

Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie zum medizinischen Nutzen kieferorthopädischer Behandlung

Die Kieferorthopädie ist unverzichtbarer und integraler Bestandteil einer umfassenden synoptischen zahnmedizinischen und medizinischen Versorgung. Dabei liegen die Kernkompetenzen des Faches als medizinische Disziplin in der präventiven und korrekativen Behandlung von Fehlfunktionen, Zahnfehlstellungen und Kieferfehlstellungen mit Krankheitswert.

Kieferorthopädie als präventive Maßnahme

Dentale Traumata haben im Allgemeinen eine hohe Prävalenz, welche bis zu einem Alter von 35 Jahren mit bis zu 25% angegeben wird [1, 2]. Insbesondere Patienten mit stark nach vorne stehenden oberen Frontzähnen, einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe und zurückliegendem Unterkiefer haben ein hohes Risiko, ein Frontzahntrauma zu erleiden [3], wie auch in der AWMF-S2k-Leitlinie zur Thema „Therapie des dentalen Traumas bleibender Zähne“ (AWMF-Register-Nummer 083-004) festgehalten wird. Dabei besteht bei einem Overjet von mehr als 3 mm ein doppelt so hohes Risiko wie bei einem Overjet von < 3 mm, wie ein systematisches Review zeigt [4]. Eine aktuelle systematische Übersicht der Cochrane-Library aus dem Jahre 2018 [2] fasst Daten von 1251 Studienteilnehmern aus insgesamt 27 randomisierten kontrollierten klinischen Studien zusammen und kommt zum Schluss, dass eine frühzeitige kieferorthopädische Behandlung die Inzidenz eines Frontzahntraumas signifikant reduzieren kann, was frühere Untersuchungen bestätigt [5]. In einer Arbeit von Bauss et al. (2008) [3] wird zudem darauf hingewiesen, dass eine zusätzlich fehlende Lippenabdeckung der Schneidezähne aufgrund bestehender Malokklusionen den Schweregrad eines Frontzahntraumas erhöht. Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2015 [6] konnte zudem aufzeigen, dass bei weltweit mehr als 200 Millionen Patienten mit einem dentalen Trauma dieses zumindest anteilig auf eine vergrößerte Frontzahnstufe zurückgeführt werden kann, welche das Trauma-Risiko um das 2-3-fache steigert. Kieferorthopädischen Maßnahmen kommt daher eine wichtige präventive Funktion bezüglich der Vermeidung dentaler Frontzahntraumata bei Patienten mit Angle-Klasse II/1 zu.

Sowohl die Karies als auch die Parodontitis, welche von der WHO als „wichtigste globale orale gesundheitliche Lasten“ bezeichnet werden, weisen als sogenannte Volkskrankheiten eine hohe Prävalenz auf [7]. Obwohl nach aktuellen epidemiologischen Daten der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie ein Rückgang der Kariesprävalenz zu beobachten ist, nimmt die Prävalenz von Parodontalerkrankungen weiterhin zu [8]. Aufgrund der demografischen Entwicklung einer zunehmend älter werdenden Bevölkerung kommt der Prävention beider Erkrankungen eine entscheidende Rolle zu. In diesem Zusammenhang können ausgeprägte Engstände von Zähnen nach gegenwärtigem Stand aufgrund der sich bildenden Schmutznischen eine erhöhte Plaqueakkumulation, Karies [9–12] Gingivitiden [13, 14], parodontale Taschen (Parodontitis) [13, 15, 16] und gingivale Rezessionen [13] sowie eine Überbelastung falsch angulierter Zähne (traumatische Okklusion, Infraktionen) [13, 17–19] mit entsprechenden Folgen für die orale Gesundheit begünstigen.

Eine aktuelle klinische Langzeit-Nachbeobachtungsstudie weist darauf hin, dass eine kieferorthopädische Korrektur eines Distalbisses mittels einer festsetzenden Mechanik sowohl bezüglich dentaler Karies (DMFT-Index) als auch des Parodontalbefundes (CPI) im Vergleich zu einer unbehandelten gleichaltrigen Vergleichspopulation eine signifikante Verbesserung der oralen Gesundheit bewirken kann [20].

Im Rahmen der Prävention und interzeptiven Therapie von oralen Dysfunktionen und Habits wie Daumenlutschen, Mundatmung und Zungenpressen, welche einen wichtigen ätiologischen Faktor für Malokklusionen und Dysgnathien darstellen, kommt der Kieferorthopädie ebenfalls eine tragende Bedeutung für die orofazialen Entwicklungsprozesse zu. Nicht-apparative Verfahren sowie apparative Maßnahmen können erfolgreich eingesetzt werden [21] und somit präventiv der Entstehung pathologischer morphologischer und funktioneller Veränderungen entgegenwirken.

FAZIT: Die Kieferorthopädie ist ein auf verschiedenen medizinischen Wirkebenen hochgradig präventiv ausgerichtetes Fach im Hinblick auf Morphologie, Funktion und dentofaziale Entwicklungsprozesse.

Kieferorthopädie als kurative Maßnahme

Eine gut funktionierende Nasenatmung und ausreichender nasopharyngealer Luftraum ist eine wesentliche Voraussetzung für die korrekte Entwicklung des kranio-fazialen Systems [22]. Diese kann jedoch durch entsprechende angeborene oder erworbene Faktoren eingeschränkt sein. Nasenseptumdeviationen sowie adenoide Vegetationen der Rachenmandeln führen häufig zu einer Einschränkung der Nasenatmung mit Begünstigung einer Atmung durch den Mund, welche mit zahlreichen Nachteilen verbunden ist. Hierzu zählen eine erhöhte Kariesneigung und Gingivitis durch Austrocknung der Mundhöhle und reduzierter remineralisierender Wirkung des Speichels sowie eine erhöhte Anfälligkeit für Atemwegsinfekte und eine zunehmende Unterentwicklung des Oberkiefers in der Transversalen [23, 24]. Zur Korrektur transversaler Defizite im Oberkiefer kann als therapeutische Maßnahme unter anderem eine Gaumennahterweiterungsapparatur eingesetzt werden. Die derzeitige Studienlage weist darauf hin, dass der nasale, d.h. obere Luftraum und eine Nasenatmung durch diese Therapie signifikant verbessert werden können [25–31]. Ebenso kann eine Nasenseptumdeviation bei frühzeitiger Anwendung in der Kindheit positiv beeinflusst werden [22]. Bei wachsenden Klasse-II-Patienten mit mandibulärer Retrognathie können zudem auch funktionskieferorthopädische Apparaturen ähnlich positive Effekte auf den nasopharyngealen Luftraum haben. So konnten Xiang et al. (2017) in einem systematischen Review mit Metaanalyse zeigen, dass eine frühzeitig eingeleitete funktionskieferorthopädische Therapie bei skelettaler Unterkieferrücklage sich positiv auf die Erweiterung des oropharyngealen Luftraumes mit konsekutiv verringerter Gefahr einer Ausbildung einer obstruktiven Schlafapnoe auswirken kann [32]. Weitere Untersuchungen und eine Meta-Analyse zeigen, dass eine Gaumennahterweiterung zudem eine bestehende obstruktive Schlafapnoe verbessern sowie der Entwicklung fazialer Asymmetrien entgegenwirken kann, welche sich aus bestehenden Kreuzbissituationen entwickeln [33, 34]. In der

Therapie der obstruktiven Schlafapnoe kommen zudem intraorale herausnehmbare kieferorthopädische Apparaturen zum Einsatz, welche eine Alternative zur Standardtherapie einer nächtlichen CPAP-Beatmung darstellen können. Die aktuelle Studienlage im Rahmen verfügbarer systematischer Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen [35–39] sowie die aktuelle S2k-Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft für Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde e.V. [40] zeigen, dass intraorale kieferorthopädische Apparaturen, welche eine Vorverlagerung des Unterkiefers während des Schlafes bewirken, effektiv in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe sind. Die S3-Leitlinie „Nicht erholsamer Schlaf / Schlafstörungen“ (2017) [41] zeigt die allgemeinmedizinische Bedeutung von Unterkieferprotrusionsschienen bei Patienten mit leicht bis mittelgradiger obstruktiver Schlafapnoe und als „second-line“-Therapie auch bei höherem AHI deutlich auf. Neben schlafmedizinisch geschulten Zahnmedizinern kommt hier der Kieferorthopädie auch die zentrale Bedeutung einer Überwachung und ggf. Therapie eventuell entstehender Okklusionsveränderungen durch die Schienenbehandlung zu.

Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass bestehende Malokklusionen mit einer geringeren Kauleistung assoziiert sind [42, 43]. So konnte gezeigt werden, dass Patienten mit Malokklusionen eine um 9-34% höhere Partikelgröße des Speisebreis nach dem Kauvorgang aufwiesen als eine Kontrollgruppe und die Kauleistung mit der Schwere der Malokklusion abnimmt [42, 44, 45]. Demgegenüber zeigen weitere Studien, dass sich nach einer kieferorthopädischen Therapie die Partikelgröße nach dem Kauvorgang nicht mehr von einer Kontrollpopulation ohne Malokklusionen unterscheidet [42], was darauf hinweist, dass durch eine Korrektur von Malokklusionen eine normale Kauleistung wiederhergestellt werden kann. Verschiedene Studien haben zudem auch einen Zusammenhang zwischen einer verminderten Kauleistung und gastrointestinalen Symptomen hergestellt [46–48]. Auch gibt es Hinweise, dass ein posteriorer Kreuzbiss mit einer reduzierten Kaukraft und asymmetrischer Muskelfunktion einhergeht [49] und eine kieferorthopädische Korrektur positive Effekte auf die Kinematik des Kauvorganges hat, indem die Häufigkeit asymmetrischer sowie unphysiologischer reverser Kauzyklen reduziert wird [50].

Eine aktuelle Übersichtsarbeit zum Thema Phonetik und Sprache zeigt auf, dass bestimmte Malokklusionen mit Problemen der Phonetik und Sprachfehlern assoziiert sein können, wenngleich Störungen der Okklusion oftmals funktionell-kompensatorisch von Patienten ausgeglichen werden können, da kein Zusammenhang mit der Schwere einer Malokklusion besteht [51]. Obwohl daher eine kieferorthopädische Therapie nicht in jedem Fall zu einer Verbesserung der Phonetik führt, so kann sie die notwendigen günstigen Voraussetzungen schaffen, um eine korrekte Artikulation und Phonetik zu ermöglichen.

Bezüglich kranio-mandibulärer Dysfunktionen stellen mehrere systematische Übersichtsarbeiten [52–55] und eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2002 [56] übereinstimmend fest, dass es weder Hinweise gibt, dass eine kieferorthopädische Behandlung die Prävalenz von CMD-Symptomen erhöht, noch dass sie zuverlässig präventiv oder therapeutisch wirksam werden kann. Trotz dieser allgemein anzunehmenden „CMD-Neutralität“ [57], weisen jedoch mehrere Studien darauf hin, dass eine kieferorthopädische Korrektur bestehender Malokklusionen auch positive Effekte bezüglich CMD-Symptomen bewirken kann [58–60]. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn das Ausmaß der Malokklusion einen bestimmten Schweregrad überschreitet. Untersuchungen haben gezeigt, dass das CMD-Risiko v.a. bei Patienten mit einem anterior offenen Biss, einem

unilateralen posterioren Kreuzbiss, einem Overjet von > 6mm sowie Patienten, die 5 oder mehr bleibende Zähne verloren hatten, erhöht ist [61]. Ähnliches gilt für die skelettale Klasse II bzw. ein hyperdivergentes Wachstumsmuster, die vermehrt mit Diskusverlagerungen und degenerativen Kiefergelenkserkrankungen assoziiert sind [62].

Im Querschnittsbereich mit der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie kommt der Kieferorthopädie eine tragende Rolle in der Versorgung von Patienten mit ausgeprägten Bisslageanomalien zu und solche Kombinationsbehandlungen sind in der Regel nur in einem zeitlich gestaffelten engen Zusammenwirken von kieferorthopädischen und MKG-chirurgischen Diagnostik- und Therapiemaßnahmen umsetzbar. Die gemeinsame Versorgung ist effektiv und führt zu adäquaten skelettalen und dentalen Ergebnissen [63]. Daneben können frühzeitige (kiefer)orthopädische Maßnahmen wie die Anwendung einer Gesichtsmaske zur Protraktion der Maxilla bei Klasse-III-Patienten auch dazu beitragen, eine chirurgische Bisslagekorrektur mit potentiell assoziierter Morbidität zu vermeiden [64]. Auch im Rahmen der interdisziplinären Versorgung von Patienten mit Lippen-, Kiefer-, Gaumen- und Segelspalten ist die Kieferorthopädie eng in das synoptische Behandlungskonzept eingebunden und trägt wesentlich zur orofazialen Rehabilitation dieser Patienten bei [65–68].

Im Rahmen der zahnärztlich-restaurativen Rehabilitation trägt die Kieferorthopädie zur Verbesserung der Ausgangssituation für eine prothetische festsitzende und auch herausnehmbare Versorgung bei [69–71]. Somit wird nicht nur die Anfertigung des Zahnersatzes erleichtert bzw. überhaupt erst ermöglicht, sondern es werden auch wesentliche funktionelle und parodontale Verbesserungen für den eingegliederten Zahnersatz erreicht und seine Langzeitstabilität und Lebensdauer erhöht [71–73]. Typische kieferorthopädische Aufgaben in diesem Zusammenhang sind die strategische Pfeilerverteilung, die Aufrichtung und Parallelisierung gekippter Zähne, das präprothetische Lückenmanagement, die kieferorthopädische Extrusion zur Schaffung von Retentionsfläche und zur Wiederherstellung der biologischen Breite oder die Intrusion elongierter Antagonisten. In der vor kurzem konsentierten S3-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 083-024) „Zahnimplantatversorgungen bei multiplen Zahnnichtanlagen und Syndromen“ [74] ist der kieferorthopädische Lückenschluss u.a. auch als primäre Therapieoption bei Zahnnichtanlagen verankert. So kann bei Vorliegen von Aplasien bleibender Zähne bei bestimmten Kindern und Jugendlichen durch einen kieferorthopädischen Lückenschluss ein später notwendiger prothetischer Ersatz gänzlich vermieden bzw. in seinem Umfang deutlich reduziert werden. Durch die klinische Weiterentwicklung der Kieferorthopädie im Sinne skelettaler Verankerungsoptionen ist das Indikationsspektrum für den primär kieferorthopädischen Lückenschluss inzwischen deutlich vergrößert [75]. Der „Level of evidence“ der kieferorthopädischen Empfehlungen entspricht dabei dem der prothetischen oder prothetisch-chirurgischen Therapieoptionen.

Durch kieferorthopädische Stellungskorrekturen pathologisch gewanderter oder elongierter Zähne oder Beseitigen traumatischer okklusaler Interferenzen kann die Kieferorthopädie einen wichtigen Beitrag zur parodontalen Gesundheit eines Patienten leisten [17, 18, 76]. Zudem kann die Mundhygienefähigkeit durch Reduktion unzugänglicher oder schwer zu reinigender Nischen und Taschen maßgeblich verbessert werden [76, 77]. Eine Reduktion infraossärer Defekte und interdentaler Krater ist möglich, ebenso eine Verbreiterung der interradikulären Septen und des Interdentarraumes bei Wurzelengstand [76–78], was durch eine verbesserte Durchblutung auch die immunologische Resistenz gegenüber parodontalen Erregern verbessert [76, 78, 79]. Durch eine

kieferorthopädische Zahnbewegung kann zudem bei bestehenden parodontalen Defekten in Verbindung mit Verfahren der gesteuerten Geweberegeneration (GTR) zusätzlich Knochen und Attachment regeneriert werden [79–82], und auch bei einer Bewegung von Zähnen in atrophische Kieferbereiche Knochen entwickelt werden [83–85].

Retinierte und verlagerte Zähne sind ein relativ häufig anzutreffendes Phänomen [86]. Kieferorthopädische Maßnahmen ermöglichen eine Einstellung der betroffenen Zähne in den Zahnbogen. Studien haben gezeigt, dass die Erfolgsrate dieser Maßnahme bei jungen Patienten unter 25-30 Jahren im Bereich von 83-100% liegt, während sie in höherem Alter deutlich abnimmt [87–91]. Der entsprechend eingestellte Zahn kann dann seine physiologische Funktion im Gebiss übernehmen. Zudem entfällt die Notwendigkeit der Anfertigung eines entsprechenden Zahnersatzes mit begrenzter Lebensdauer.

FAZIT: Die Kieferorthopädie ist auf verschiedenen Ebenen, u.a. der Atmung, Überwachung und Korrektur von Störungen der Gebissentwicklung, der Wiederherstellung der Kau-effizienz, der Korrektur von überzähligen bzw. fehlenden Zähnen sowie bei interdisziplinären Therapiepfaden ein unverzichtbarer Bestandteil der dentofazialen Diagnostik und Therapie.

Kieferorthopädie und gesundheitsbezogene Lebensqualität

Obwohl die Indikation für eine kieferorthopädische Behandlung in der Regel primär funktionell-medizinisch gestellt wird, hat doch die begleitende Einstellung einer dentofazialen Ästhetik ebenfalls eine wesentliche medizinische Bedeutung, da sie die Psyche der Patienten und die damit assoziierte empfundene mundgesundheitsbezogene Lebensqualität betreffen.

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass sich Malokklusionen negativ auf die Lebensqualität auswirken, kieferorthopädische Maßnahmen dagegen zu einer Steigerung der Lebensqualität und des Selbstbewusstseins [92, 93] von Patienten und auch deren Familien führen [94], was in mehreren systematischen Übersichtsarbeiten bei einem guten Evidenzniveau aufgrund mehrerer verfügbarer Studien [95] aufgezeigt wurde [96–99]. Weitere Studien haben zudem ergeben, dass Kinder vor allem wegen fehlpositionierter Zähne und ihrem oralen Erscheinungsbild gehänselt und schikaniert werden, was negative Auswirkungen auf die Entwicklung sozialer Kompetenzen im Umgang mit anderen Menschen sowie der eigenen emotionalen Entwicklung und das Selbstwertgefühl haben kann [100, 101]. Eine frühzeitige Korrektur von Malokklusionen durch eine interzeptive kieferorthopädische Behandlung kann in diesen Fällen präventiv als auch kurativ signifikante positive Effekte erzielen [102].

Quellenverzeichnis

1. Glendor U (2008) Epidemiology of traumatic dental injuries--a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol* 24(6): 603–611. doi: 10.1111/j.1600-9657.2008.00696.x
2. Batista KB, Thiruvengkatachari B, Harrison JE et al. (2018) Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD003452. doi: 10.1002/14651858.CD003452.pub4
3. Bauss O, Freitag S, Röhling J et al. (2008) Influence of overjet and lip coverage on the prevalence and severity of incisor trauma. *J Orofac Orthop* 69(6): 402–410. doi: 10.1007/s00056-008-8805-1
4. Nguyen QV, Bezemer PD, Habets L et al. (1999) A systematic review of the relationship between overjet size and traumatic dental injuries. *Eur J Orthod* 21(5): 503–515
5. Kalha AS (2014) Early orthodontic treatment reduced incisal trauma in children with class II malocclusions. *Evid Based Dent* 15(1): 18–20. doi: 10.1038/sj.ebd.6400986
6. Petti S (2015) Over two hundred million injuries to anterior teeth attributable to large overjet: A meta-analysis. *Dent Traumatol* 31(1): 1–8. doi: 10.1111/edt.12126
7. World Health Organization WHO | What is the burden of oral disease? http://www.who.int/oral_health/disease_burden/global/en/. Accessed 16 May 2018
8. Jordan AR, Micheelis W, Cholmakow-Bodechtel C (2016) Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Materialienreihe / IDZ, Institut der Deutschen Zahnärzte, Band 35. Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln
9. Gaikwad SS, Gheware A, Kamatagi L et al. (2014) Dental caries and its relationship to malocclusion in permanent dentition among 12-15 year old school going children. *J Int Oral Health* 6(5): 27–30
10. Sá-Pinto AC, Rego TM, Marques LS et al. (2018) Association between malocclusion and dental caries in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent* 19(2): 73–82. doi: 10.1007/s40368-018-0333-0
11. Feldens CA, Dos Santos Dullius AI, Kramer PF et al. (2015) Impact of malocclusion and dentofacial anomalies on the prevalence and severity of dental caries among adolescents. *Angle Orthod* 85(6): 1027–1034. doi: 10.2319/100914-722.1
12. Stahl F, Grabowski R (2004) Malocclusion and caries prevalence: Is there a connection in the primary and mixed dentitions? *Clin Oral Investig* 8(2): 86–90. doi: 10.1007/s00784-003-0244-1
13. Staufer K, Landmesser H (2004) Effects of crowding in the lower anterior segment--a risk evaluation depending upon the degree of crowding. *J Orofac Orthop* 65(1): 13–25. doi: 10.1007/s00056-004-0207-4
14. van Gastel J, Quirynen M, Teughels W et al. (2007) The relationships between malocclusion, fixed orthodontic appliances and periodontal disease. A review of the literature. *Aust Orthod J* 23(2): 121–129
15. Alsulaiman AA, Kaye E, Jones J et al. (2018) Incisor malalignment and the risk of periodontal disease progression. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 153(4): 512–522. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.015
16. Bollen A-M (2008) Effects of malocclusions and orthodontics on periodontal health: Evidence from a systematic review. *J Dent Educ* 72(8): 912–918

17. Burgett FG (1995) Trauma from occlusion. Periodontal concerns. *Dent Clin North Am* 39(2): 301–311
18. Harrel SK, Nunn ME (2009) The association of occlusal contacts with the presence of increased periodontal probing depth. *J Clin Periodontol* 36(12): 1035–1042. doi: 10.1111/j.1600-051X.2009.01486.x
19. Chambrone L, Chambrone LA, Lima LA (2010) Effects of occlusal overload on peri-implant tissue health: A systematic review of animal-model studies. *J Periodontol* 81(10): 1367–1378. doi: 10.1902/jop.2010.100176
20. Bock NC, Saffar M, Hudel H et al. (2018) Langfristige Effekte einer kieferorthopädischen Klasse-II-Behandlung auf die Mundgesundheit (Long-term effects of Class II orthodontic treatment on oral health). *J Orofac Orthop* 79(2): 96–108. doi: 10.1007/s00056-018-0125-5
21. Borrie FRP, Bearn DR, Innes NPT et al. (2015) Interventions for the cessation of non-nutritive sucking habits in children. *Cochrane Database Syst Rev*(3): CD008694. doi: 10.1002/14651858.CD008694.pub2
22. Aziz T, Ansari K, Lagravere MO et al. (2015) Effect of non-surgical maxillary expansion on the nasal septum deviation: A systematic review. *Prog Orthod* 16: 15. doi: 10.1186/s40510-015-0084-y
23. Emslie RD, Massler M, Zwemer JD (1952) Mouth Breathing: I. Etiology and Effects (a Review). *The Journal of the American Dental Association* 44(5): 506–521. doi: 10.14219/jada.archive.1952.0099
24. Proffit WR (2018) *Contemporary Orthodontics*. Elsevier Mosby, [S.l.]
25. Baratieri C, Alves M, Souza MMG de et al. (2011) Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140(2): 146–156. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.02.019
26. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA et al. (2017) Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 39(5): 463–473. doi: 10.1093/ejo/cjw048
27. Castillo JL (2012) Maxillary expansion may increase airway dimensions and improve breathing. *J Evid Based Dent Pract* 12(1): 14–17. doi: 10.1016/j.jebdp.2011.12.007
28. Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y et al. (2013) Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143(2): 235–245. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.09.014
29. Lee W-C, Tu Y-K, Huang C-S et al. (2018) Pharyngeal airway changes following maxillary expansion or protraction: A meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 21(1): 4–11. doi: 10.1111/ocr.12208
30. Monini S, Malagola C, Villa MP et al. (2009) Rapid maxillary expansion for the treatment of nasal obstruction in children younger than 12 years. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 135(1): 22–27. doi: 10.1001/archoto.2008.521
31. Camacho M, Chang ET, Song SA et al. (2017) Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 127(7): 1712–1719. doi: 10.1002/lary.26352
32. Xiang M, Hu B, Liu Y et al. (2017) Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 97: 170–180. doi: 10.1016/j.ijporl.2017.04.009

33. McNamara JA, Lione R, Franchi L et al. (2015) The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Prog Orthod* 16: 33. doi: 10.1186/s40510-015-0105-x
34. Machado-Júnior A-J, Zancanella E, Crespo A-N (2016) Rapid maxillary expansion and obstructive sleep apnea: A review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 21(4): e465-9
35. Zhu Y, Long H, Jian F et al. (2015) The effectiveness of oral appliances for obstructive sleep apnea syndrome: A meta-analysis. *J Dent* 43(12): 1394–1402. doi: 10.1016/j.jdent.2015.10.008
36. Marklund M (2017) Update on Oral Appliance Therapy for OSA. *Curr Sleep Med Rep* 3(3): 143–151. doi: 10.1007/s40675-017-0080-5
37. Schwartz M, Acosta L, Hung Y-L et al. (2017) Effects of CPAP and mandibular advancement device treatment in obstructive sleep apnea patients: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath*. doi: 10.1007/s11325-017-1590-6
38. Carvalho FR, Lentini-Oliveira DA, Prado LB et al. (2016) Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database Syst Rev* 10: CD005520. doi: 10.1002/14651858.CD005520.pub3
39. AlRumaih HS, Baba NZ, AlShehri A et al. (2018) Obstructive Sleep Apnea Management: An Overview of the Literature. *J Prosthodont* 27(3): 260–265. doi: 10.1111/jopr.12530
40. Stuck BA, Dreher A, Heiser C et al. (2013) S2k-Leitlinie "Diagnostik und Therapie des Schnarchens des Erwachsenen": Vorgelegt von der Arbeitsgemeinschaft Schlafmedizin der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V (Sk2 guidelines "diagnosis and therapy of snoring in adults" : compiled by the sleep medicine working group of the German Society of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery). *HNO* 61(11): 944–957. doi: 10.1007/s00106-013-2775-3
41. DGSM (2017) S3-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 063-001) Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörung Kapitel „Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen“: Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM)
42. Gameiro GH, Magalhães IB, Szymanski MM et al. (2017) Is the main goal of mastication achieved after orthodontic treatment? A prospective longitudinal study. *Dental Press J Orthod* 22(3): 72–78. doi: 10.1590/2177-6709.22.3.072-078.oar
43. Magalhães IB, Pereira LJ, Marques LS et al. (2010) The influence of malocclusion on masticatory performance. A systematic review. *Angle Orthod* 80(5): 981–987. doi: 10.2319/011910-33.1
44. English JD, Buschang PH, Throckmorton GS (2002) Does malocclusion affect masticatory performance? *Angle Orthod* 72(1): 21–27. doi: 10.1043/0003-3219(2002)072<0021:DMAMP>2.0.CO;2
45. Khosravanifard B, Ghanbari-Azarnir S, Rakhshan H et al. (2012) Association between orthodontic treatment need and masticatory performance. *Orthodontics (Chic)* 13(1): e20-8
46. Koike S, Sujino T, Ohmori H et al. (2013) Gastric emptying rate in subjects with malocclusion examined by (13) C breath test. *J Oral Rehabil* 40(8): 574–581. doi: 10.1111/joor.12073
47. Suzuki J, Shimazaki K, Koike S et al. (2018) Gastric emptying rate before and after orthodontic treatment examined with the 13C breath test: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 153(3): 347–354. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.06.025
48. Proff P (2010) Malocclusion, mastication and the gastrointestinal system: A review. *J Orofac Orthop* 71(2): 96–107. doi: 10.1007/s00056-010-0909-8

49. Andrade AdS, Gameiro GH, Derossi M et al. (2009) Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod* 79(2): 380–386. doi: 10.2319/030708-137.1
50. Piancino MG, Cordero-Ricardo M, Cannavale R et al. (2017) Improvement of masticatory kinematic parameters after correction of unilateral posterior crossbite: Reasons for functional retention. *Angle Orthod* 87(6): 871–877. doi: 10.2319/020917-98.1
51. Doshi UH, Bhad-Patil WA (2011) Speech defect and orthodontics: A contemporary review. *Orthodontics (Chic)* 12(4): 340–353
52. Leite RA, Rodrigues JF, Sakima MT et al. (2013) Relationship between temporomandibular disorders and orthodontic treatment: A literature review. *Dental Press J Orthod* 18: 150–157
53. McNamara JA, JR, Seligman DA, Okeson JP (1995) Occlusion, Orthodontic treatment, and temporomandibular disorders: A review. *J Orofac Pain* 9: 73–90
54. McNamara JA, JR, Turp JC (1997) Orthodontic treatment and temporomandibular disorders: Is there a relationship? Part 1: Clinical studies. *J Orofac Orthop* 58: 74–89
55. Moreno-Hay I, Okeson JP (2015) Does altering the occlusal vertical dimension produce temporomandibular disorders? A literature review. *J Oral Rehabil* 42: 875–882. doi: 10.1111/joor.12326
56. Kim M-R, Graber TM, Viana MA (2002) Orthodontics and temporomandibular disorder: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121: 438–446
57. Manfredini D, Stellini E, Gracco A et al. (2016) Orthodontics is temporomandibular disorder-neutral. *Angle Orthod* 86: 649–654. doi: 10.2319/051015-318.1
58. Tecco S, Marzo G, Crincoli V et al. (2012) The prognosis of myofascial pain syndrome (MPS) during a fixed orthodontic treatment. *Cranio* 30: 52–71. doi: 10.1179/crn.2012.007
59. Egermark I, Rönnerman A (1995) Temporomandibular disorders in the active phase of orthodontic treatment. *J Oral Rehabil* 22: 613–618
60. Olsson M, Lindqvist B (1995) Mandibular function before and after orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 17: 205–214
61. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA (1993) A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. *J Dent Res* 72(6): 968–979. doi: 10.1177/00220345930720061301
62. Manfredini D, Segu M, Arveda N et al. (2016) Temporomandibular Joint Disorders in Patients With Different Facial Morphology. A Systematic Review of the Literature. *J Oral Maxillofac Surg* 74: 29–46. doi: 10.1016/j.joms.2015.07.006
63. O'Brien K, Wright J, Conboy F et al. (2009) Prospective, multi-center study of the effectiveness of orthodontic/orthognathic surgery care in the United Kingdom. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135(6): 709–714. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.043
64. Mandall N, Cousley R, DiBiase A et al. (2016) Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery: A multi-centre, two-arm parallel randomized, controlled trial. *J Orthod* 43(3): 164–175. doi: 10.1080/14653125.2016.1201302
65. Cash AC (2012) Orthodontic treatment in the management of cleft lip and palate. *Front Oral Biol* 16: 111–123. doi: 10.1159/000337665
66. Hartzell LD, Kilpatrick LA (2014) Diagnosis and management of patients with clefts: A comprehensive and interdisciplinary approach. *Otolaryngol Clin North Am* 47(5): 821–852. doi: 10.1016/j.otc.2014.06.010

67. Vig KWL, Mercado AM (2015) Overview of orthodontic care for children with cleft lip and palate, 1915-2015. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 148(4): 543–556. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.07.021
68. Sandler PJ, Murray A, Orr R et al. (2014) The long and winding road part 2. The CLP patient's journey, 0-21 years. *Dent Update* 41(1): 20-2, 24-6. doi: 10.12968/denu.2014.41.1.20
69. Bantleon HP, Droschl H, Permann I et al. (1988) Fortschritte in der präprothetischen Kieferorthopädie (Advances in preprosthetic orthodontic treatment). *Z Stomatol* 85(8): 443–454
70. Harzer W, Reinhardt A (1987) Möglichkeiten präprothetischer Kieferorthopädie (Possibilities of the preprosthetic jaw orthopedics). *Zahntechnik (Berl)* 28(5): 210–212
71. Diedrich P (1996) Preprosthetic orthodontics. *J Orofac Orthop* 57(2): 102–116
72. Wagenberg BD, Eskow RN, Langer B (1980) Orthodontic procedures that improve the periodontal prognosis. *J Am Dent Assoc* 100(3): 370–373
73. Wagenberg BD (1993) The role of orthodontics in periodontics and restorative dentistry. *Compendium* 14(9): 1180, 1182, 1184–8; quiz 1188
74. DGI/DGZMK (2016) S3-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 083-024) „Zahnimplantatversorgungen bei multiplen Zahnnichtanlagen und Syndromen“: Deutsche Gesellschaft für Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich (DGI), Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-024.html>. Accessed 02 May 2018
75. Ludwig B, Hourfar J, Lux CJ (2013) Kieferorthopädischer Lückenschluss bei nicht angelegten oberen seitlichen Schneidezähnen. *ZM (Zahnärztliche Mitteilungen)* 103: 52–58
76. Kirschneck C, Proff P (2016) Kieferorthopädische Behandlung im parodontal geschädigten Gebiss – Vorteile, Möglichkeiten und Limitationen. *Inf Orthod Kieferorthop* 48(02): 79–86. doi: 10.1055/s-0042-107170
77. Kokich V, Mathews D (2006) Die kieferorthopädische Behandlung erwachsener Patienten mit Parodontopathien. *Inf Orthod Kieferorthop* 38(4): 221–235. doi: 10.1055/s-2006-955238
78. Diedrich P, Fritz U (2006) Wechselwirkungen zwischen Parodontologie und der kieferorthopädischen Behandlung Erwachsener. *Inf Orthod Kieferorthop* 38(3): 189–199. doi: 10.1055/s-2006-942156
79. Diedrich P, Fritz U, Kinzinger G et al. (2003) Movement of periodontally affected teeth after guided tissue regeneration (GTR)--an experimental pilot study in animals. *J Orofac Orthop* 64(3): 214–227. doi: 10.1007/s00056-003-0240-8
80. Attia MS, Shoreibah EA, Ibrahim SA et al. (2012) Regenerative therapy of osseous defects combined with orthodontic tooth movement. *J Int Acad Periodontol* 14(1): 17–25
81. Diedrich PR (1996) Guided tissue regeneration associated with orthodontic therapy. *Semin Orthod* 2(1): 39–45
82. Attia MS, Shoreibah EA, Ibrahim SA et al. (2012) Histological evaluation of osseous defects combined with orthodontic tooth movement. *J Int Acad Periodontol* 14(1): 7–16
83. Wehrbein H, Riess H, Meyer R et al. (1990) Körperliche Zahnbewegung in atrophierte Kieferabschnitte (Bodily movement of teeth in atrophic jaw segments). *Dtsch Zahnarzl Z* 45(3): 168–171
84. Lindskog-Stokland B, Wennström JL, Nyman S et al. (1993) Orthodontic tooth movement into edentulous areas with reduced bone height. An experimental study in the dog. *Eur J Orthod* 15(2): 89–96

85. Lindskog-Stokland B, Hansen K, Ekestubbe A et al. (2013) Orthodontic tooth movement into edentulous ridge areas—a case series. *Eur J Orthod* 35(3): 277–285. doi: 10.1093/ejo/cjr029
86. Kaczor-Urbanowicz K, Zadurska M, Czochrowska E (2016) Impacted Teeth: An Interdisciplinary Perspective. *Adv Clin Exp Med* 25(3): 575–585. doi: 10.17219/acem/37451
87. Becker A, Chaushu S (2003) Success rate and duration of orthodontic treatment for adult patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 124(5): 509–514. doi: 10.1016/S088954060300578X
88. Chaushu S, Becker T, Becker A (2015) Impacted central incisors: Factors affecting prognosis and treatment duration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 147(3): 355–362. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.11.019
89. Dalessandri D, Parrini S, Rubiano R et al. (2017) Impacted and transmigrant mandibular canines incidence, aetiology, and treatment: A systematic review. *Eur J Orthod* 39(2): 161–169. doi: 10.1093/ejo/cjw027
90. Harzer W, Seifert D, Mahdi Y (1994) Die kieferorthopädische Einordnung retinierter Eckzähne unter besonderer Berücksichtigung des Behandlungsalters, der Angulation und der dynamischen Okklusion (The orthodontic classification of impacted canines with special reference to the age at treatment, the angulation and dynamic occlusion). *Fortschr Kieferorthop* 55(2): 47–53
91. Zhang J, Zhang W-j, Wang X-x et al. (2006) Orthodontic traction of impacted maxillary canine: A comparison of different ages. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 15(2): 130–132
92. Turpin DL (2007) Orthodontic treatment and self-esteem. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 131(5): 571–572. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.03.009
93. Kenealy P, Hackett P, Frude N et al. (1991) The psychological benefit of orthodontic treatment. Its relevance to dental health education. *N Y State Dent J* 57(5): 32–34
94. Johal A, Cheung MYH, Marcene W (2007) The impact of two different malocclusion traits on quality of life. *Br Dent J* 202(2): E2
95. Dimberg L, Arnrup K, Bondemark L (2015) The impact of malocclusion on the quality of life among children and adolescents: A systematic review of quantitative studies. *Eur J Orthod* 37(3): 238–247. doi: 10.1093/ejo/cju046
96. Andiappan M, Gao W, Bernabé E et al. (2015) Malocclusion, orthodontic treatment, and the Oral Health Impact Profile (OHIP-14): Systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod* 85(3): 493–500. doi: 10.2319/051414-348.1
97. Kragt L, Dharmo B, Wolvius EB et al. (2016) The impact of malocclusions on oral health-related quality of life in children—a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 20(8): 1881–1894. doi: 10.1007/s00784-015-1681-3
98. Piassi E, Antunes LS, Antunes LAA (2016) Orthodontic treatment reduces the impact on children and adolescents' oral health-related quality of life. *Indian J Dent Res* 27(2): 213–219. doi: 10.4103/0970-9290.183122
99. Sun L, Wong HM, McGrath CP (2017) Relationship Between the Severity of Malocclusion and Oral Health Related Quality of Life: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oral Health Prev Dent* 15(6): 503–517. doi: 10.3290/j.ohpd.a38994
100. Shaw WC, Meek SC, Jones DS (1980) Nicknames, teasing, harassment and the salience of dental features among school children. *Br J Orthod* 7(2): 75–80

101. Seehra J, Fleming PS, Newton T et al. (2011) Bullying in orthodontic patients and its relationship to malocclusion, self-esteem and oral health-related quality of life. J Orthod 38(4): 247-56; quiz 294. doi: 10.1179/14653121141641
102. Seehra J, Newton JT, Dibiasi AT (2013) Interceptive orthodontic treatment in bullied adolescents and its impact on self-esteem and oral-health-related quality of life. Eur J Orthod 35(5): 615–621. doi: 10.1093/ejo/cjs051