und die Traktion der Kiefergelenke umfasst. Die Autoren beschreiben die Untersuchungstechniken sehr detailliert. Die Untersuchungsmethoden basieren auf physiologischen und anatomischen Grundlagen, so dass die Autoren in der Konsequenz eine „Gewebespezifische Diagnose“ stellen.

KORDAß, HUGGER ET AL. führten 1995 in einer Untersuchung an acht Patienten mit schmerzhaft-persistierenden muskulo und disko-kondylären Beschwerden während

manueller Therapie (Traktion und Translation) computergestützte Messungen mit einem Ultraschallmeßsystem (MT 1602 Fa. Zebris, D-Isny) durch. Dabei konnten sie zeigen, dass ein messbares Korrelat der (passiven) Bewegungen des Kondylus in der Fossa articularis während der Traktion und der Translationen vorlag (Kordaß, Hugger et al. 1995). Dies lässt den Schluss zu, dass eine geführte Bewegung des Kondylus in der Fossa prinzipiell möglich ist.

HESSE, NAEIJE ET AL. konnten 1996 zeigen, dass eine pathologisch veränderte Kaumuskulatur sowie pathologische intrakapsuläre Veränderungen ein objektives messbares Korrelat besitzen (Hesse, Naeije et al. 1996). Voruntersuchungen zu dieser Studie veröffentlichten HESSE ET AL. bereits 1990 (Hesse, Naeije et al. 1990). Dafür untersuchten sie insgesamt 109 Patienten. Bei allen Patienten wurde zunächst eine erweiterte klinische Funktionsanalyse mit Gelenkspieltechniken sowie einer Überprüfung der Kaumuskulatur unter Funktion (statische und dynamische Prüfung) durchgeführt. Im Anschluss wurde zunächst anhand der klinischen Befunde eine Einteilung der Patienten in Patienten mit einer Myopathie sowie Patienten mit einer Arthropathie (weiter unterschieden nach Patienten mit Diskusverlagerung *mit* und *ohne* Reposition) durchgeführt. Die klinische Diagnose der Patienten mit Diskusverlagerung ohne Reposition wurde anhand einer Magnetresonanztomographie (MRT) der Kiefergelenke abgesichert.

Getrennt und verblindet dazu fand eine Aufzeichnung der maximalen Mundöffnung sowie eine Messung der zur passiven Mundöffnung benötigten Kraft mittels eines speziell konstruierten Gerätes statt. Das Gerät wurde zwischen die Zahnreihen gelegt und der Kiefer (passiv) aufgedehnt. Aufgezeichnet wurde die eingesetzte Kraft in Relation zur gemessenen Mundöffnung.

Im Ergebnis ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Patientengruppen: Das **Ausmaß der Mundöffnung** war bei Patienten mit Myopathie sowie Patienten mit DVoR verringert; der **Endwiderstand der Mundöffnungsbewegung** (endfeel-distance) nahm über verschieden lange Strecken zu: bei Pat. mit Myopathie über 6,7mm \pm 0,3mm, bei Patienten mit DVoR über 2,3mm \pm 0,3mm während bei gesunden Patienten 3,8mm \pm 0,3mm gemessen wurden. Die dabei eingesetzte Kraft (bis

Schmerzen entstanden) war bei Patienten mit DVoR deutlich größer und bei Patienten mit Myopathie kleiner im Vergleich zu Gesunden.

HESSE ET AL. beschreiben ihr Vorgehen sehr gewissenhaft und genau. Die Patienten sind jedoch ausschließlich weiblich, so dass sich die Ergebnisse nur auf Frauen verallgemeinern lassen. Es handelt sich um eine experimentelle Studie, bei der die Hintergründe des Endgefühls bei passiven Unterkieferbewegungen zur Unterscheidung von Patientengruppen erforscht werden. In weiteren Studien könnte dieses Gerät als Referenztest zur Validierung der klinischen Untersuchung der passiven Mundöffnung dienen.

WIJER veröffentlicht 1996 einen Übersichtsartikel, in dem er das häufige gleichzeitige Auftreten von Funktionsstörungen des Kauorgans und Funktionsstörungen der Halswirbelsäule beschreibt. Hierzu beschreibt er, dass sich die orthopädischen Zusatzuntersuchung für das Kauorgan dazu eignen, zwischen den beiden Funktionsstörungen zu unterscheiden. Der Artikel ist in holländischer Sprache erschienen, so dass keine weitere Auswertung stattfinden konnte (Wijer 1996).

Studien der Ebene 4

*Bei den Studien der Ebene 4 kann es sich um **Fallserien** oder **Fall-Kontroll Studien** handeln, wobei jedoch **schlechte Referenzstandarts** zur Validierung eingesetzt werden. Darüber hinaus werden dieser Ebene ebenfalls Studien zugeordnet, bei denen ein **nicht unabhängiger Referenzstandart** eingesetzt wurde oder der Prüftest in die Referenzprüfung eingeschlossen ist.*

NAEIJE UND HANSSON führten 1986 bei 54 CMD Patienten und 15 Kontroll Patienten eine Funktionsprüfung (nach HANSSON UND WESSMAN (Hansson, Wessman et al. 1980)) mittels statischer und dynamischer Muskelüberprüfung und „Joint-play“ (Traktion und

Translation) sowie eine Untersuchung des Endgefühls bei Unterkiefer-Grenzbewegungen durch (Naeije und Hansson 1986).

Basierend auf den Befunden der Untersuchung teilten sie die Patienten in zwei Patientengruppen: **Patienten mit (primär) Myopathie** und **Patienten mit (primär) Arthropathie**. 6 Patienten ließen sich nicht eindeutig zuteilen und wurden aus der Studie ausgeschlossen. Darüber hinaus führten sie bei allen Patienten Elektromyographien (EMG) unter Funktion (50% der Kaukraft) durch. Im Rahmen der Auswertung der EMGs zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit Myopathie und den Patienten mit Arthropathie. Es zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den Kontrollpatienten und den Patienten mit Myopathie.

NAEIJE UND HANSSON verwenden das EMG der Kaumuskulatur als Referenz. Eine Validität der alleinigen EMG-Messung zur Diagnose-Stellung ist jedoch nicht gegeben. Hinzu kommt, dass die Patienten mit Myopathie und die Kontrollpatienten mittels der EMG nicht unterschieden werden können. Es handelt sich um eine *explorative* Studie ohne einen validen Referenzstandard. Die Durchführung der Studie wird genau beschrieben. Ausgelassen wird jedoch, wer die Studie durchgeführt hat und ob die Prüf- und Referenzuntersuchungen unabhängig und verblindet von einander stattfanden.

BEZUUR ET AL. analysierten 1989 retrospektiv die Befunddaten von 222 CMD-Patienten, die an der Universität von Adelaide, Australien, behandelt wurden (Bezuur, Hansson et al. 1989). Bei den ausgewerteten Daten handelt es sich um die im Rahmen einer Erstuntersuchung erhobenen Befunde und gestellten Diagnosen der Patienten. Im Rahmen der Funktionsüberprüfung wurden unter anderem die statische und dynamische Muskelüberprüfung durchgeführt und die Diagnosen myopathischer Schmerz, arthropathischer Schmerz, psychogener Schmerz und sonstige Schmerzen zugesprochen. Im Resultat zeigt die Auswertung der Befunde, dass Schmerzen bei der *dynamischen Überprüfung der Muskulatur* bei Patienten mit myopathischem, arthropathischem und psychogenem Schmerz auftraten, während in der Gruppe der Patienten mit „anderen Schmerzen“ nahezu keine Schmerzen auftraten. Darüber hinaus zeigt die Auswertung, dass die *statische Überprüfung der Muskulatur* insbesondere bei Patienten mit

myopathischem Schmerz **positive Befunde liefert** - in den übrigen Gruppen hingegen nur sehr vereinzelt bzw. gar nicht.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Fallserie mit einer nicht unbeträchtlichen Patientenzahl. Im Rahmen der Ausführungen wird nicht genauer spezifiziert, von wem die Patienten untersucht wurden. Darüber hinaus bleibt unklar, nach welchen Kriterien die Diagnosen zugeteilt wurden.

LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. analysierten in Ihrer Studie 1993 die Befunde von 621 Patienten und 144 Kontrollpatienten aus der Abteilung für Craniomandibuläre Dysfunktionen und Gesichtsschmerzen des Universitäts-Krankenhauses Utrecht (Universitair Medisch Centrum Utrecht). Im Rahmen ihrer Studie untersuchten die Autoren welchen **diagnostischen Nutzen die Gelenkspieltechniken (Traktion, Translationen und Kompressionen), die passive Mundöffnung und die Untersuchung der Kaumuskulatur unter isometrischer Muskelanspannung (bei Mundöffnung, Mundschluss und den Laterotrusionen)** leisten und ob ein Mehrgegninn an Wissen gegenüber den Befunden der *klassischen* klinischen Funktionsanalyse erzielt wird (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993).

Die Untersuchung der Patienten und Kontrollpatienten wurde jeweils von einem von fünf auf diesem Gebiet routinierten Zahnärzten durchgeführt: Sie umfasste die Palpation der Kaumuskulatur, die Vermessung aktiver UK-Bewegungen, die Erfassung von Kiefergelenks-Geräuschen und eine Okklusionsanalyse erweitert durch die oben aufgeführten Zusatzuntersuchungen nach STEENKS UND DE WIJER (Steenks und de Wijer 1991).

Anhand der Befunde wurden die Patienten nach einem Diagnose-Schema angelehnt an das damalige Schema der American Academy of Craniomandibular Disorders (McNeill 1990) in diagnostische Untergruppen unterteilt. Basierend auf dieser Zuordnung wurde im Nachhinein mittels schrittweiser logistischer Regression vorwärts errechnet, wie entscheidend die einzelnen Untersuchungen zur Diagnosenstellung beitragen.

Im Ergebnis spiegeln die Zahlen wider, dass **jede Zusatzuntersuchung differenzierende Informationen liefert** und dass sich die Zusatzuntersuchungen zur Unterscheidung zwischen Patienten und Kontrollpatienten, insbesondere aber zur diagnostischen

Differenzierung zwischen Patienten mit hauptsächlich myogenen beziehungsweise hauptsächlich arthrogenen Beschwerden eigenen.

Er wurde errechnet, dass der Prozentteil der korrekt diagnostizierten Patienten nach den Befunden der Untersuchung mittels Palpation und aktiver UK-Bewegungen *allein* höher war als ausschließlich nach den Befunden der Zusatzuntersuchungen. **Nach den Befunden der *klassischen* klinischen Funktionsanalyse ließen sich demnach mehr Patienten korrekt klassifizieren.**

Unter Berücksichtigung der Befunde der klassischen klinischen Funktionsanalyse *und* der *orthopädischen* Zusatzuntersuchungen *zugleich* konnte der Prozentteil der korrekt klassifizierten Patienten jedoch gesteigert werden, so dass sich ein **Mehrgewinn an Information durch die Zusatzuntersuchungen** ergab.

Ein ähnliches Bild zeigte sich im Hinblick auf die **Unterscheidung zwischen Patienten mit arthrotischen Gelenken und Diskopathien** und bei der weiteren **Differenzierung der Arthropathien** (in Diskusverlagerungen mit Reposition und ohne Reposition). In diesen Fällen lieferten die Zusatzuntersuchungen jedoch nur noch diskreten Informationsgewinn im ersteren Fall, und keinen weiteren Informationsgewinn im letzteren Fall.

Die Studie wurde anhand einer beachtlichen Anzahl von Patienten und Kontrollpatienten durchgeführt. Das Vorgehen bei den Untersuchungen und die Aufstellung der Studie wird genau beschrieben. Die Untersuchungen wurden von routinierten und kalibrierten Untersuchern durchgeführt. Problematisch ist jedoch ein entscheidendes Kriterium: die Prüfuntersuchungen und Referenzuntersuchungen wurden gemeinsam im Rahmen *einer* Untersuchung durchgeführt und dienten der Diagnosenstellung, worauf im Nachhinein die Regressionsanalysen basieren. Trotz vieler positiver Merkmale dieser Studie wurde kein unabhängiger Referenztest eingesetzt.

VAN DOORNE ET AL. führten 1995 eine Studie zur **Reliabilität der Befunde der passiven Mundöffnung sowie der passiven Weiterführung der Laterotrusionen (Endgefühl), der Traktion, der Translationen und der Kompressionen** durch (van Doorne, Demeulemeester et al. 1995). Es wurden 18 *gesunde* Patienten untersucht, die *keine* Anzeichen einer CMD aufwiesen. Die Befundung führten zwei Physiotherapeuten und

später zwei Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen, die vorher in diesem Bereich ausgebildet wurden, durch. Die Daten wurden mittels Pearson Korrelations Koeffizienten ausgewertet. Es zeigte sich eine **schlechte Übereinstimmung der Befunde**.

Bei der Studie wurde eine nur geringe Anzahl *gesunder* Patienten untersucht. Die Untersucher waren nicht unter einander kalibriert, zudem waren die Physiotherapeuten, die die erste Untersuchung durchführten routinierter. Die Reliabilität wurde nach deren Untersuchung zu den Ergebnissen der weniger erfahrenen Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen berechnet. Ob die Untersuchungen unabhängig von einander stattfanden wird nicht beschrieben.

Studien der Ebene 3

*Bei den Studien des Level of Evidence 3 handelt es sich um **nicht-konsequente Studien**, bei denen schlechte Referenzstandards eingesetzt werden, welche jedoch - im Unterschied zu Studien der Ebene 4 - vom Test unabhängig sind oder aber keine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Allgemeinheit zulassen.*

BUMANN ET AL. untersuchten 1994 die **Validität der diagnostischen Traktion der Kiefergelenke zur Diagnostizierung einer Gelenkkompression**. Dafür führten sie bei 12 Patienten, bei denen der Befund „zu hartes Endgefühl“ im Rahmen der diagnostischen Traktion der Kiefergelenke gestellt wurde sowie bei 12 weiteren Patienten (Kontrollpatienten) den Resilienztest nach Prof. Gerber, eine transkranielle exzentrische Schädelaufnahme (Schüller-Aufnahme) sowie eine Vermessung der Kondylenposition mittels Mandibular Positions Indikator (MPI) durch und erstellten MRTs. Alle Untersuchungen zeigten deutliche Unterschiede zwischen der Patienten- und der Probandengruppe auf. Die **Befunde aller Untersuchungsverfahren deuteten bei der Patientengruppe auf eine Gelenkkompressionen hin** und bestätigten somit den Befund der Traktion (Bumann, Lotzmann et al. 1994).

Das Studiendesign von BUMANN ET AL. ist gut, denn es wird eine neue Untersuchungsmethode mit anderen, bereits vorhandenen Untersuchungsmethoden verglichen, darunter auch dem Befund eines Magnetresonanztomogrammes, welches heutzutage als „Gold-Standard“ anzusehen ist (Tasaki und Westesson 1993; Liedberg, Panmekiate et al. 1996). Die Studie zeigt jedoch Schwächen auf: 12 Patienten sind keine durchweg repräsentative Größe, welche durch eine größere Patientenzahl sowie einen konsekutiven Patienteneinschluss gekennzeichnet wäre. Zudem bleibt das genaue methodische Vorgehen unbeschrieben. Ebenfalls bleibt unbeschrieben, wie (und von wem) die Referenzuntersuchungen durchgeführt worden, welches die Gefahr einer Voreingenommenheit oder Verzerrung (Bias) der Ergebnisse bedeuten kann.

Bei den Artikeln von LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. 1994 (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994) und WIJER ET AL 1995 (Wijer, Lobbezoo-Scholte et al. 1995) handelt es sich um eine Doppelveröffentlichung. Im Folgenden wird aus diesem Grunde von der Studie der Autoren A.M. Lobbezoo-Scholte, A. De Wijer, M.H. Steenks und F. Bosman gesprochen. Die Reihenfolge der beiden ersten Autoren ist dabei alphabetisch gewählt.

Die o.g. Autoren untersuchten die **Reliabilität (Inter-Untersucher Übereinstimmung) der Befunde der passiven Mundöffnung, der Traktion und Translation, der Kompression und der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur**. Im Rahmen der klinischen Funktionsuntersuchung (nach STEENKS UND DEWIJER (Steenks und de Wijer 1991)) wurden 79 Patienten von einem von vier auf diesem Gebiet routinierten und kalibrierten Zahnärzten untersucht. Nach der Untersuchung wurden die Patienten nach 2 Stunden unabhängig und verblindet zum Ergebnis der ersten Untersuchung von einem routinierten Physiotherapeuten nachuntersucht. Die Übereinstimmung der Befunde wurde durch prozentuelle Übereinstimmung, Intraclass Korrelation und Cohens Kappa bestimmt.

Die Befundung der **passiven Mundöffnung** fand mit ausreichender Reliabilität im Hinblick auf auftretende Schmerzen sowie Gelenkgeräusche statt: Prozentuelle Übereinstimmungen der Befunde von 67% - 83% (Kappa = 0.24-0.34). Bezüglich des **Endgefühls** ergab sich eine schlechte Übereinstimmung: 59% der Befunde stimmten überein (Kappa = 0.01). Im Hinblick auf die Befunde der diagnostischen **Kompression** der Kiefergelenke und der dabei auftretenden Schmerzen und Gelenkgeräusche ergab sich eine ausreichende bis sehr gute Übereinstimmung: Übereinstimmung der Befunde 83% -

100% (Kappa = 0.19 bis 1.00). Hinsichtlich der **Traktion** der Kiefergelenke ergaben sich Übereinstimmungen der Befunde im Bereich von 80% bis 99% für das Auftreten von Schmerzen, von Gelenkgeräuschen und einem abnormalen Endgefühl. Die errechneten Kappa-Werte spiegelten diese sehr guten Übereinstimmungen jedoch schlecht wider (mehrheitlich negative oder schlechte Werte). Für die **Translationen** zeigten sich Übereinstimmungen im Bereich von 73% bis 85% der Befunde. Nichtsdestotrotz spiegelten die Kappa-Werte hier ebenfalls nicht zufrieden stellende Werte wider.

Die Autoren führen in der Diskussion auf, dass die Errechnung des Kappa-Wertes bei Übereinstimmungen von über 85% äußerst instabil wird (Haas, Nyiendo et al. 1990).

Im Ergebnis kommen die Autoren bezüglich der orthopädischen Untersuchungstechniken zu dem Ergebnis, dass sie mit ausreichenden bis guten Übereinstimmungen durchführbar sind; Jedoch wiederum mit einer schlechteren Reliabilität als beispielsweise die Vermessung der aktiven Unterkieferbewegungen. Darüber hinaus kommen sie zu dem Ergebnis, dass unter intensiverer Kalibrierung der Untersucher bessere Ergebnisse erzielt werden können.

HESSE ET AL. führten 1997 eine Studie an 32 Patienten und 22 Kontrollpatienten durch. Ziel war es die **Validität der statischen und dynamischen Überprüfung der Kaumuskulatur, der passiven Mundöffnung, des Gelenkspieles (Traktion und Translation) und der diagnostischen Kiefergelenkkompression** zu ermitteln (Hesse, van Loon et al. 1997). Als Referenztest fungierte ein spezieller Fragebogen, mit welchem das Vorhandensein von Schmerzen in charakteristischen anatomischen Bereichen abgefragt wurde. Basierend darauf wurden 20 Patienten mit Schmerzen im Bereich der Wange oder Schläfe als Patienten mit Myopathie und 12 Patienten als Patienten mit einer Arthropathie eingeteilt. Die klinische Untersuchung fand unabhängig und verblindet zu dem Ergebnis des Fragebogens statt.

In 18 von 20 Fällen und somit in hoher Übereinstimmung stimmte die Zuweisung der Diagnose *Myopathie* auf der Grundlage der **Befunde der statischen und dynamischen Muskelüberprüfung** mit dem Ergebnis des Fragebogens überein. Des Weiteren ergab sich bei 9 von 12 Patienten eine Übereinstimmung hinsichtlich der Diagnose Arthropathie.

Die restlichen 5 Patienten konnten durch die weiteren Befunde ebenfalls den jeweiligen Gruppen zugewiesen werden.

In der **Gruppe der Patienten mit Arthropathie** führte die **Überprüfung der passiven Mundöffnung und das Gelenkspiel** (Traktion und Translation) bei 10 der 12 Patienten zu Schmerzen im Kiefergelenk - bei jeweils 2 Patienten kam es zu keinerlei Schmerzen. Unter **Kompression** wurden bei 4 Patienten Schmerzen im Kiefergelenk hervorgerufen - bei den übrigen 8 Patienten traten dabei *keine* Schmerzen auf.

In der **Gruppe der Patienten mit Myopathie** wurden bei der **diagnostischen Kompression** der Kiefergelenke *keine* Schmerzen im Bereich der Muskulatur oder der Kiefergelenke verursacht; Bei der **passiven Mundöffnung sowie dem Gelenkspiel** in nur 3 beziehungsweise 4 der 20 Fälle im Bereich der Muskulatur. Daneben führten diese zwei Untersuchungen bei je einem Patienten zu Schmerzen im KG.

Im Ergebnis waren die Befunde der Untersuchung der passiven Mundöffnung, des Gelenkspiels und der (diagnostischen) Kompression hochsignifikant übereinstimmend mit dem Ergebnis des Fragebogens.

Die Studie von HESSE ET AL. ist gut gestaltet, denn es findet ein Vergleich der Befunde der Prüftests zu einem unabhängigen Referenztest statt. Der Prüfmethode-Untersucher führt die Untersuchungen verblindet zu dem Ergebnis des Referenztests durch. Als Referenz wurde lediglich das Ergebnis eines Fragebogens verwandt, welches der Zuteilung einer primären Diagnose diente, gegen welche das Ergebnis der klinischen Untersuchung gesetzt wurde.

Studien der Ebene 2

*Bei den Studien des Level of Evidence 2 handelt es sich um **explorative Kohortenstudien** mit gutem Referenzstandard, der bei allen Patienten unabhängig angewandt wird. In explorativen Studien werden zunächst Informationen gesammelt - im Nachhinein werden alle Daten untersucht (z.B. mit einer Regressionsanalyse), um herauszufinden, welche Faktoren signifikant sind.*

VISSCHER ET AL. führten 2000 eine explorative Studie durch mit dem Ziel den **diagnostischen Wert verschiedener Untersuchungstechniken zur Differenzierung von Patienten mit craniomandibulären Dysfunktionen und Funktionsstörungen der HWS** zu ermitteln (Visscher, Lobbezoo et al. 2000). Hierbei wurden unter anderem die statische und dynamische Überprüfung der Kaumuskulatur sowie die Überprüfung der passiven Mundöffnung untersucht. Im Rahmen der Studie wurden 147 konsekutive CMD Patienten und 103 Angehörige der Patienten und Mitarbeiter untersucht. Zunächst wurden die Patienten von einem Studienkoordinator zu Ihren Schmerzen sowie vorliegenden Funktionseinschränkungen befragt. Diese Anamnese-Daten wurden von 2 Untersuchern ausgewertet, woraufhin die Patienten in Patienten mit CMD-Beschwerden und Patienten mit HWS-Beschwerden eingestuft wurden.

Danach wurden die Patienten klinisch untersucht: Die Funktionsüberprüfung des Kauorgans führte 1 von 3 kalibrierten Zahnärzten durch; Die Funktionsüberprüfung der HWS 1 von 2 kalibrierten Physiotherapeuten oder 1 von 4 ebenfalls kalibrierten Physiotherapie-Studenten im letzten Jahr. Die Untersucher wurden nicht über das Ergebnis der Patientenzuteilung informiert. Das Vorhandensein von Schmerzen wurde mittels einer verbalen rating Skala (VRS von 0 bis 4) sowie einer visuellen analog Skala (VAS) aufgenommen. Die Daten wurden mittels einfacher logistischer Regression sowie schrittweiser logistischer Regression vorwärts ausgewertet.

Die Datenauswertung zeigte, dass sich die statische und dynamische Muskelüberprüfung besser eignete als die übrigen Untersuchungen, um zwischen Patienten mit CMD und

Patienten mit einer Funktionsstörung der HWS zu unterscheiden, basierend auf den anamnestischen Angaben der Patienten über die Schmerzen.

Methodisch wies die Studie einen guten Aufbau auf. Die Untersuchungen wurden von kalibrierten und teilweise sehr erfahrenen Untersuchern durchgeführt, welche unabhängig und verblindet von einander arbeiteten. Das Patientengut war repräsentativ, da konsekutive Patienten und Angehörige in die Studie aufgenommen wurden. Als Referenz wurde ein Anamnese Gespräch gewählt, wonach ähnlich der Studie von HESSE ET. AL die Patienten den Referenzgruppen zugeordnet wurden.

SCHMITTER ET AL. führten 2008 eine explorative Studie durch mit dem Ziel die **Validität der Untersuchungstechniken zur Befundung der Kiefergelenke** zu erforschen. Dafür untersuchten sie 149 Patienten und 43 Kontrollpatienten (aus 402 konsekutiven Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Heidelberg) klinisch mittels des Vorgehens nach den Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD, (Dworkin und LeResche 1992)), erweitert durch einige Zusatzuntersuchungen (dynamische Kompressionen, bei Mundöffnung und bei Laterotrusionen). Als Referenzuntersuchung fertigten sie Magnetresonanztomogramme der Kiefergelenke an. Sowohl die klinische Untersuchung als auch die Auswertung der MRTs führten zwei kalibrierte Untersucherpaare unabhängig von einander durch. Die Daten wurden im nächsten Schritt nach einer modifizierten *Klassifikationsbaummethode* softwaregestützt (Random Forest Fortran Software, Breiman/Cutler) ausgewertet.

*Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Befunde der **Mundöffnung unter Kompression** (dynamische Kompression) dazu eignen, gesunde und pathologische Kiefergelenke zu unterscheiden. Die **passive Mundöffnung** sowie die **dynamischen Kompressionen bei Laterotrusion** eignen sich darüber hinaus gut zur Unterscheidung der Diskusverlagerung mit Reposition von der Diskusverlagerung ohne Reposition.*

Methodisch wies die Studie einen guten Aufbau auf, da die Prüfuntersuchungen und die Referenzuntersuchungen unabhängig von einander und von kalibrierten Untersuchern durchgeführt wurden. In der Studie wurde eine hohe Patientenzahl untersucht und es wurde eine sehr gute Referenz verwendet (Schmitter, Kress et al. 2008).

VISSCHER ET AL führten 2009 eine multi-Center Studie an vier europäischen Zahnkliniken mit insgesamt 334 Patienten durch. Ziel war es im Rahmen einer explorativen Studie die **diagnostische Stärke der statischen und dynamischen Muskeluntersuchung und der RDC/TMD in der Erkennung eines Patienten mit CMD-Schmerzen** zu erforschen (Visscher, Naeije et al. 2009). Dafür wurden Patienten mit persistierenden CMD-Schmerzen (Schmerzen länger als 3 Monate), Kontroll-Patienten mit persistierenden odontogenen Schmerzen (Schmerzen ebenfalls länger als 3 Monate) und schmerzfreie Patienten rekrutiert. Die Studie wurde an jeder Universität von einem Studienkoordinator überwacht - die Studienkoordinatoren waren untereinander kalibriert. Der auf dem Gebiet der craniomandibulären Dysfunktionen erfahrene Koordinator führte bei allen Patienten ein Anamnesegespräch sowie eine zahnärztliche Untersuchung durch. Patienten mit komorbiden Erkrankungen wurden aus der Studie ausgeschlossen. Bei den Patienten mit odontogenem Schmerz konnten die vorliegenden persistierenden Schmerzen nach einer zahnärztlichen Untersuchung auf Pulpitiden, apikale Parodontitiden und zum Teil Zahnfrakturen zurückgeführt werden. Insgesamt ergab sich eine Gruppe von 125 CMD-Patienten, 88 Kontroll-Patienten mit odontogenen Schmerzen und 121 Kontroll-Patienten ohne Schmerzen.

Unabhängig und ohne die Angabe weiterer Informationen wurde die klinische Untersuchung nach RDC/TMD sowie die statische und dynamische Überprüfung der Kaumuskulatur von einem kalibrierten und erfahrenen Zahnarzt oder Physiotherapeuten an den verschiedenen Standorten durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden im nächsten Schritt zur Ermittlung der Sensitivität und Spezifität der Untersuchungen sowie der likelihood ratios statistisch ausgewertet.

Anhand der Daten errechneten die Autoren für die statische und dynamische Muskelprüfung zur Identifizierung eines CMD-Patienten eine Sensitivität von 65% und eine Spezifität von 91% (gegenüber Kontrollpatienten ohne Schmerzen) beziehungsweise 84% (gegenüber Patienten mit Zahnschmerzen). Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass sich ein positiver Befund der hier untersuchten *Funktionsüberprüfung* der Kaumuskulatur besser zur Bestätigung der Diagnose CMD eignet als der positive Palpationsbefund nach RDC/TMD, im Gegensatz dazu eignet sich zum Ausschluss einer CMD ein negativer Befund nach RDC/TMD besser.

Studien der Ebene 1

*Bei den Studien des Level of Evidence 1 handelt es sich um **Validierungs-Kohortenstudien** in deren Rahmen Prüfergebnisse, welche zuvor im Rahmen von explorativen Studien erzielt wurden, unter konsekutivem Patienteneinschluss geprüft werden. Zur Validierung wird der allgemein anerkannte „Gold-Standard“ unabhängig und blind verwandt.*

Sehr gute Daten zur **Reliabilität der statischen und dynamischen Funktionsüberprüfung der Kaumuskulatur** liefern 2007 VISSCHER ET AL.. Die Arbeitsgruppe führte eine Studie an 115 konsekutiven Patienten aus dem laufenden Betrieb der zuständigen Abteilung am Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA) durch:

Zunächst wurden die Patienten von einem von 5 Zahnärzten untersucht. Dabei wurde die Kaumuskulatur bei Mundöffnung, Mundschluss und Protrusion mit statischen und dynamischen Muskeltests überprüft. Im Anschluss fand eine zweite Untersuchung bei einem von 2 Physiotherapeuten statt. Die Physiotherapeuten wurden über das Ergebnis der ersten Untersuchung nicht unterrichtet. Alle Untersucher waren untereinander kalibriert. Zwei der fünf Zahnärzte und einer der beiden Physiotherapeuten waren routiniertere Untersucher als die übrigen. Der Einfluss dessen wurde im weiteren Verlauf ebenfalls untersucht.

Die statistische Aufarbeitung fand mittels des „Intra-Class Korrelationskoeffizienten“ statt: Bei Verwendung einer vierstufigen Schmerzskala (kein Schmerz, leichter, mittlerer, starker Schmerz) konnte eine ausreichende bis gute Übereinstimmung der Befunde (ICC = 0.35-0.54) errechnet werden. Die prozentuelle Übereinstimmung der Befunde lag bei 71% bis 85%. Der Vergleich der Befunde der routinierteren Untersucher lieferte darüber hinaus teilweise *exzellente* Übereinstimmungen. Übereinstimmungen der Befunde lagen dabei bei 70% bis 90%. Der Einsatz einer dichotomischen Schmerzskala führte zu schlechteren Werten.

Methodisch beschreiben VISSCHER ET AL. das gesamte Vorgehen in der Studie sehr genau. Es wurde eine aussagekräftige Patientenanzahl verwandt und konsekutiv in die Studie

aufgenommen. Die Untersuchungen wurden unabhängig und verblindet durchgeführt. Die Referenzuntersuchungen wurden von erfahrenen und sehr erfahrenen Untersuchern durchgeführt (Visscher, Lobbezoo et al. 2007).

Tabellarische Zusammenfassung der verschiedenen Studien

Um die Ergebnisse der Studien transparenter zu gewichten, wurden die bei der Auswertung der Studien gesammelten Daten, welche zur Einordnung des Level of Evidence führten, nachfolgend tabellarisch zusammengefasst (Tabellen 3.1-2 - 3.1-5).

	NAEIJE UND HANSSON 1986	BEZUUR ET AL 1989	LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. 1993
Prüfmethode	„Joint-play“, Endgefühl bei Mundöffnung und Laterotrusion, Muskel- überprüfung (statisch/ dynamisch)	Muskelüberprüfung (statisch/ dynamisch)	passive Mundöffnung, Traktion, Transla- tion, Kompression, Muskelüberprüfung (statisch)
Referenztest	EMG	-	-
Patienten	54	222	621
Kontroll- patienten	15	-	144
Patienten- aufnahme: konsekutiv	nein	k.A.	nein
Prüfmethoden- Beurteiler	k.A.	k.A.	1 von 5 ZÄ
Erfahrung der Beurteiler	k.A.	k.A.	++
kalibriert	k.A.	k.A.	k.A.
Referenz- Beurteiler	k.A.	k.A.	-
Erfahrung	k.A.	k.A.	-
kalibriert	k.A.	k.A.	-
Beurteiler verblindet/ unabhängig	k.A.	k.A.	-
Evidenzlevel	4	4	4
Bemerkungen	- schlechter Referenz- test	- gute Pat.-zahl - keine Aussage über Untersucher und Diagnose- Kriterien	- gute Pat.-zahl - die Prüfmethode ist in den Referenztest integriert

Tabelle 3.1-2: Analyse der wissenschaftlichen Artikel, Teil 1

	VAN DOORNE ET AL. 1995	BUMANN ET AL. 1994	LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. 1994, DE WIJER ET AL 1995
Prüfmethode	passive Mundöffnung, passive Laterotrusion, Traktion, Translationen und Kompression	Traktion	pass.Mundöffnung, Traktion, Translation, Kompression, Muskelüberprüfung (statisch)
Referenztest	-	MRT, RÖ, MPI, Resillienz-test	-
Patienten	18	12	79
Kontrollpatienten	-	12	-
Patientenaufnahme: konsekutiv	nein	nein	nein
Prüfmethoden-Beurteiler	2 PT	2 ZÄ	1 von 4 ZÄ
Erfahrung der Beurteiler	++	1 ZA ++, 1ZA +	++
kalibriert	k.A.	k.A.	ja
Referenz-Beurteiler	2 MKG-Chirurgen	k.A.	1 PT
Erfahrung	+	-	++
kalibriert	k.A.	-	-
Beurteiler verblindet/ unabhängig	k.A.	k.A.	ja
Evidenzlevel	4	3b	3b
Bemerkungen	- „gesunde Patienten“ - wenige Patienten	- wenige Pat. - keine genaue Versuchsbeschreibung	- repräsentative Patientenzahl

Tabelle 3.1-3: Analyse der wissenschaftlichen Artikel, Teil 2

	HESSE ET AL. 1997	VISSCHER ET AL. 2000	SCHMITTER ET AL. 2008
Prüfmethode	Muskelüberprüfung (statisch/dynamisch), Pass. Mundöffnung, Traktion, Translationen, Kompression	Muskelüberprüfung (statisch/dynamisch) passive Mundöffnung	pass. Mundöffnung, Dynamische Kompressionen
Referenztest	individueller Fragebogen	Anamnese und zahnärztliche Untersuchung	MRT
Patienten	32	147	149
Kontrollpatienten	22	103	43
Patientenaufnahme: konsekutiv	nein	ja	nein
Prüfmethoden-Beurteiler	1 PT	1 von 3 ZÄ, 1 von 2 PT, 1 von 4 Stud.	2 ZÄ
Erfahrung der Beurteiler	++	ZÄ ++, PT++, Stud.+	++
kalibriert	-	ja	ja
Referenz-Beurteiler	1 ZA - Fragebogen	Studienkoordinator und 2 weitere Untersucher	1 RöA, 1 ZA
Erfahrung	++	++	++
kalibriert	-	ja	ja
Beurteiler verblindet/unabhängig	ja	ja	ja
Evidenzlevel	3b	2b	2b
Bemerkungen	- Fragebogen stellt den Referenztest dar	- Pat. Aufnahme konsekutiv - kein <i>starker</i> Referenztest	- hohe Pat. Zahl - sehr gute Referenz

Tabelle 3.1-4: Analyse der wissenschaftlichen Artikel, Teil 3

	VISSCHER ET AL. 2009	VISSCHER ET AL. 2007	
Prüfmethode	Muskelüberprüfung(statisch/dynamisch)	Muskelüberprüfung(statisch/dynamisch)	
Referenztest	Anamnese und zahnärztliche Untersuchung	-	
Patienten	125	115 (103 ♀ + 12 ♂)	
Kontrollpatienten	88 mit odontogenem Schmerz + 121 schmerzfreie Patienten (insgesamt 209)	-	
Patientenaufnahme: konsekutiv	nein	ja	
Prüfmethoden-Beurteiler	1 ZA + 1 Koordinator	1 von 5 ZA	
Erfahrung der Beurteiler	++	3 ZÄ +, 2 ZÄ ++	
kalibriert	ja	ja	
Referenz-Beurteiler	1 ZA oder 1 PT	1 von 2 PT	
Erfahrung	++	1 PT +, 1 PT ++	
kalibriert	ja	ja	
Beurteiler verblindet/unabhängig	ja	ja	
Evidenzlevel	2b	1b	
Bemerkungen	- hohe Patientenzahl - Vorgehen detailliert beschrieben	- konsekutive Patientenaufnahme, Anteil weiblicher Patienten sehr hoch	

Tabelle 3.1-5: Analyse der wissenschaftlichen Artikel, Teil 4

3.1.3. Zusammenfassung

Basierend auf den zuvor zusammengetragenen Studien und deren dargestellten Auswertungen werden nun nachfolgend die daraus abzuleiteten Schlussfolgerungen zusammengefaßt.

Evidenzgrad

Basierend auf der Zuordnung zu den Oxford Levels of Evidence ergibt sich für die einzelnen Parameter die folgende Zuordnung zu den Oxford Grades of Recommendation:

Ein hoher Evidenzgrad (A) konnte für die **Muskelüberprüfung unter Funktion** (statisch und dynamisch) festgestellt werden (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Hesse, van Loon et al. 1997; Visscher, Lobbezoo et al. 2000; Visscher, Lobbezoo et al. 2007; Visscher, Naeije et al. 2009).

Ein mittelhoher Evidenzgrad (B) besteht für die **Überprüfung der passiven Mundöffnung** (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Hesse, Naeije et al. 1996; Hesse, van Loon et al. 1997; Visscher, Lobbezoo et al. 2000; Schmitter, Kress et al. 2008), die **dynamische Kompression der Kiefergelenke** (Schmitter, Kress et al. 2008), die **diagnostische Traktion der Kiefergelenke** (Bumann, Lotzmann et al. 1994 ; Hesse, van Loon et al. 1997) und die **Translation sowie Kompression der Kiefergelenke** (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Hesse, van Loon et al. 1997). Für die Überprüfung der passiven Mundöffnung sowie die dynamische Kompression der Kiefergelenke liegen Studien einer höheren Evidenz-Ebene vor als für die diagnostische Traktion, Translation und Kompression der Kiefergelenke.

Eine niedriger Evidenzgrad (D) liegt für die **Überprüfung des Endgefühls bei Laterotrusionen** (Naeije und Hansson 1986) vor.

Reliabilität der Untersuchungstechniken

Mit hohem Evidenzgrad (A) ergibt sich eine ausreichende bis gute - bei kalibrierten Untersuchern teilweise exzellente - **Reliabilität der Überprüfung der Kaumuskulatur unter Funktion**, und zwar statisch und dynamisch (Visscher, Lobbezoo et al. 2007).

Mit mittelhohem Evidenzgrad (B) zeigt sich, dass viele Teilbefunde der **Traktion und Translation**, vor allem aber die **Kompressionen der Kiefergelenke**, mit hoher Reliabilität durchgeführt werden können (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994; Wijer, Lobbezoo-Scholte et al. 1995). Die Kombination der Befunde dieser manuellen und orthopädischen Zusatzuntersuchungen (MTS) führt zu einer höheren Reliabilität (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994; Wijer, Lobbezoo-Scholte et al. 1995).

Diagnostischer Nutzen

Mit hohem Evidenzgrad (A) abgesichert ist die Aussage, dass sich die **statische und dynamische Überprüfung der Kaumuskulatur besser zur Bestätigung von CMD-Schmerzen eignet** als ein positiver Palpationsbefund nach den RDC/TMD (Visscher, Lobbezoo et al. 2007).

Mit mittlerem Evidenzgrad (B) abgesichert ist der Wert der Zusatzuntersuchungen in der **Unterscheidung von Patienten mit und ohne CMD** (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Bumann, Lotzmann et al. 1994 ; Hesse, van Loon et al. 1997; Schmitter, Kress et al. 2008; Visscher, Naeije et al. 2009) sowie in der **Differenzierung zwischen Patienten mit primär myogenen bzw. arthrogenen Beschwerden** (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Hesse, van Loon et al. 1997).

Zudem eignen sich die **statische und dynamische Muskelüberprüfung zur Unterscheidung von Patienten mit Funktionsstörungen des Kauorgans und Funktionsstörungen der HWS** (Visscher, Lobbezoo et al. 2000).

Die Zusatzuntersuchungen eignen sich mit mittlerem Evidenzgrad (B) zur **weiteren Differenzierung von Arthropathien** (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993; Schmitter, Kress et al. 2008). Dabei spielen die Untersuchung der passiven Mundöffnung sowie die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993) und die dynamische Kompressionen der Kiefergelenke (Schmitter, Kress et al. 2008) eine hervorstechende Rolle.

Der kombinierte diagnostische Wert der manuellen beziehungsweise orthopädischen Zusatzuntersuchungen ist - verglichen mit dem kombinierten diagnostischen Wert der Palpation und der Vermessung der aktiven Unterkiefer-Bewegungen - geringer. Die Kombination der Befunde der „klassischen“ und „neuen“ Untersuchungstechniken führt jedoch zu einem Wissensgewinn (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993). Die manuellen beziehungsweise orthopädischen Zusatzuntersuchungen sind vor diesem Hintergrund als unterstützend anzusehen (Lobbezoo-Scholte, de Wijer et al. 1994).

In einem explorativen Studiendesign mit niederem Evidenzgrad (C) konnte gezeigt werden, dass jede manuelle beziehungsweise orthopädische Untersuchungstechnik von diagnostischem Nutzen ist (Lobbezoo-Scholte, Steenks et al. 1993).

3.2. Auswertung der Patientendaten

3.2.1. Häufigkeit und Auftreten der Befunde

Die Befunde der isometrischen Muskelüberprüfung wurden auf einer dichotomischen Skala aufgenommen: **Missempfindungen und Schmerzen wurden als positiver Befund gewertet.** Bei 342 Patienten (56%) wurden im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskelatur zwei und mehr Befunde erhoben. Bei 75 Patienten (12%) wurde ausschließlich *ein* Befund durch den Untersuchungskanon dokumentiert. Bei 208 Patienten (33%) wurde im Rahmen der Untersuchung kein einziger Befund verzeichnet(Diagramm 3.2-1).

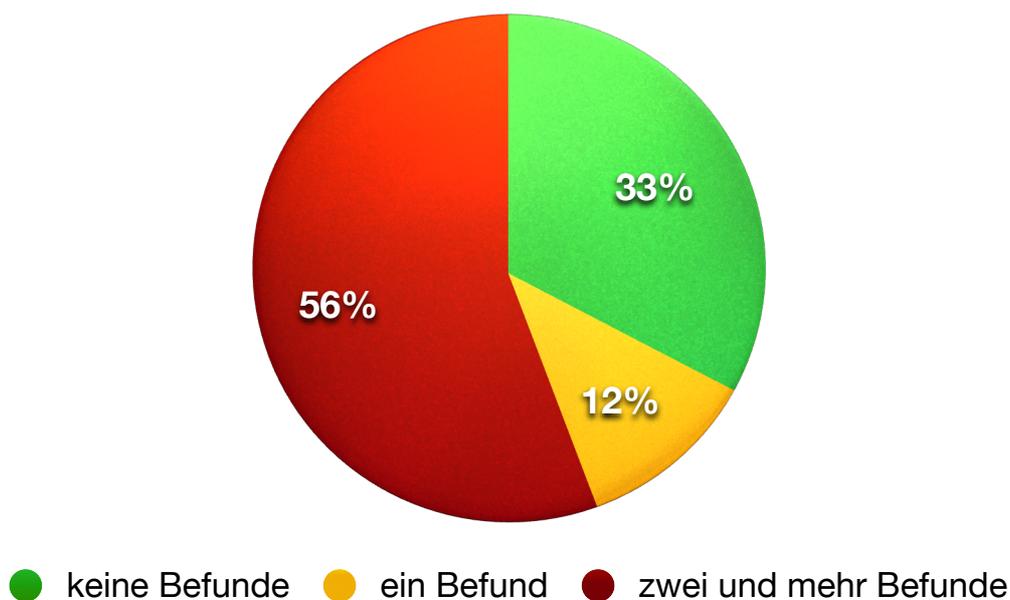


Diagramm 3.2-1: Prozentuelles Auftreten der Befunde im Rahmen der isometrischen Muskelüberprüfung

Im Rahmen der weiteren Aufschlüsselung des **Auftretens der Befunde** zeigt sich, dass Befunde häufig bei mehreren Untersuchungsrichtungen des Untersuchungskanons *gleichzeitig* verzeichnet wurden. Der verhältnismäßig *seltene* Fall war, dass Schmerzen/Missempfindungen *ausschließlich bei einer* Untersuchungsrichtung auftraten und darüber hinaus bei *keiner* weiteren. In diese Gruppe fällt natürlich der Anteil der Patienten, bei denen lediglich *ein* Befund im Rahmen des Untersuchungskanons gefunden

wurde (Diagramm 3.2-1); Darüber hinaus gibt es aber auch Fälle, bei denen *mehr als ein Befund gleichzeitig* bei *einer* bestimmten Untersuchungsrichtung erhoben wurde.

In 4 von 5 Fällen (80%) wurden Befunde bei mehr als einer Untersuchungsrichtung verzeichnet (Diagramm 3.2-2).

In einem von fünf Fällen traten positive Befunde ausschließlich bei *einer* Untersuchungsrichtung auf. Dieses war bei der isometrischen Überprüfung des Mundschlusses am häufigsten (8%), gefolgt von den isometrischen Prüfungen der Laterotrusion nach rechts (5%) und links (4%) und am seltensten der isometrischen Prüfung bei Mundöffnung (3%). Hervorzuheben ist, dass bei keinem einzigen Fall, positive Befunde *ausschließlich* bei der isometrischen Prüfung der Protrusion auftraten.

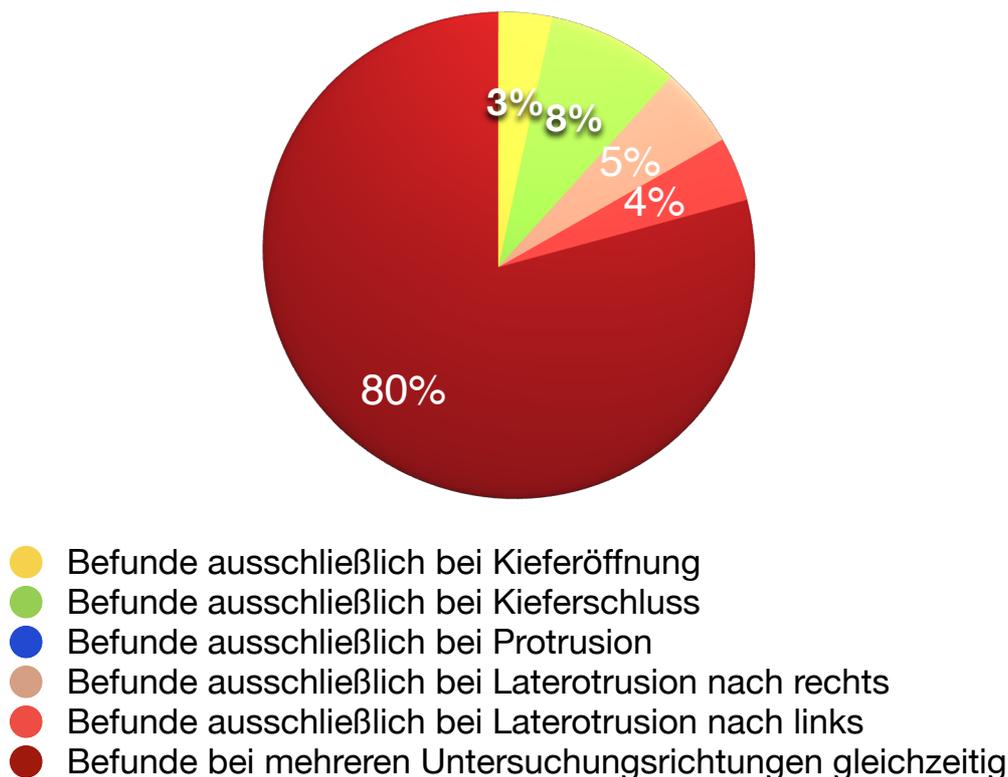


Diagramm 3.2-2: Auftreten von Befunden bei *einzelnen* Untersuchungsrichtungen

3.2.2. Verteilungsmuster der Befunde

Die prozentuelle Verteilung der Befunde im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur der 625 Patienten veranschaulichen die Diagramme 3.2-3 bis 3.2-7, unterschieden nach den Untersuchungsrichtungen:

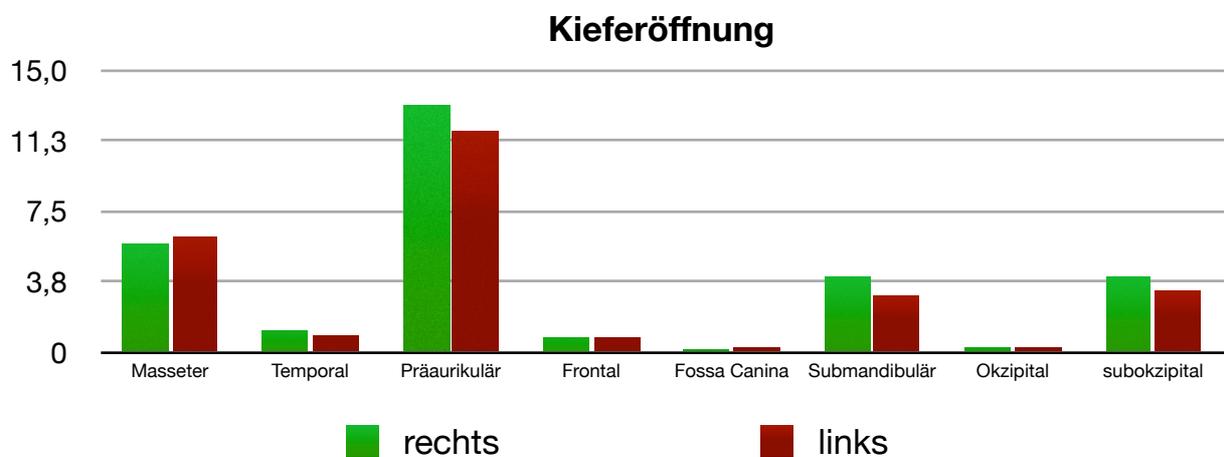


Diagramm 3.2-3: Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei Kieferöffnung

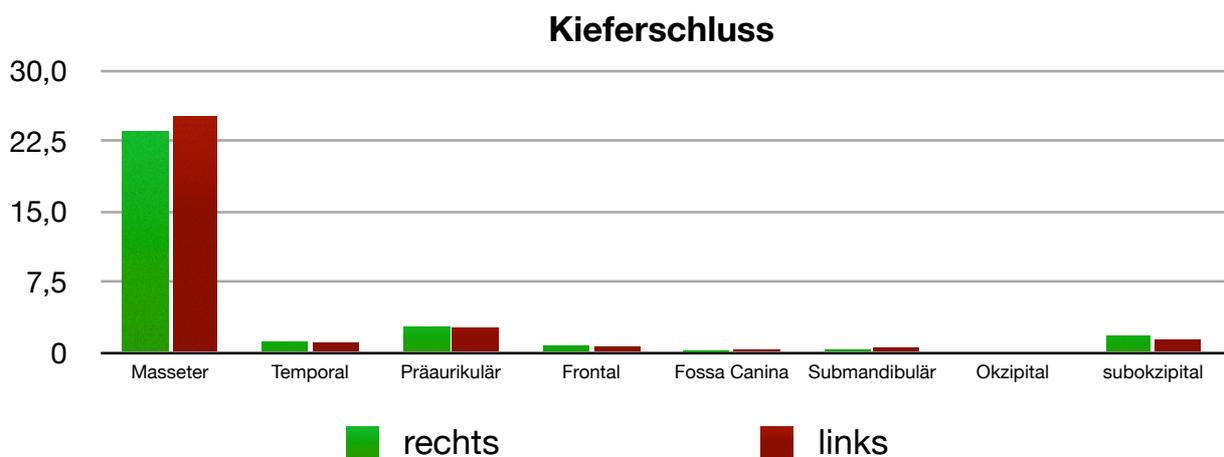


Diagramm 3.2-4: Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei Kieferschluss

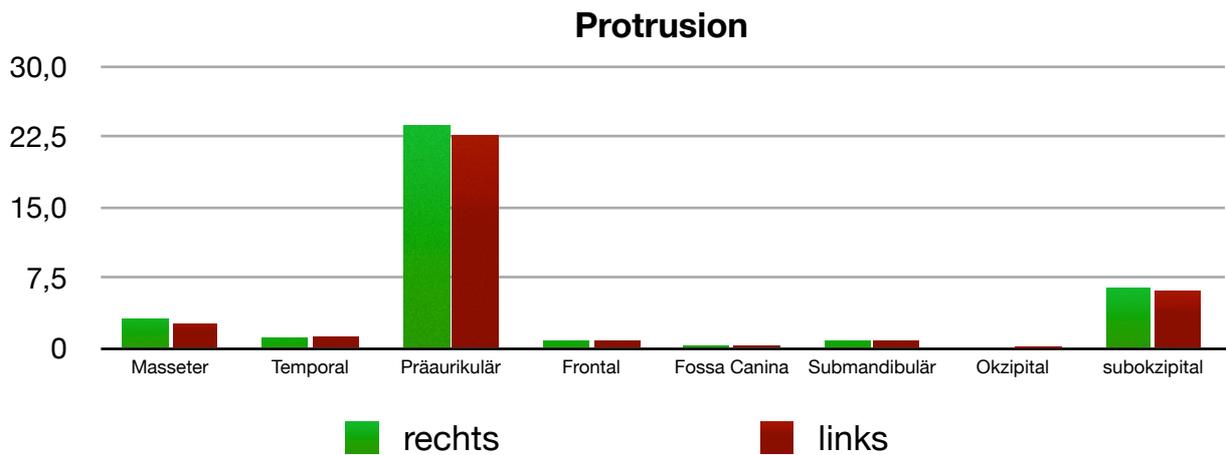


Diagramm 3.2-5: Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei Protrusion

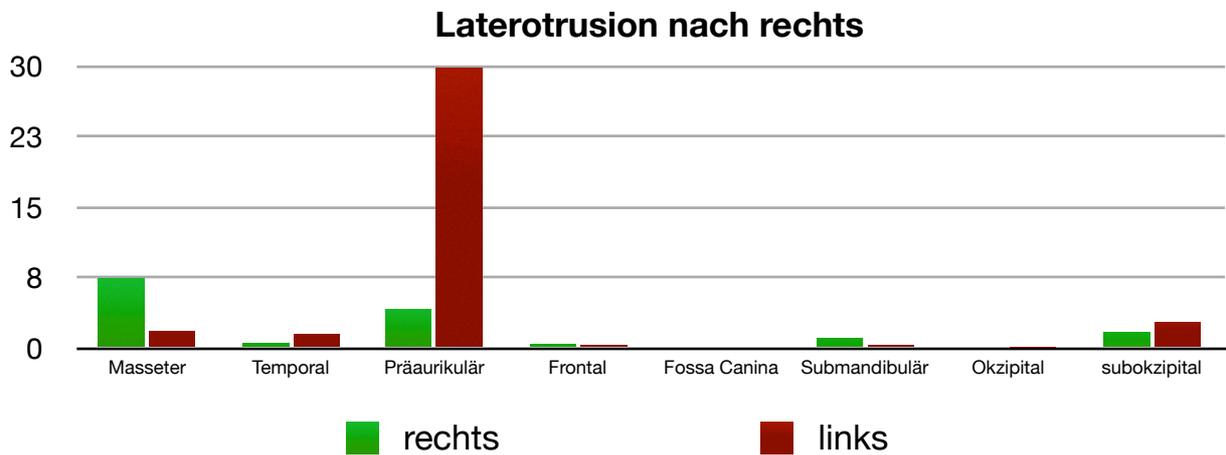


Diagramm 3.2-6: Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei Laterotrusion nach rechts

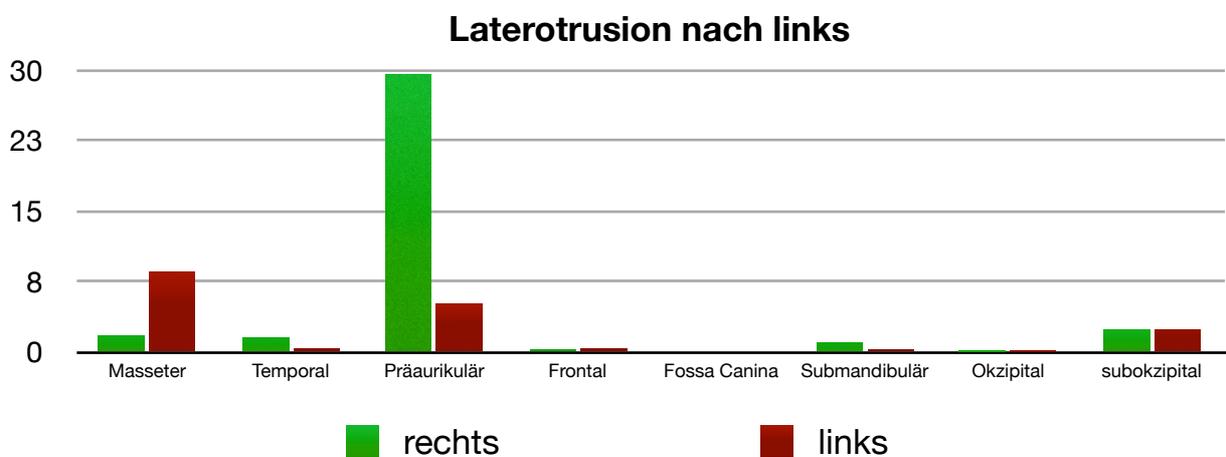


Diagramm 3.2-7: Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskulatur bei Laterotrusion nach links

Aus den Diagrammen ist ersichtlich, dass kumuliert in allen berücksichtigten Bereichen positive Befunde verzeichnet wurden. Die prozentuell **seltensten Befunde** traten im Bereich der Fossa canina sowie im okzipitalen Bereich auf. Besonders **zahlreiche Befunde** wurden im präaurikulären Bereich verzeichnet, gefolgt vom Bereich des M.masseter. In absteigender Reihenfolge wurden hiernach Befunde im Bereich des Nackens sowie im temporalen Bereich verzeichnet.

Die **zahlreichsten Befunde zugleich** zeigt die Auswertung der Befunddaten der **isometrischen Muskelprüfung der Mundöffnung**: Mißempfindungen/Schmerzen entstanden dabei im Bereich vierer Schmerzpunkte: am häufigsten im präaurikulären Bereich, weniger häufig im Bereich des M.masseter, gefolgt vom Bereich des Nackens und vom submandibulären Bereich (Diagramm 3.2-3).

Die Befunde der isometrischen Muskelüberprüfung der übrigen Untersuchungsrichtungen fokussierten stärker auf *bestimmte* Bereiche. Besonders deutlich zeigt sich dies bei der **isometrischen Muskelprüfung des Mundschlusses**: Belastungsschmerzen wurden am häufigsten im Bereich des M.masseter verzeichnet - mit einem deutlichen prozentuellen Abstand im präaurikulären und subokzipitalen Bereich (Diagramm 3.2-4).

Die isometrische Funktionsprüfung der Kaumuskulatur in der Horizontalen (Protrusion und Laterotrusionen) führte am häufigsten zu positiven Befunden im präaurikulären Bereich. Bei der **isometrischen Muskelprüfung der Protrusion** traten am zweithäufigsten Mißempfindungen und Schmerzen im Bereich des Nackens auf, gefolgt vom Bereich des M. masseter (Diagramm 3.2-5).

Gegenüber den bisherigen Funktionsprüfungen, bei welchen die Befunde nahezu rechts/links symmetrisch verzeichnet wurden, zeigt die Auswertung der Befunddaten der isometrischen Muskelprüfung der Laterotrusionen eine deutlich *asymmetrische* Verteilung der positiven Befunde:

- Bei der **isometrischen Muskelprüfung der Laterotrusion nach rechts** wurden am häufigsten positive Befunde präaurikulär links verzeichnet, am zweithäufigsten im Bereich des *rechten* M.masseter und folgend im rechten präaurikulären Bereich (Diagramm 3.2-6).

- Für die **isometrische Muskelprüfung der Laterotrusion nach links** ergab sich ein spiegelbildliches Bild bei nahezu gleichen Werten (Diagramm 3.2-7).

3.2.3. Differenzierte Betrachtung der Befunde im Nackenbereich

Die positiven Befunde im Bereich des Nackens erstaunen auf den ersten Blick, da dem Nacken keine eingeständige Untersuchung gewidmet war. Daher wurden diese Daten gesondert untersucht.

Insgesamt treten im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur Missempfindungen/Schmerzen im Bereich des Nackens bei 81 Patienten (13%) auf (Diagramm 3.2-8).

Ein Abgleich der positiven Befunde mit anderen Befunden zeigte, dass Befunde im Bereich des Nackens bei der isometrischen Muskelprüfung immer mit weiteren Befunden im Bereich des Kauorgans auftraten; der denkbare Fall, dass Belastungsschmerzen *isoliert* im Nackenbereich auftraten, *ohne* dass weitere Belastungsschmerzen verzeichnet wurden, kam nicht vor.

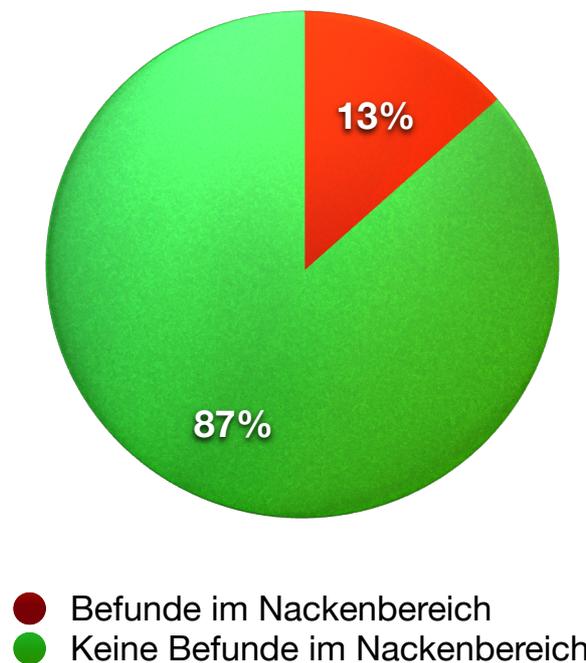
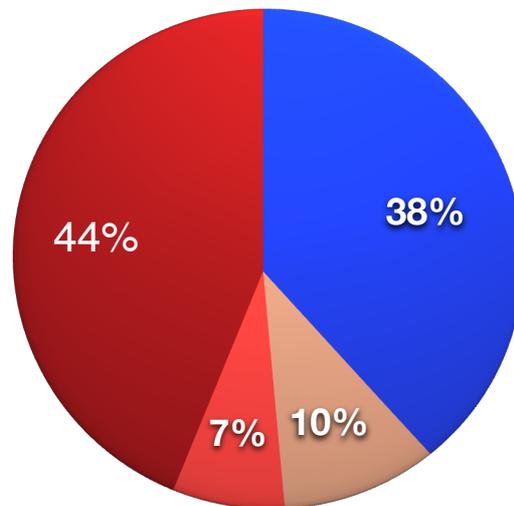


Diagramm 3.2-8: Prozentuelles Auftreten der Befunde im Bereich des Nackens im Rahmen der isometrischen Muskelüberprüfung

Die weitere Aufschlüsselung des Auftretens der Belastungsschmerzen im Nackenbereich gibt Aufschluss darüber, dass die Befunde im Nackenbereich in der *Mehrheit* der Fälle bei mehreren Untersuchungsrichtungen *parallel* auftraten.

Dies ist aber keineswegs als Regel zu verstehen, denn nach den Befunddaten kam es aber auch vor, dass die Missempfindungen/Schmerzen im Bereich des Nackens bei der isometrischen Muskeluntersuchung *lediglich in einer einzigen* Untersuchungsrichtung auftraten. So traten in 31 Fällen Belastungsschmerzen im Nackenbereich ausschließlich bei der Prüfung in Protrusion auf. Minimal häufiger (in 36 Fällen) traten die Belastungsschmerzen bei mehreren Untersuchungsrichtungen gleichzeitig auf. In selteneren Fällen traten Belastungsschmerzen ausschließlich bei der Überprüfung der Laterotrusionen nach rechts (8 Fälle) und links (6 Fälle) auf.

Auffällig ist, dass die positiven Befunde im Nackenbereich allein im Zusammenhang mit Prüfungen der Unterkieferbewegungen in der Horizontalen auftraten und dabei mit deutlichen Abstand am Häufigsten die Überprüfung der Protrusion betrafen; Schmerzen im Bereich des Nackens *ausschließlich* bei der Kieferöffnung oder dem Kieferschluss wurden nicht verzeichnet (Diagramm 3.2-8).



- Befund im Nackenbereich ausschließlich bei Kieferöffnung
- Befund im Nackenbereich ausschließlich bei Kieferschluss
- Befund im Nackenbereich ausschließlich bei Protrusion
- Befund im Nackenbereich ausschließlich bei Laterotsusion nach rechts
- Befund im Nackenbereich ausschließlich bei Laterotsusion nach links
- Befund im Nackenbereich bei mehreren Untersuchungsrichtungen gleichzeitig

Diagramm 3.2-8: Prozentuelles Auftreten der Befunde im Bereich des Nackens im Rahmen der isometrischen Muskelüberprüfung

3.3. Ergebnis zu der ersten Fragestellung

Es liegt ein mittelhoher bis hoher Evidenzgrad der Untersuchungstechniken der manuellen beziehungsweise orthopädischen Untersuchungstechniken (Manuelle Strukturanalyse) vor. Die Nullhypothese (keine oder sehr niedrige Evidenz) wurde ausweislich der offengelegten wissenschaftlichen Literatur widerlegt.

Eine Übersicht über alle identifizierten wissenschaftlichen Artikel liefert Tabelle 3.1-7. Die Veröffentlichungen sind den einzelnen Untersuchungstechniken inhaltlich zugeordnet und nach dem **Level of Evidence** eingeordnet. Nach Tabelle 2.1-9 ist den einzelnen Untersuchungstechniken der *höchstverfügbare Evidenzgrad* zugeordnet.

	1	2	3	4	5	Evidenzgrad
Statische Muskelüberprüfung	66	65, 67	37, 45, 70	12, 56, 51	25, 30, 31, 34, 53, 60	A
Dynamische Muskelüberprüfung	66	65, 67		12, 56, 51	34	A
Kompression			37, 45, 70	46, 64	13, 14	B
Translation			37, 45, 70	46, 51, 63	13, 14, 25, 26, 34, 41, 53, 60	B
Traktion			16, 37, 45, 70	46, 51, 63	13, 14, 25, 26, 34, 41, 53, 60	B
Passive Mundöffnung		55, 65	37	46, 51, 63	25, 30, 31, 34, 36, 53, 60	B
Passive Laterotrusion			45, 70	51, 64	30, 31, 34, 53	B
Dynamische Kompression		55, 65			60, 13	B

Tabelle 3.1-7: Übersicht der identifizierten wissenschaftlichen Artikel - Nummerierung siehe Literaturverzeichnis - nach Levels of Evidence aufgetragen samt höchstverfügbarem Evidenzgrad der jeweiligen Untersuchungstechniken

3.4. Ergebnis zu der zweiten Fragestellung

Bei der isometrischen Funktionsprüfung der Kaumuskelatur treten Belastungsschmerzen in den für die jeweilige Bewegung hauptverantwortlichen Agonisten auf. Die Nullhypothese somit wurde widerlegt. Hierfür sprechen die folgenden Fakten:

- Bei der **Mundöffnung** treten Belastungsschmerzen im M. pterygoideus lateralis sowie die Hilfsmuskulatur im submandibulären Bereich auf, also in der suprahyoidalen Muskulatur, in der infrahyoidalen Muskulatur und im M.digastricus (Diagramm 3.2-3).
- Beim **Mundschluss** treten Belastungsschmerzen vordergründig im M. masseter auf (Diagramm 3.2-4).
- Bei der **Protrusion** sind die Belastungsschmerzen durch Überlastung des M. pterygoideus lateralis beidseits verursacht (Diagramm 3.2-5).
- Bei der **Laterotrusion nach rechts** treten diese Schmerzen in der Regel im *linken* M. pterygoideus lateralis und im rechten M. masseter auf (Diagramm 3.2-6).
- Bei der **Laterotrusion nach links** handelt es sich analog um den *rechten* M. pterygoideus lateralis und den linken M. masseter (Diagramm 3.2-7).

3.5. Ergebnis zu der dritten Fragestellung

Neben den zu erwartenden Belastungsschmerzen in den richtungsspezifischen Agonisten treten weitere Belastungsschmerzen an *unerwarteter* Stelle auf. Die Nullhypothese (keine weiteren Schmerzen an unerwarteter Stelle) wurde ausweislich der klinischen Befunde widerlegt.

- Es traten in den klinischen Untersuchungen Belastungsschmerzen in den **Antagonisten** auf, wie beispielsweise bei der Mundöffnung in den jeweils als Elevatoren bzw. Adduktoren wirkenden Mm.masseterici und M.temporales (Diagramme 3.2-3 bis 3.2-7).

- Es treten zudem Mißempfindungen und Schmerzen in Bereichen auf, welche keinen anatomischen Strukturen eindeutig zuzuordnen sind (frontaler Bereich und im Bereich der Fossa canina, beides offenbar übertragene Schmerzen bzw. „referred pain“).
- Es treten wiederholt Belastungsschmerzen im Bereich des Nackens auf (Diagramme 3.2-3 bis 3.2-7).

3.6. Ergebnis zu der vierten Fragestellung

Im Rahmen der isometrischen Belastungstests müssen *alle* Unterkiefer-Bewegungen durchgeführt werden, um bei der Befunderhebung alle beurteilungsrelevanten Informationen zu erhalten. Die Nullhypothese (es müssen nicht alle horizontalen Bewegungsrichtungen überprüft werden) wurde ausweislich der klinischen Befunde widerlegt:

- So ist aus Diagramm 3.2-2 ersichtlich, dass bei 20% der Untersuchungen Belastungsschmerzen *ausschließlich* bei der Überprüfung nur *einer* Unterkiefer-Bewegung auftraten, während bei den übrigen Unterkiefer-Bewegungen keine Belastungsschmerzen auftraten. Dies galt für die Mundöffnung, den Mundschluss sowie die Laterotrusionen nach links und nach rechts.
- Aus Diagramm 3.2-8 ist ersichtlich, dass 38% der Befunde im Nackenbereich *ausschließlich* bei der Überprüfung der Protrusion auftraten, während bei den übrigen Unterkieferbewegungen *keine* Belastungsschmerzen im Nackenbereich auftraten.

Das Weglassen nur einer Unterkiefer-Bewegung im Rahmen der isometrischen Belastungstests könnte somit zu einem Verlust von Befunden führen. Sowohl der Verzicht auf die Untersuchung in Protrusion als auch die Beschränkung allein auf die Protrusion würden mithin das klinische Bild verändern.

4. Diskussion

4.1. Literaturrecherche und -analyse

Literaturrecherche

Hinsichtlich der Literaturrecherche ergibt sich Diskussionsbedarf zu der Frage, ob **alle zu diesem Thema veröffentlichten wissenschaftlichen Artikel identifiziert** wurden. Die offengelegte Suchstrategie zeigt, wie komplex heute die möglichst vollständige Erfassung der Literatur geworden ist, und wie stark sich geringe Veränderungen im Suchalgorithmus auswirken können. Jenseits dieser Frage wirken allerdings folgende Faktoren in die Möglichkeiten einer systematischen Literaturrecherche ein:

- Von Arbeitsgruppen durchgeführte, aber im Nachhinein *nicht* veröffentlichte Studien können nicht erfasst werden.
- Artikel, die in Journals erschienen, welche *nicht* in den ausgewerteten bedeutenden Onlineverzeichnissen (wie beispielsweise MEDLINE) gelistet sind, können im Nachhinein kaum planmäßig aufgefunden werden und sind daher gewissermaßen „*nicht-existent*“.
- Bei unglücklicher Betitelung oder falscher Verschlagwortung werden existente Arbeiten ebenfalls nicht gefunden. Hierbei handelt es sich in der Tat um ein durchaus relevantes Problem: Im Rahmen einer stichprobenartigen Untersuchung der Indexierung in MEDLINE prüfte die Arbeitsgruppe um ARONSON 273 gelistete Artikel auf Ihre korrekte Indexierung. Im Ergebnis zeigte sich, dass nur 37% der Artikel *korrekt* verschlagwortet waren; weitere 53% waren nur *teilweise* richtig verschlagwortet. Bei 10% der überprüften Artikel zeigte sich eine *schlechte* bzw. *unzutreffende* Indexierung (Aronson, Mork et al. 2004).

Vor diesem Hintergrund sollten alle Parameter für eine *gründliche* Literaturrecherche möglichst breit aufgestellt werden, um ein umfassendes Ergebnis zu erzielen. Neben der Suche in mehreren Datenbanken erscheint eine umfangreiche **Schlagwortsuche** ebenso wichtig. Zudem findet die englische Sprache in der „wissenschaftlichen Welt“ Anwendung; Diese Tatsache und der Umstand, dass Bibliothekare die eigentliche

Indexierung in MEDLINE durchführen, können *umschreibende* Suchbegriffe, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit in relevanten Artikel verwandt werden, die direkte Schlagwortsuche unterstützen.

Neben der strukturierten Suche mittels der Suchbegriffe konnten zudem weitere relevante Studien durch die in Pubmed integrierte Funktion „**Related Citations**“ identifiziert werden (Tabelle 3.1-1). Diese Artikel waren zuvor - obwohl inhaltlich zutreffend - *nicht* durch die gezielte Suchstrategie erfasst worden.

An dieser Stelle könnte man zunächst davon ausgehen, dass es auf Grund dessen mit *erhöhter* Wahrscheinlichkeit weitere veröffentlichte Artikel gibt, die durch die strukturierte Suche ebenfalls *nicht* erfasst wurden. Eine deutliche Minderung dieser Wahrscheinlichkeit ergibt sich durch die Tatsache, dass im Rahmen der umfassenden Literatursuche ebenfalls die **Literaturverzeichnisse** *aller* identifizierten Veröffentlichungen auf weitere relevante Artikel überprüft wurden. Das führte teilweise zu einem „Schneeball-Effekt“, da bei der weiteren Durchsicht der jeweiligen Literaturverzeichnisse der *bereits* aus den Literaturverzeichnissen extrahierten wissenschaftlichen Artikel wiederum weitere relevante identifiziert wurden.

Auf diese Weise minimiert sich die Wahrscheinlichkeit, dass weitere *einschlägige* wissenschaftliche Veröffentlichungen existieren, die durch die Suche nicht erfasst wurden. Nur Beiträge, auf die auch die Autoren der gefunden relevanten Artikel im Laufe Ihrer Tätigkeit sowie im Rahmen Ihrer Literaturrecherchen ebenfalls nicht „gestoßen“ sind, würden unter diesen Umständen dennoch nicht nachgewiesen.

Vor diesem Hintergrund kann eine Vollständigkeit der durch die Suche identifizierten einschlägigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen angenommen werden. Es bleibt jedoch nicht aus, dass zudem weitere wissenschaftliche Veröffentlichungen zu diesem Thema vorliegen werden, die jedoch als „quasi nicht-existent“ einzustufen sind.

Wahl des „Level of Evidence“

Die **Levels of Evidence nach Oxford** wurden im Rahmen dieser Arbeit verwandt, da es sich bei der University of Oxford gerade in Fragen der Evidenzbaiserten Medizin um eine international höchst anerkannte Institution handelt. Außerdem geben die Oxford Levels of Evidence im Gegensatz zu weiteren Einteilungen explizit die Möglichkeit, *diagnostische* Studien einzustufen. Die Levels of Evidence nach Oxford finden daher weltweit Anwendung - sicherlich verstärkt im europäischen Raum.

Parallel dazu existiert eine Vielzahl **weiterer Vorschläge für Ranglisten** der Levels of Evidence. Zu weilen handelt es sich dabei häufig um Einteilungsrichtlinien nationaler Organisationen, wie beispielsweise der Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) oder der American Heart Association (AHA). Hinzu kommt eine Vielzahl von Modifikationen der vorhandenen Levels of Evidence.

Die verschiedenen Ranglisten unterscheiden sich insbesondere in der *Anzahl der Ebenen*. Allen gemeinsam ist jedoch, dass systematische Übersichtsarbeiten beziehungsweise Meta-Analysen an erster Stelle stehen - (Experten-) Meinungen und Ansichten ohne transparente Belege an letzter Stelle.

Eine *konsekutive Patientenaufnahme* ist in den meisten Richtlinien ein wichtiges Kriterium für die Vergabe des höchsten Levels of Evidence. Dieses Kriterium steht in der Bewertung der Oxforder Autoren auf gleicher Gewichtungsebene wie das Vorliegen von Inkonsistenzen bei den angewandten Referenztests.

Bemerkenswerterweise sind die „*Grades of Recommendation*“ der verschiedenen Ranglisten häufig gleich, da der höchste Empfehlungsgrad stets dem Evidenzlevel 1 zugeteilt wird und der niedrigste Evidenzgrad dem niedrigsten Evidenzlevel.

Die in dieser Arbeit ermittelten Evidenzgrade würden sich daher bei der Verwendung anderer Einteilungsrichtlinien prinzipiell gleich darstellen.

Inhaltliche Aspekte der relevanten Studien

Bestimmung der Validität

In Bezug auf die Validität einer *neuen* diagnostischen Untersuchungstechnik gilt es zu beweisen, dass das neue Verfahren die fragliche Information auch misst - im Vergleich zu einem Referenztest, dem „Gold-Standard“. In diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage nach der Korrektheit des Referenztests. Gäbe es eine absolut sichere Prüfmethode, so würde sich die Frage nach einer Alternative weitestgehend erübrigen, es sei denn, es ergäbe sich ein abzuwägender Gewinn hinsichtlich des Zeiteinsatzes oder der Kosten. Dieses Problem führt dazu, dass die neuen Untersuchungstechniken im Rahmen der identifizierten Studien gegen *verschiedene* und *nicht* absolute Referenzmessungen validiert werden.

Generell sind **unabhängige Messverfahren** wünschenswert:

- **Arthropathien** lassen sich seit der Einführung und Weiterentwicklung der Magnetresonanztomographie eindeutig darstellen (Liedberg, Panmekiate et al. 1996), so dass das MRT aktuell als „Gold-Standard“ für Arthropathien angesehen wird (Tasaki und Westesson 1993). Die Studien BUMANN ET AL. 1994 und SCHMITTER ET AL. 2008 weisen daher unter dem Einsatz eines MRTs sehr gute Referenztests auf.
- Bei **Myopathien** ist eine unabhängige und eindeutige Messung deutlich schwerer: Neben einer ethisch nicht umsetzbaren histologischen Untersuchung der Gewebe existiert kein dem MRT vergleichbares, objektiv messendes Verfahren. Einzig könnte in diesem Zusammenhang an den Einsatz eines EMGs gedacht werden, das NAEIJE UND HANSSON 1986 einsetzten. Die elektromyographischen Daten können sich jedoch zeitnah ändern und sind daher kein valider und unabhängigen Befund, um Diagnosen zu stellen (Klasser und Okeson 2006).
- Eine unabhängige Messmethode zur Ermittlung des Endwiderstandes bei Unterkiefer-Grenzbewegungen als Äquivalent des manuell bestimmten **Endgefühls** stellte die Arbeitsgruppe um Hesse vor (Hesse, Naeije et al. 1990; Hesse, Naeije et al. 1996).

Trotz der viel versprechenden Ergebnisse der vorliegenden Studien fand das Gerät keine Anwendung in weiteren Studien.

Liegen jedoch keine unabhängigen Messverfahren vor, so gilt es die neuen Messverfahren gegen bereits bestehende und anerkannte Verfahren zu vergleichen. Das bedeutet, dass die Befunde (ggf. Diagnosen) der manuellen/orthopädischen Untersuchungstechniken idealerweise gegen das **Ergebnis einer klassischen klinischen Funktionsanalyse** gesetzt werden sollten, im Rahmen derer zudem die Anamnese und intraorale Untersuchung Berücksichtigung finden. Dieses Ideal wurde in keiner der identifizierten Studien angewandt.

Abgestuft dazu sollte ein Referenztest basierend auf einem **Anamnesegespräch der funktionellen Beschwerden** gesehen werden (Visscher, Lobbezoo et al. 2000; Visscher, Lobbezoo et al. 2007). Im Vergleich zum Ergebnis der klinischen Funktionsanalyse verlässt man sich nahezu ausschließlich auf die Patientenaussagen, die aufgrund unterschiedlicher Wahrnehmungen sowie der Möglichkeit des Vorliegens eines übertragenen Schmerzes (Simons und Travell 1981) ein hohes Verzerrungspotential (Bias) besitzen. Im Rahmen einer umfassenden klinischen Funktionsprüfung wird dieses durch das Erheben von Befunden herabgesetzt.

Der Einsatz von **Fragebögen**, die das Anamnesegespräch ersetzen, bildet eine weitere Abstufung eines Referenztests, den HESSE ET AL. 1997 einsetzten. Hierbei werden die anamnestischen Informationen des Patienten ohne ein medizinisches Verständnis über die Zusammenhänge *ungefiltert* als Maßstab zu Papier gebracht. Das Verzerrungspotential ist dabei deutlich erhöht.

Reliabilität des Messverfahrens

Die **Reliabilität eines Messverfahrens** ist dann gegeben, wenn unter identischen Bedingungen wiederholt gleiche Ergebnisse erzielt werden. Schwankungen in der Untersuchungstechnik sowie Veränderungen des Untersuchungsguts sind davon zu unterscheiden.

Bezogen auf die manuellen Untersuchungstechniken würde dies bedeuten, dass bereits ein unterschiedliches Platzieren der Hand am Unterkiefer bei den Traktionen oder Translationen oder die eingesetzte Kraft das Ergebnis verändern können und eine Messung der Reliabilität unmöglich machen. „Fluktuationen“ bei den Patienten beispielsweise durch neuro-physiologische Anpassungsvorgänge - wie Sensibilisierung oder räumliche und zeitliche Bahnung - würden eine Messung der Reliabilität darüber hinaus weiter einschränken. Daher benutzen andere Autoren den Begriff Reliabilität synonym mit dem Begriff der Reproduzierbarkeit (Pretty und Maupome 2004).

Drei Studien zur Reliabilität/Reproduzierbarkeit der manuellen Untersuchungstechniken wurden identifiziert:

- Darunter die Studie der Arbeitsgruppe VISSCHER ET AL. 2007 der Evidenzebene 1, die eine Reproduzierbarkeit der Funktionsprüfungen der Kaumuskulatur von 70%-90% bei routinierten Untersuchern feststellen konnten.
- Ähnlich gute Werte im Hinblick auf die Befunde der diagnostischen Traktion, Translation oder der Kompression der Kiefergelenke konnte die Arbeitsgruppe LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. 1994/DE WIJER ET AL. 1995 ermitteln. Lediglich die Überprüfung der passiven Mundöffnung lieferte schlechtere Werte, die jedoch weiterhin im ausreichenden Bereich lagen. Die Studie(n) erfüllte(n) die Anforderung des konsekutiven Patienteneinschlusses nicht, so dass trotz weitestgehend korrekten Vorgehens nur das Evidenzlevel 3 erreicht wurde und das Ergebnis weniger stark gewichtet werden kann als das von VISSCHER ET AL. 2007. Dieses ist aber insofern nicht verwunderlich, da beide Arbeiten aus der gleichen Arbeitsgruppe stammen und die höherrangige Arbeit später entstanden ist, hier lag offenbar ein Lernprozess der Autorengruppe vor.
- Die Ergebnisse der Veröffentlichung von VAN DOORNE ET AL. 1995 suggerieren eine schlechte Reproduzierbarkeit der passiven Mundöffnung und Laterotrusion, der diagnostischen Traktion, Translationen und Kompression der Kiefergelenke. Hier zeigt es sich, dass die Orientierung an Evidenzkriterien hilfreich ist, denn der Studie konnte aus methodischen Gründen nur das Evidenzlevel 4 zugesprochen werden, da sie zahlreiche Schwachstellen aufweist: Genannt seien insbesondere der durch die Veröffentlichung vermittelte Anschein einer mangelnden routinierten Anwendung der

manuellen Untersuchungstechniken im täglichen Einsatz durch die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, da sie *vor* der Durchführung der Studie geschult wurden. Mangelhaft waren aber die geringe Patientenzahl (18 Patienten) und die Tatsache, dass es sich bei den Versuchspersonen um *gesunde* Patienten handelte. Das Ergebnis sollte daher angesichts der gegenteiligen Ergebnisse aus höherrangigen Studien keine Beachtung finden.

Diagnostischer Nutzen der Untersuchungstechniken

Die Ermittlung des **diagnostischen Nutzens** einer **Untersuchungstechnik** erfolgt in der Regel über eine retrospektive statistische Auswertung erhobener Befunde (beispielsweise mittels logistischen Regression). Unter Verwendung eines *guten* und unabhängigen Referenztests können sich dadurch sehr stark aufgestellte Studien ergeben, wie sie beispielsweise die Arbeitsgruppe SCHMITTER ET AL. 2008 veröffentlichte: Die klinischen Befunde der verschiedenen Untersuchungstechniken wurden mittels statistischer Berechnung auf Korrektheit gegen den eindeutigen Befund eines MRTs analysiert. Neben dem *vergleichenden* diagnostischen Nutzen der Untersuchungstechniken ergeben sich dadurch ebenfalls Daten zur Validität einer Untersuchungstechnik. In Abhängigkeit der „Stärke“ des eingesetzten Referenztests müssen die Ergebnisse abgestuft betrachtet werden: So verwendeten VISSCHER ET AL. 2000 eine eingehende Anamnese und eine zahnärztliche Untersuchung als Referenztest (Visscher, Lobbezoo et al. 2000).

Eine weitere Möglichkeit, den diagnostischen Nutzen einer Untersuchungstechnik zu bewerten, ist die retrospektive Auswertung der gesammelten Befunddaten und der darauf basierenden Diagnosen. Diese Vorgehensweise ist der zuerst beschriebenen deutlich unterlegen, da keine Unabhängigkeit und Verblindung der Prüfmethode zum Referenztest vorliegt. LOBBEZOO-SCHOLTE ET AL. führten Ihre Studie 1994 nach diesem Vorgehen an einer beachtlichen Anzahl von Patienten durch: Im Rahmen der klinischen Funktionsuntersuchung wurden dabei Untersuchungstechniken der *klassischen* klinischen Funktionsdiagnose und verschiedene manuelle beziehungsweise orthopädische Untersuchungstechniken durchgeführt und anhand der Befunde Diagnosen gestellt. Im Anschluss wurde mittels logistischer Regression vorwärts berechnet, mit welcher „Gewichtung“ jeder Befund zur Diagnosenstellung beitrug. Da der Prüftest in die

Referenzprüfung eingeschlossen ist und sich dadurch die Gefahr der Voreingenommenheit sowie Verzerrung stark erhöht, wird einem solchen Studiendesign trotz großer Fallzahl ein niederes Evidenzlevel (Level 4 nach Oxford) und somit Evidenzgrad (C) zugesprochen.

Weitere Bewertungskriterien

Um möglichst repräsentative Ergebnisse zu erzielen, ist es wichtig, dass neben einem entsprechenden Patientenaufnahmemodus (konsekutiv, randomisiert, selektiv, etc...) eine **angemessene Anzahl von Patienten in den Studien** untersucht wird. EGGER ET AL. werteten in Ihrer Studie die durchschnittlichen Patientenzahl von über 40 randomisierten kontrollierten Studien (RCT) aus, die von deutschen Autoren englischsprachig publiziert wurden (Egger, Zellweger-Zahner et al. 1997). Im Durchschnitt lag darin die Patientenzahl bei 40.

Die Mehrheit der relevanten Studien dieser Arbeit weist unter diesem Aspekt verhältnismäßig hohe Patientenzahlen auf. Weit unter dem Durchschnitt liegen lediglich die Patientenzahlen der Studien VAN DOORNE ET AL. (1995) und BUMANN ET AL. (1994) mit 18, respektive 24 Patienten (siehe Tabellen 3.1-2 bis 3.1-5).

Die **Qualifizierung der Untersucher** ist ein weiteres Kriterium, welches bei dieser Arbeit ausgewertet wurde. Um möglichst *gute* Ergebnisse zu erzielen, sollten *routinierte und kalibrierte* Untersucher eingesetzt werden. Dass der Grad der „Erfahrung“ einen Einfluss auf die erhobenen Befunde hat, stellt sich in der 2007er Studie der Arbeitsgruppe VISSCHER ET AL. dar: Zur Prüfung der Reliabilität der statischen und dynamischen Muskelprüfungen erhoben nach einer Kalibrierung mehrere Untersucher neben einander Befunde. In der Auswertung stellte sich eine höhere Übereinstimmung der Befunde der routinierteren Untersucher dar.

Die **genaue Studienbeschreibung** ist letztendlich ebenso wichtig, wie eine „saubere“ Durchführung. Ungenaue und unvollständige Beschreibungen der Inhalte stellen den Leser der Studie vor die Fragestellung, ob entsprechende Vorgehen durchgeführt worden sind. Aus den Tabellen 3.1-2 bis 3.1-5 wird unter „k.A.“ deutlich, wie viele der geprüften Inhalte unerwähnt blieben: Bei den Veröffentlichungen der Evidenzebene 4 fehlten

demnach sehr viele Angaben, auf der andere Seite waren die stärker aufgestellten Studien der Evidenzebenen 2 und 1 sorgfältig beschrieben.

4.2. Auswertung der Patientendaten

Aus den Diagrammen 3.2-3 bis 3.2-7 ist ersichtlich, dass im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur Belastungsschmerzen in *jedem* verzeichneten Bereich auftraten, wenn auch nur in Einzelfällen. Die Befunde lassen sich für jede Untersuchungsrichtung einem **Agonisten** samt **Synergisten** und **Antagonisten** zuordnen. Daneben wurden Befunde in Bereichen verzeichnet, welche keinen schmerzverursachenden anatomischen Strukturen zuzuordnen werden können und auf einen **übertragenen Schmerz** schließen lassen.

Darüber hinaus traten **Schmerzen entfernt vom Kauorgan** im engeren Sinne auf - im Bereich des Nackens.

Agonisten

Die Verteilungsmuster der Befunde bei der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur zeigen, dass insbesondere in den Agonisten der jeweiligen Unterkieferbewegungen häufig Befunde verzeichnet werden. Im Falle des Mundschlusses ist dies der M. masseter - bei der Mundöffnung die Mm.pterygoideii lateralis beider Seiten und den Bewegungen des Unterkiefers in der Horizontalen der M.pterygoideus lateralis der kontralateralen Seite der Laterotrusion .

Synergisten

Neben den Haupt-Agonisten sind weitere Muskeln an der Durchführung der Unterkieferbewegungen beteiligt. Bedingt durch die Zugrichtung der Muskelfasern wirken diese synergistisch. Bei der Prüfung der Mundöffnung sind die auftretenden

Belastungsschmerzen im submandibulären Bereich dadurch zu erklären (Diagramm 3.2-3). Die Prüfung des Mundschlusses führt dies neben den Befunden im Bereich des M. masseter ebenfalls zu Belastungsschmerzen im Bereich des M. temporalis (Diagramm 3.2-4). Bei der Protrusion treten diesbezüglich Belastungsschmerzen im Bereich der Mm. masseterici beidseits (Diagramm 3.2-5) und bei den Laterotrusionen im ipsilateralen M. masseter der jeweiligen Laterotrusionsrichtung auf (Diagramme 3.2-6 und 3.2-7).

Antagonisten

Es wurden jedoch auch Belastungsschmerzen in der antagonistisch wirkenden Muskulatur der geprüften Unterkieferrichtung verzeichnet. Im Falle der Mundöffnung (Diagramm 3.2-3) wurden mit zweit häufigsten Auftreten Belastungsschmerzen im Bereich der Mm. masseterii verzeichnet.

- Da es sich um Patienten mit Funktionsstörungen des Kauorgans handelt, ist denkbar, dass die koordinativen Funktionen der Patienten ebenfalls eingeschränkt funktionieren und die antagonistische Muskulatur *fälschlicherweise* mit aktiviert wird.
- Überlagernd könnte der Effekt hineinspielen, dass eine *überempfindliche* Muskulatur (beispielsweise die Mm. masseterici bei der Überprüfung der Mundöffnung) eine unverhältnismäßig starke Schmerzantwort liefert bei nur geringer Aktivierung.
- Zudem könnten diese Befunde damit erklärt werden, dass die jeweilige Unterkieferbewegung zu einem Dehnungsschmerz der Antagonisten führt.

Übertragener Schmerz

Aus den Diagrammen 3.2-3 bis 3.2-7 ist ersichtlich, dass in jedem Bereich Befunde verzeichnet wurden, sogar im frontalen Bereich und im Bereich der Fossa canina. Die auftretenden Schmerzen sind in diesen Bereichen jedoch keinen direkten anatomischen Strukturen zuzuordnen. Es handelt sich dabei offenbar um eine Art *ausstrahlenden* oder übertragenen Schmerz.

In der Literatur beschreiben SIMONS und TRAVELL derartige Schmerzprojektionen bereits vor Jahrzehnten (Simons und Travell 1981). Die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur zeigt hier abseits der klassischen Palpation der Kaumuskulatur zur Lokalisation von „Triggerpunkten“ eine weitere diagnostische Kraft. Auf diese Weise kann es im Rahmen der Untersuchung gelingen, *funktionelle* Beschwerden zu identifizieren, die entfernt der eigentlichen Ursache ohne die Untersuchung eventuell nicht identifiziert worden wären. Sicherlich wären vergleichende Studien in diesem Zusammenhang denkbar, in denen übertragene Schmerzen ausgelöst durch Palpation mit denen durch isometrische Anspannung ausgelösten verglichen werden.

Schmerzen in entfernten Bereichen

Belastungsschmerzen wurden jedoch auch in Bereichen verzeichnet, die sich *keiner* der bisherigen Gruppen zuordnen lassen: dem Bereich des Nackens. Die Befunde im Bereich des Nackens traten bei 13% der Patienten auf (Diagramm 3.2-8), die Prüfung der Protrusion spielt ausweislich der Befunddaten eine hervorstechende Rolle (Diagramme 3.2-5 und 3.2-9).

Die Belastungsschmerzen im Nackenbereich verdeutlichen die funktionelle Verknüpfung der überprüften Kaumuskulatur mit der Muskulatur des Nacken-/Schulterbereiches. Denkbar sind dafür synergistische Erklärungsprinzipien dahingehend, dass die dortige Muskulatur an der Durchführung der Bewegungen beteiligt ist, indem Sie den Kopf „auf den Schultern“ stabilisiert, um den Kraftaufbau gegen die Untersucherhand zu ermöglichen. Dabei handelt es sich ebenfalls um einen Befund, der aufdeckt, dass sich die dortige Muskulatur in einer Überlastungssituation befindet.

Mit der isometrischen Prüfung der Kaumuskulatur werden demnach neben den *übertragenen Schmerzen* weitere Belastungsschmerzen ausgelöst, die das *funktionelle* Geschehen aufzuklären vermögen und eine direkte Abhängigkeit der Nackenmuskulatur vom Kauorgan (und umgekehrt) offenlegen. Die auftretenden Belastungsschmerzen sollten im jeweiligen Einzelfall im Bezug auf die Gesamtsituation differenziert betrachtet werden und gegebenenfalls therapeutische Konsequenzen gezogen werden.

4.3. Klinische Relevanz

- Die Befunde der Manuellen Strukturanalyse tragen in Kombination mit den Befunden der *klassischen* klinischen Funktionsanalyse ausweislich des aktuellen Forschungsstandes zu einem Wissensgewinn bei und ermöglichen eine weitergehende Differenzierung der Befunde.
- Die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur sollte in allen Unterkiefer-Richtungen durchgeführt werden, da sonst Befunde „verloren gehen“.
- Die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur trägt dazu bei, funktionelle Zusammenhänge *außerhalb* des Kauorgans aufzuklären (Ko-Kontraktionen im Nacken).
- Die isometrische Überprüfung der Kaumuskulatur vermag dazu beizutragen, unerklärbar erscheinende Schmerzen im Gesichtsbereich durch das Aufdecken eines *übertragenen* Schmerzes aufzuklären.

5. Zusammenfassung

Hintergrund: Die *klassische* klinische Funktionsanalyse (KFAL) stellt die grundlegende Untersuchung von Patienten mit craniomandibulären Dysfunktionen dar. Daneben finden *grundlegend* andere Untersuchungstechniken Anwendung, die Ihre Ursprünge in den Untersuchungstechniken der manuellen Medizin haben und als Manuelle Strukturanalyse (MSA) zusammengefasst werden. Es stellt sich die Frage, ob alle vorgeschlagenen Untersuchungstechniken in vollem Umfang notwendig sind. Einen Beitrag zur Klärung dieser Frage hinsichtlich des Umfangs der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur liefert diese Arbeit vor dem Hintergrund der Darstellung des aktualisierten Literaturstandes.

Material und Methoden: Es wurde eine klinische Studie durchgeführt und die Daten der isometrischen Muskelüberprüfung von 625 konsekutiven Patienten aus dem laufenden Praxisbetrieb des CMD-Centrums Hamburg-Eppendorf ausgewertet. Zusätzlich wurde eine umfangreiche strukturierte Literaturrecherche in MEDLINE, EMBASE, The Cochrane Library, den Datenbanken des Quintessenz Verlages, den Verlagsdatenbanken der DZZ und eine Handsuche in den Literaturlisten der als relevant eingestuften wissenschaftlichen Veröffentlichungen durchgeführt.

Ergebnisse: Es liegt ein mittelhoher (B) bis hoher (A) Evidenzgrad der Untersuchungstechniken der MSA vor. Der diagnostische Nutzen der Befunde der MSA *allein* ist geringer als der diagnostische Nutzen der KFAL *allein*; Die Kombination der Befunde der MSA und der KFAL führt jedoch zu einem klinisch relevanten Wissensgewinn. Im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur müssen alle Unterkiefer-Richtungen geprüft werden, da sonst relevante Befunde nicht erfasst werden. Es treten hauptsächlich Belastungsschmerzen in den jeweiligen Agonisten auf. Daneben treten jedoch auch Belastungsschmerzen an weiteren, teils unerwarteten Stellen auf.

Diskussion: Das methodische Vorgehen und die inhaltliche *qualitative* Analyse der identifizierten wissenschaftlichen Artikel werden diskutiert. Im Hinblick auf die Belastungsschmerzen im Rahmen der isometrischen Überprüfung der Kaumuskulatur werden synergistische und antagonistische Befunde, *funktionelle* Ko-Kontraktionen im Nackenbereich und das Auftreten von übertragenem Schmerz diskutiert.

6. Abkürzungsverzeichnis

Verwandte Abkürzung	Bedeutung
+ / ++	erfahren / sehr erfahren
ACTA	Academic Center Amsterdam
DIMDI	Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information
DZZ	Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift
EbM	Evidence Based Medicine
EMBASE	Excerpta Medica Database
EMG	Elektromyogramm
k.A.	keine Angabe
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MeSH	Medical Subject Heading
MKGCH	Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurg
MPI	Mandibular Positions Indikator
MRT	Magnetresonanztomogramm
MSA	Manuelle Struktur Analyse
MTS	Multi Test Score
PT	Physiotherapeut
RDC/TMD	Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
RÖ	Facharzt für Röntgenologie
Stud.	Student
Tiab	Titel, Abstract
VBA	Visual Basic Application
ZA/ZÄ	Zahnarzt/Zahnärzte

7. Literaturverzeichnis

1. Ahlers, M. O. et al. (1996). Konzept der interdisziplinären Zusammenarbeit zur funktionsdiagnostischen Befunderhebung und Diagnostik. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) / Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik (AGF), 29. Jahrestagung, Bad Nauheim.
2. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat (2000). Auswertung und Prinzip der Diagnostik. Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. M. O. Ahlers und H. A. Jakstat. Hamburg, dentaConcept. 2: 225-234.
3. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat, Eds. (2000). Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. Mit Beiträgen von M.O. Ahlers, H.W. Danner, K.K.H. Gundlach, H.A. Jakstat, A. Hugger, S. Kopp, B. Kordaß, U. Lamparter, I. Peroz, A. Sadjiroen, M. Sander, J. Türp und einem Geleitwort von J.-P. Engelhardt. dentaConcept-Arbeitsbücher. Hamburg, dentaConcept.
4. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat (2001). Auswertung und Prinzip der Diagnostik. Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. M. O. Ahlers und H. A. Jakstat. Hamburg, dentaConcept. 2: 225-234.
5. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat, Eds. (2001). Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. Mit Beiträgen von M.O. Ahlers, H.W. Danner, K.K.H. Gundlach, H.A. Jakstat, A. Hugger, S. Kopp, B. Kordaß, U. Lamparter, I. Peroz, A. Sadjiroen, M. Sander, J. Türp und einem Geleitwort von J.-P. Engelhardt. dentaConcept-Arbeitsbücher. Hamburg, dentaConcept.
6. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat (2007). Auswertung und Prinzip der Diagnostik. Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. M. O. Ahlers und H. A. Jakstat. Hamburg, dentaConcept: 265-274.
7. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat, Eds. (2007). Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. Mit Beiträgen von M.O. Ahlers, U. Bingel, C. Büchel, H.W. Danner, W.B. Freesmeyer, K.K.H. Gundlach, H.A. Jakstat, A. Hugger, S. Kopp, B. Kordaß, U. Lamparter, A. May, I. Peroz, A. Sadjiroen, M. Sander, J. Türp und einem Geleitwort von J.-P. Engelhardt. dentaConcept-Arbeitsbücher. Hamburg, dentaConcept.
8. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat (2011). CMDmanu - Manuelle Strukturanalyse für Windows. Hamburg, dentaConcept.
9. Ahlers, M. O. und H. A. Jakstat, Eds. (2011). Klinische Funktionsanalyse. Interdisziplinäres Vorgehen mit optimierten Befundbögen. Mit Beiträgen von M.O. Ahlers, U. Bingel, C. Büchel, H.W. Danner, W.B. Freesmeyer, K.K.H. Gundlach, H.A. Jakstat, A. Hugger, S. Kopp, B. Kordaß, U. Lamparter, A. May, R. Nickel, I. Peroz, A. Sadjiroen, M. Sander, J. Türp und einem Geleitwort von J.-P. Engelhardt. dentaConcept-Arbeitsbücher. Hamburg, dentaConcept.

10. Ahlers, M. O. J., D.; Jakstat, H.A. (2010). "Rechtliche Voraussetzungen für die systematische Auswertung von Behandlungsdaten aus der zahnärztlichen Praxis zu Forschungszwecken." Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift **65**(3): 138-146.
11. Aronson, A. R. et al. (2004). "The NLM Indexing Initiative's Medical Text Indexer." Stud Health Technol Inform **107**(Pt 1): 268-272.
12. Bezuur, J. N. et al. (1989). "The recognition of craniomandibular disorders--an evaluation of the most reliable signs and symptoms when screening for CMD." J Oral Rehabil **16**(4): 367-372.
13. Bumann, A. und G. Groot Landeweer (1992). "Die Manuelle Funktionsanalyse. Erweiterte Untersuchung." Phillip Journal(5): 207.
14. Bumann, A. et al. (1993). "Die Bedeutung der Gelenkspieltechniken im Rahmen der Manuellen Funktionsanalyse." Zahnärztl Welt(102): 338.
15. Bumann, A. und U. Lotzmann (2000). Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. Stuttgart, Thieme.
16. Bumann, A. et al. (1994). "Vergleichende Untersuchungen zur Diagnostik einer "funktionellen Gelenkkompression" " Dtsch Zahnärztl Z. **49**(7): Dtsch Zahnärztl Z. .
17. Clark, G. T. et al. (1993). "The utility and validity of current diagnostic procedures for defining temporomandibular disorder patients." Adv Dent Res **7**(2): 97-112.
18. Conti, P. C. et al. (2002). "Interexaminer agreement for muscle palpation procedures: the efficacy of a calibration program." Cranio **20**(4): 289-294.
19. Cyriax, J. (1947). "How to examine a joint." Mag Camb Univ Med Soc **25**(2): 49.
20. Dworkin, S. F. und L. LeResche (1992). "Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique." J Craniomandib Disord **6**(4): 301-355.
21. Dworkin, S. F. et al. (1990). "Assessing clinical signs of temporomandibular disorders: reliability of clinical examiners." J Prosthet Dent **63**(5): 574-579.
22. Egger, M. et al. (1997). "Language bias in randomised controlled trials published in English and German." Lancet **350**(9074): 326-329.
23. Engelhardt, J. P. (1985). "[Functional status]." Dtsch Zahnärztl Z **40**(3): 170-176.
24. Freesmeyer, W. B. (1993). Zahnärztliche Funktionsdiagnostik. München, Wien, Carl Hanser Verlag.
25. Friedman, M. H. und J. Weisberg (1982). "Application of orthopedic principles in evaluation of the temporomandibular joint." Phys Ther **62**(5): 597-603.
26. Friedman, M. H. und J. Weisberg (1984). "Joint play movements of the temporomandibular joint: clinical considerations." Arch Phys Med Rehabil **65**(7): 413-417.

27. Fuhr, K. und T. Reiber (1995). Klinische Funktionsdiagnostik. Funktionsstörungen des Kauorgans. B. Koeck. München, Urban & Schwarzenberg. 8: 75-113.
28. Goulet, J. P. et al. (1993). "Reproducibility of examiner performance for muscle and joint palpation in the temporomandibular system following training and calibration." Community Dent Oral Epidemiol 21(2): 72-77.
29. Goulet, J. P. et al. (1998). "The reproducibility of muscle and joint tenderness detection methods and maximum mandibular movement measurement for the temporomandibular system." J Orofac Pain 12(1): 17-26.
30. Groot Landeweer, G. und A. Bumann (1991). "Die funktionelle Betrachtung des Kausystems als Grundlage der Manuellen Funktionsanalyse. I. Theroretische Ausführungen zur Basisuntersuchung. ." Z. Stomatol(9): 473.
31. Groot Landeweer, G. und A. Bumann (1992). "Die Manuelle Funktionsanalyse. Basisuntersuchung. ." Phillip Journal(4): 137.
32. Guarda Nardini, L. (2001). "[Temporomandibular joint examination reviewed]." Reumatismo 53(3): 244-249.
33. Haas, M. et al. (1990). "Interrater reliability of roentgenological evaluation of the lumbar spine in lateral bending." J Manipulative Physiol Ther 13(4): 179-189.
34. Hansson, T. L. et al. (1980). "Skrare diagnoser med ny teknik. Forslag till funktionsbedomning av kakleder and tuggmuskler." Tandläkartidningen(72): 1372-1374.
35. Hesse, J. R. et al. (1990). "Craniomandibular stiffness toward maximum mouth opening in healthy subjects: a clinical and experimental investigation." J Craniomandib Disord 4(4): 257-266.
36. Hesse, J. R. et al. (1996). "Craniomandibular stiffness in myogenous and arthrogeous CMD patients, and control subjects: a clinical and experimental investigation." J Oral Rehabil 23(6): 379-385.
37. Hesse, J. R. et al. (1997). "Subjective pain report and the outcome of several orthopaedic tests in craniomandibular disorder patients with recent pain complaints." J Oral Rehabil 24(7): 483-489.
38. Hupfauf, L. (1977). "[Functional analysis in stomatology]." Dtsch Zahnärztl Z 32(2): 69-73.
39. Kaltenborn, F. M. (1974). Manual Therapy for Extremity Joints. Oslo, Forlag Olaf Norlins Borghandel.
40. Klasser, G. D. und J. P. Okeson (2006). "The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders." J Am Dent Assoc 137(6): 763-771.
41. Kordaß, B. et al. (1995). Zur Darstellung der direkten Einwirkung manualtherapeutischer Maßnahmen auf das Kiefergelenk. Dtsch Zahnärztl Z. 50(7): 540-543.

42. Krogh-Poulsen, W. G. (1968). Management of the Occlusion of the Teeth, Part II: Examination, Diagnosis, Treatment. Facial Pain and Mandibular Dysfunction. L. Schwartz und C. M. Chayes. Philadelphia, Saunders: 249-280.
43. Liedberg, J. et al. (1996). "Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc." Dentomaxillofac Radiol **25**(5): 234-241.
44. Lobbezoo, F. et al. (2005). "Use of the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders for multinational research: translation efforts and reliability assessments in The Netherlands." J Orofac Pain **19**(4): 301-308.
45. Lobbezoo-Scholte, A. M. et al. (1994). "Interexaminer reliability of six orthopaedic tests in diagnostic subgroups of craniomandibular disorders." J Oral Rehabil **21**(3): 273-285.
46. Lobbezoo-Scholte, A. M. et al. (1993). "Diagnostic value of orthopedic tests in patients with temporomandibular disorders." J Dent Res **72**(10): 1443-1453.
47. McCarroll, R. S. et al. (1987). "Mandibular border positions and their relationships with peripheral joint mobility." J Oral Rehabil **14**(2): 125-131.
48. McNeill, C. (1990). Craniomandibular Disorders. Guidelines for Evaluation, Diagnosis and Management. Chicago, Quintessenz.
49. Menell, J. M. (1978). Joint Pain: Diagnosis and Treatment Using Manipulative Techniques. Boston, Little Brown & Co.
50. Mohl, N. D. (1993). "Reliability and validity of diagnostic modalities for temporomandibular disorders." Adv Dent Res **7**(2): 113-119.
51. Naeije, M. und T. L. Hansson (1986). "Electromyographic screening of myogenous and arthrogenous TMJ dysfunction patients." J Oral Rehabil **13**(5): 433-441.
52. Okeson, J. P. (1996). Orofacial Pain. Guidelines for Assessment, Diagnosis and Management. Chicago, Quintessence.
53. Palla, S. (1986). "[New knowledge and methods in the diagnosis of functional disorders of the masticatory system]." Schweiz Monatsschr Zahnmed **96 Spec No**: 1329-1351.
54. Pretty, I. A. und G. Maupome (2004). "A closer look at diagnosis in clinical dental practice: part 1. Reliability, validity, specificity and sensitivity of diagnostic procedures." J Can Dent Assoc **70**(4): 251-255.
55. Schmitter, M. et al. (2008). "Validity of temporomandibular disorder examination procedures for assessment of temporomandibular joint status." Am J Orthod Dentofacial Orthop **133**(6): 796-803.
56. Schulte, W. (1970). "[Guide to the use of the diagnosis and therapy scheme in myoarthropathies of the masticatory apparatus]." Dtsch Zahnärztl Z **25**(3): 437-449.
57. Schulte, W. (1985). "Was leistet die klinische Funktionsdiagnostik?" Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift **40**: 156-160.

-
58. Schwartz, L. L. (1960). Disorders of the temporomandibular joint. Philadelphia, Saunders.
59. Simons, D. G. und J. Travell (1981). "Myofascial trigger points, a possible explanation." Pain 10(1): 106-109.
60. Solberg, W. K. (1986). "Temporomandibular disorders: physical tests in diagnosis." Br Dent J 160(8): 273-277.
61. Steenks, M. H. und A. de Wijer (1991). Kiefergelenksfehlfunktionen aus physiotherapeutischer und zahnmedizinischer Sicht. Berlin, Quintessenz.
62. Stockstill, J. W. et al. (1989). "Interrater reliability in masticatory muscle palpation." J Craniomandib Disord 3(3): 143-146.
63. Tasaki, M. M. und P. L. Westesson (1993). "Temporomandibular joint: diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging." Radiology 186(3): 723-729.
64. van Doorne, L. et al. (1995). "Clinical examination of the T.M.J. interobserver reliability." Acta Stomatol Belg 92(2): 77-81.
65. Visscher, C. M. et al. (2000). "Clinical tests in distinguishing between persons with or without craniomandibular or cervical spinal pain complaints." Eur J Oral Sci 108(6): 475-483.
66. Visscher, C. M. et al. (2007). "A reliability study of dynamic and static pain tests in temporomandibular disorder patients." J Orofac Pain 21(1): 39-45.
67. Visscher, C. M. et al. (2009). "Diagnostic accuracy of temporomandibular disorder pain tests: a multicenter study." J Orofac Pain 23(2): 108-114.
68. Wiegel, W. (1990). "[Diagnosis and therapy of myo-arthropathy (Costen's syndrome)]." Laryngorhinootologie 69(7): 373-377.
69. Wijer, A. (1996). "[Neck pain and temporomandibular dysfunction]." Ned Tijdschr Tandheelkd 103(7): 263-266.
70. Wijer, A. et al. (1995). "Reliability of clinical findings in temporomandibular disorders." J Orofac Pain 9(2): 181-191.

8. Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Priv.-Doz. Dr. M. Oliver Ahlers für die Überlassung des Dissertationsthemas und die freundliche, aufmerksame und fachkundige Unterstützung bedanken. Diese Anregungen haben entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

Des Weiteren geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. Holger Jakstat für die Hilfestellung bei der Extraktion der Daten aus CMDfact und bei der Erstellung der VBA-Makros zur Auswertung der Befunddaten.

Zudem bedanke ich mich bei Frau Prof. Dr. Platzer für die freundliche Förderung und Unterstützung der Arbeit an der von ihr geleiteten Poliklinik für Zahnerhaltung und präventive Zahnheilkunde.

Meinen Eltern möchte ich *besonders* für Ihre Motivation und ihre Erinnerungen danken.

9. Lebenslauf

"entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen"

10. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift: