

Persönliche PDF-Datei für

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags



Das Damon-Bracket – Ein Review

The Damon Bracket – A Review of the Literature

Autor

Henning Madsen

Institut

Kieferorthopädische Fachpraxis,

Schlüsselwörter

selbstligierende Brackets, Damon-Bracket, kieferorthopädische Behandlung, orthodontische Nivellierung, Behandlungsdauer, orthodontischer Schmerz, orthodontische Expansion

Key words

self-ligating brackets, Damon-bracket, orthodontic treatment, orthodontic alignment, treatment duration, orthodontic pain, orthodontic expansion

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0634-5528>

Inf Orthod Kieferorthop 2018; 50: 135–139

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0020-0336

Korrespondenzadresse

Dr. Henning Madsen

Q7, 3

68161 Mannheim

Tel.: +49/0621/17888222

madsen@madsen.de

ZUSAMMENFASSUNG

Unter den zahlreichen selbstligierenden Brackets auf dem Markt wird besonders das Damon-Bracket mit der Behauptung vermarktet, große Vorteile gegenüber anderen Brackets zu haben. Schnellere Nivellierung, kürzere Behandlungsdauer, weniger Termine, weniger Schmerzen und kürzere Arbeitszeit am Zahnarztstuhl werden als Vorzüge angeführt. Ein Review der Literatur zeigt jedoch, dass allein die kürzere Arbeitszeit belegbar ist, während es keine Evidenz für weitere besondere Vorzüge des Damon-Brackets gibt.

ABSTRACT

Among the many self-ligating brackets on the market especially the Damon-bracket is marketed with claims of superiority against other brackets. Faster alignment, shorter treatment duration, less appointments, less pain and shorter chair-side time are presented as advantages of the product. However, a literature review shows that only shorter chair-side time is proven, while there is no evidence for any other specific advantages of the Damon-bracket.

Traditionell wurden orthodontische Drähte mit Drahtligaturen, später auch mit elastischen Ligaturen an den Brackets befestigt. Versuche, das zeitaufwändige konventionelle Ligieren (CL), durch einen in das Bracket inkorporierten Schließmechanismus zu umgehen, hat es zahlreiche gegeben. Vom Ford Lock (1935) bis zum Brader Bracket (1967) sind gut ein Dutzend verschiedene Designs selbstligierender (SL-)Brackets publiziert worden, von denen keines nennenswerte Verbreitung erreichte. Diese Designs waren nahezu alle vom passiv-selbstligierenden (pSL) Typ, der historisch also ein alter Hut ist. Die ersten SL-Bracket mit kommerziellen Erfolg war Ormcos Edgelock-Bracket (1973), das Speed-Bracket (1980) und A-Company's Activa-Bracket (1986). Während das aktiv selbstligierende (aSL) Speed-Bracket noch heute am Markt ist, verschwanden die beiden pSL-Brackets Edgelock und Activa nach einigen Jahren wieder.

Das passiv selbstligierende Damon Bracket kam 1997 auf den Markt, damals noch unter der Ägide von A-Company, und wurde

zunächst relativ bescheiden als „low-friction“, „low-force“ sowie unter Hinweis auf kürzere Stuhlzeiten beim Bogenwechsel beworben. Tatsächlich konnte in Zugversuchen im Labor gezeigt werden, dass die Friktion im Slot gegenüber CL-Brackets mit aSL-Brackets mehr als halbiert, mit pSL-Brackets wie dem Damon-Bracket jedoch bis über 90 % reduziert werden kann [1–5] – ob diese Messwerte klinische Auswirkungen haben würden, blieb dagegen lange Zeit spekulativ. Erst mit der Übernahme von A-Company durch Ormco im Jahr 1998 und der Einführung des Damon 2-Brackets im Jahr 1999 änderten sich die Aussagen des Herstellers und seiner Referentenschar drastisch. Damon sollte nicht mehr nur ein Bracket sein, sondern ein „System“, das einen „Quantensprung“ in der Kieferorthopädie zur Folge habe [6]. Als Vorteile des „Damon-Systems“ wurden jetzt angegeben: schnellere Nivellierung und kürzere Behandlungsdauer, weniger Behandlungstermine, höhere Ergebnisqualität und besserer Patientenkomfort.

Dazu wurde eine Theorie geliefert, nach der die mit dem „Damon-System“ auftretenden Kräfte so gering seien, dass der arterielle Blutdruck im Parodont nicht überstiegen werde. Dank dieser geringen Kräfte käme es nicht, wie bei CL und aSL, zur Protrusion der Frontzähne während der Nivellierung, sondern die orale Muskulatur würde die gesamte Dentition nach distal bewegen (Lip-Bumper Effekt), und es käme zu einer posterioren Expansion. Durch diese grundsätzlich andere Mechanik könne nicht nur auf Zusatzapparaturen wie die Gaumennahterweiterung (GNE) und den Headgear verzichtet werden, sondern in der Regel auch auf Extraktionen von Zähnen und selbst auf Dysgnathiechirurgie [7]. Im Jahr 2001 wurden die beiden ersten Studien zum Damon-Bracket veröffentlicht, die für die Richtigkeit vieler dieser Aussagen sprachen [8, 9]. Beides waren jedoch retrospektive Studien, die methodische Schwächen wie Selektions-bias und mögliche Inhomogenität der untersuchten Gruppen aufweisen. Der Autor einer der beiden Studien war bereits seit 1997 als Referent für Ormco tätig, ohne dass dies als Interessenkonflikt erwähnt wurde [9]. In den folgenden Jahren wurden zahlreiche methodisch hochwertige Studien zum Damon-Bracket publiziert, vor allem randomisierte, kontrollierte Studien und einige Split-Mouth-Studien, in denen die optimistischen Ergebnisse der beiden erstgenannten Artikel nicht reproduziert werden konnten. Die Aussagen zum „Damon-System“ werden im Folgenden mit den Ergebnissen dieser Studien abgeglichen werden. Der Pyramide der klinischen Evidenz folgend werden dabei nur kontrollierte klinische Studien (CCTs) und randomisierte klinische Studien (RCTs) berücksichtigt; lediglich für die Bewertung der Arbeitszeiten am Zahnarztstuhl werden auch Querschnittsstudien herangezogen.

Initiales Alignment

In einer Split-mouth Studie waren die Verbesserungen mit dem Damon-Bracket etwas schlechter als mit einem CL-Bracket, wobei der Unterschied unter der Signifikanz-Schwelle blieb [10]. In einem CCT fand sich ein etwas besserer Effekt des Damon-Brackets bei leichten Engständen, während bei ausgeprägten Engständen kein Unterschied bestand [11]. In dieser Studie wie auch in vier RCTs [12–15] konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Damon und CL-Brackets festgestellt werden. Ebenso erwiesen sich in einem CCT keine signifikanten Unterschiede zu aSL-Brackets [16]. In einem weiteren RCT erwies sich die Nivellierungsgeschwindigkeit eines CL-Brackets als sowohl dem Damon-Bracket als auch einem aSL-Bracket überlegen, was aber ebenfalls statistisch insignifikant blieb [17].

Behandlungsdauer, Behandlungstermine und Ergebnisqualität

In 2 RCTs konnte kein Unterschied in der Behandlungsdauer zwischen Damon und CL-Bracket nachgewiesen werden [18, 19], während in einem weiteren RCT die Behandlungsdauer mit dem Damon-Bracket um 1,3 Monate länger war als mit einem aSL-Bracket, was jedoch unterhalb der statistischen Signifikanz blieb [20]. In einem weiteren RCT zeigten sich bezüglich der Anzahl der Behandlungstermine wie auch der Ergebnisqualität keine Unterschiede zwischen Damon und CL-Bracket [18].

Veränderung der Bogenform

In einem CCT wurde kein Unterschied bezüglich Expansion von Eckzähnen und Prämolaren, jedoch eine um 0,77 mm vergrößerte Expansion im Molarenbereich und gleichzeitig 1,09 mm weniger Protrusion der unteren Front in der Damon-Gruppe gefunden. Beides war statistisch signifikant, aber fern von klinischer Bedeutsamkeit [21]. In zwei CCTs wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Damon und CL in Bezug auf die Protrusion der unteren Front und die Eckzahnbreiten gefunden, jedoch eine um 1,4 mm bzw. 1,61 mm größere Expansion im Molarenbereich in der Damon-Gruppe, was statistisch gerade Signifikanzniveau erreichte [11, 22]. Interessanterweise konnten in einem späteren RCT derselben Autorengruppe kein Unterschied bezüglich Eckzahn- und Molarenbreiten zwischen Damon und CL festgestellt werden [13]. Auch in einem weiteren RCT einer anderen Autorengruppe konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Bogenbreiten und der Protrusion der unteren Front festgestellt werden, auch wenn die Damon-Gruppe 0,6° weniger Protrusion aufwies [14]. Der Verdacht liegt nahe, dass manche der geringen Differenzen zwischen Damon und CL den methodischen Schwächen einiger Studien geschuldet sind. So wurden in mindestens einer Studie für Damon- und CL-Gruppen auch unterschiedliche Drahtbögen genutzt [11], und für alle CCTs besteht ein erhöhtes Bias-Risiko wegen inhomogen zusammengesetzter Gruppen.

Mechanik und Kraftniveau

Untersucht wurde im Rahmen eines RCTs, ob die Expansion im Seitenzahnbereich zwischen Damon und aSL-Brackets Unterschiede aufweist. Die Autoren analysierten dafür DVT-Röntgenbilder und stellten fest, dass in beiden Gruppen die Expansion als Bukkalippung der Seitenzähne mit gleichzeitiger Ausdünnung der bukkalen Knochenbedeckung verlief [23]. Dieser stereotype Effekt einer dentalen Kippung widerspricht der Auffassung, Damon würde eine besondere Form der Expansion bewirken, die den Einsatz skelettaler Expansion nach Art der GNE überflüssig machen könne.

Ebenso unsubstantiiert ist die Behauptung, das „Damon-System“ arbeite mit besonders niedrigen Kräften, die idealerweise den Kapillardruck nicht überschreiten würden. So wurde für Ormcos 0,013“ Copper Niti im Laborversuch dasselbe Kraftniveau wie das eines handelsüblichen 0,016“ wärmeaktivierten Niti festgestellt, während der 0,016“ Copper Niti dem Kraftniveau eines entsprechenden 0,018“ Niti entsprach [24]. Die verwendeten Kräfte sind also keineswegs dem Bereich „low force“ zuzuordnen.

Lückenschluss und Gleitmechanik

Nach Zugversuchen an Typodonten im Labor hatten die Autoren einer Studie geschlossen, das Damon-Bracket wäre zu bevorzugen, wenn Gleitmechanik gewählt wird [3]. Dies konnte in klinischen Studien jedoch nicht bestätigt werden. In einer Split-mouth-Studie wurde die Eckzahnretraktion von Damon, einem weiteren pSL-Bracket und einem CL-Bracket gemessen. Dabei erwies sich das CL-Bracket als beiden pSL-Brackets, besonders aber gegen das Damon-Bracket, als überlegen, was die Autoren auf die größere Breite des CL-Brackets zurückführen [25]. Ebenfalls kein Unterschied im

Schließen von Extraktionslücken fand sich in einem dreiarmligen RCT, in dem Damon mit einem aSL- und einem CL-Bracket verglichen wurde [17]. Der Widerspruch zwischen den optimistischen Ergebnissen aus dem Labor und den enttäuschenden klinischen Befunden zeigt einmal mehr, dass die Ergebnisse von „bench research“ nicht umstandslos in die klinische Realität übertragen werden können.

Schmerz und Komfort

Sowohl in einer Split-mouth-Studie [10] als auch in einem RCT [26] wurde kein Unterschied in der Schmerzempfindung der Patienten zwischen Damon und CL-Brackets nachgewiesen. In 3 weiteren RCTs wurde eine etwas geringere Schmerzstärke bei der Verwendung von Damon gegenüber CL-Brackets [12, 27, 28], in einem RCT gegenüber einem aSL-Bracket gefunden [29], wobei die Differenz typischerweise 24 Stunden nach Eingliederung etwa eine Einheit auf der 10-stufigen numerischen Ratingskala für Schmerzempfindung betrug, um danach abzunehmen. In einer dieser Studien war trotz der unterschiedlichen Schmerzstärke der Analgetikakonsum in beiden Gruppen gleich [27], während in einer anderen Studie 70 % der Patienten mit aSL-Brackets Analgetika einnahmen gegenüber 56,66 % der Patienten mit Damon-Brackets [29]. Die Autoren einer dieser Studien kommentierten, die Unterschiede wären „close to significant, but unlikely to be clinically relevant“ [27].

Während in einer Split-mouth-Studie mit Damon etwas mehr Missempfindungen an der oralen Mukosa als mit CL-Brackets auftraten, ohne dass dieser Unterschied statistische Signifikanz erreichte [10], wurde in einem RCT ein signifikant besserer Weichteilkomfort für das Damon-Bracket gefunden wurde. Die Autoren der zweiten Studie vermuten, dass die Verwendung unterschiedlicher CL-Brackets für die widersprüchlichen Befunde der beiden Studien ursächlich ist [12].

Iatrogene Schäden

In einem CCT [30] und 3 RCTs [14, 31, 32] konnte kein Unterschied im Ausmaß der Wurzelresorptionen zwischen Damon und CL gefunden werden. Ebenso wurde in einem weiteren RCT kein Unterschied zwischen Damon und CL bezüglich der gingivalen Gesundheit nachgewiesen werden [19]. In einer Split-Mouth-Studie konnte kein Unterschied bezüglich Plaqueakkumulation [33], in einem RCT jedoch 5 % weniger Schmelzentkalkungen in der Damon-Gruppe nachgewiesen werden. Bei der letzten Publikation fanden sich jedoch deutlich mehr weibliche Probanden in der Damon-Gruppe, was den geringen Unterschied allein erklären könnte, und die Autoren stellen fest, dass die Mundhygiene gegenüber dem verwendeten Brackettyp der bedeutendere Faktor blieb [34]. Der geringe Unterschied wird daher kaum klinische Bedeutsamkeit erreichen.

Arbeitszeit am Zahnarztstuhl

Die Arbeitszeit am Zahnarztstuhl für das Wechseln der Drahtbögen wurde im Rahmen von Querschnittstudien gemessen, wobei Damon-Brackets gegenüber CL-Brackets eine knappe halbe Minute oder 25,5 % Zeitersparnis erbrachten [9]. In einer weiteren Studie erwies sich diese Zeitersparnis in Verbindung mit dünnen Rund-

drähten als nicht signifikant, in Verbindung mit slotfüllenden Vierkantdrähten jedoch in der Größenordnung von bis zu 50 % [35]. Ähnliche Zeitersparnisse werden allerdings für unterschiedlichste SL-Brackets gegenüber CL-Brackets angegeben und sind kein Privileg eines bestimmten Designs [36, 37].

Zusammenfassung

So bleibt schließlich als einziger nachweisbarer Vorteil des Damon-Brackets gegenüber CL-Brackets, nicht aber im Vergleich zu anderen SL-Brackets, die Verkürzung der Stuhlzeit. In allen anderen diskutierten Aspekten kann meist nicht einmal ein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Erreichten Unterschiede zwischen Damon und aSL- oder CL-Brackets einmal statistische Signifikanz, sind diese doch meist so gering, dass in keinem einzigen Punkt klinische Signifikanz erreicht wird. Für den Arzt oder den Patienten wahrnehmbare Vorteile sind jedenfalls nicht darunter. Immerhin hat das Damon-Bracket in zahlreichen Studien sogar tendenziell schlechter abgeschnitten, nämlich bei der Nivellierung vs. CL [10, 17], Behandlungsdauer vs. CL [18] und aSL [23], sowie bei der Eckzahnretraktion [25]. Bis auf die letzte Studie wird natürlich auch hier nirgendwo statistische Signifikanz erreicht – ein Hinweis, dass mit dem „Damon-System“ keineswegs ein „Quantensprung“ in der Kieferorthopädie eingeleitet, sondern nur ein mittelmäßiges Produkt unter ungewöhnlichem Werbegetöse vermarktet wird, sind diese Ergebnisse nichtsdestotrotz.

Beschämend für die gesamte Kieferorthopädie

Nach den beiden ersten, methodisch fragwürdigen Studien mit guten Ergebnissen für das Damon-Bracket, die im Jahr 2001 erschienen [8, 9], konnten seitdem in keiner methodisch hochwertigen Studie ähnliche Vorteile des Damon-Brackets bestätigt werden. Es ist erschütternd, dass ein weltweit tätige Firma wie Ormco die gesammelte Evidenz zum Damon-Bracket seit Jahren ignoriert, und zumindest auf der englischsprachigen Website werden weiter diese beiden alten Studien zitiert [7]. Spätestens seit 2010 hätten die Ergebnisse der zahlreichen neueren Studien zur Kenntnis genommen werden müssen, die keine Überlegenheit von Damon gegenüber CL- und anderen SL-Brackets erwiesen. Bereits im Jahr 2011 erschien ein Literaturreview, das wie die vorliegende Arbeit außer verkürzten Stuhlzeiten keine Vorteile für das Damon-Bracket finden konnte [38]. Noch schwerer wiegt aber, dass zahllose Kieferorthopäden weiterhin auf ihren Webpräsenzen längst widerlegte Vorzüge des Damon-Brackets behaupten und das Produkt unter Mehrkosten an ihre Patienten verkaufen. Im Fall der Kollegenschaft deutet sich hier ein völliger Mangel an kritischem Denken und wissenschaftlicher Grundausbildung an, der mit einem stark ausgeprägten Geschäftssinn einhergeht. Das Resultat ist eine Täuschung nicht nur der Fachöffentlichkeit, sondern auch des Publikums, an das sich Ormco mit seinen Werbemaßnahmen direkt gerichtet hat – ein Novum in der Geschichte der Kieferorthopädie. Es ist eine Situation in der Kieferorthopädie entstanden, in der ein banales Produkt zum Boten einer Zeitenwende hochstilisiert wird, gleichzeitig widersprechende Evidenz von Hersteller und Anwendern bockig ignoriert wird [39].

Nicht umsonst wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Expansions-Dogma der Damon-Repräsentanten das Fach um 100 Jahre zurückwirft, als schon einmal ein solches Dogma die Entwicklung der Kieferorthopädie behinderte [40]. Der emeritierte Hochschullehrer der Kieferorthopädie Kevin O'Brien stellte der Pyramide der klinischen Evidenz die Pyramide der Verweigerung gegenüber [41] (Im Internet: <http://kevinobrienorthoblog.com/early-class-ii-treatment-the-wheel-keeps-turning-part-1-uncertainty-and-the-pyramid-of-denial/>) in der die verschiedenen Motive der muffigen bis irrationalen Zurückweisung von Forschungsergebnissen dargestellt werden [42]. Die Kieferorthopäden sollten es sich gut überlegen, ob es sinnvoll ist, dass ihr Fach wissenschaftlich hinter Gebieten „wie Akupunktur, Hypnose, Homöopathie und orthomolekularer Therapie“ zurücksteht und „sich auf einer Höhe mit Scientology, Dianetik und Podiatrie“ befindet, wie David Sackett, einer der Gründerväter der evidenzbasierten Medizin, im Jahr 1985 urteilte [43]. Einer so betriebenen Disziplin steht weder im Rahmen der wissenschaftlichen Medizin noch in dem eines öffentlich finanzierten Gesundheitswesens eine große Zukunft offen – aber das sollte noch in unserer Hand liegen!

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance of the Damon SL bracket. *J Clin Orthod* 1998; 32: 485–489
- [2] Kim TK, Kim KD, Baek SH. Comparison of frictional forces during the initial leveling stage in various combinations of self-ligating brackets and archwires with a custom-designed typodont system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 187 e115–e124
- [3] Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998; 20: 283–291
- [4] Thomas S, Sherriff M, Birnie D. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur J Orthod* 1998; 20: 589–596
- [5] Thorstenson GA, Kusy RP. Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second-order angulation in the dry and wet (saliva) states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120: 361–370
- [6] Ormco. Damon Q. Im Internet: <http://www.ormco.de/produkte/brackets/passiv-selbstligierend/damon-system/damon-q/> Stand: 24.05.2018
- [7] Ormco. Self Ligation – Damon System. Im Internet: <http://www.ormco.com/products/damon-system/> Stand: 24.05.2018
- [8] Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC. Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res* 2001; 4: 228–234
- [9] Harradine NW. Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res* 2001; 4: 220–227
- [10] Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2 vs. conventional twin brackets during initial alignment. *Angle Orthod* 2006; 76: 480–485
- [11] Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132: 208–215
- [12] Moser L, Schneider-Moser U, Fornasetti M. Das Verhalten von DAMON MX – und konventionellen Bracketssystemen während der initialen Behandlungsphase: eine prospektive in-vivo-Studie. *Inf Orthod Kieferorthop* 2011; 43: 83–88
- [13] Pandis N, Polychronopoulou A, Katsaros C et al. Comparative assessment of conventional and self-ligating appliances on the effect of mandibular intermolar distance in adolescent nonextraction patients: a single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 140: e99–e105
- [14] Scott P, DiBiase AT, Sherriff M et al. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 470 e471–e478
- [15] Wahab RM, Idris H, Yacob H et al. Comparison of self- and conventional-ligating brackets in the alignment stage. *Eur J Orthod* 2012; 34: 176–181
- [16] Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Active or passive self-ligating brackets? A randomized controlled trial of comparative efficiency in resolving maxillary anterior crowding in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 12 e11–12 e16 discussion 12–13.
- [17] Songra G, Clover M, Atack NE et al. Comparative assessment of alignment efficiency and space closure of active and passive self-ligating vs conventional appliances in adolescents: a single-center randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 145: 569–578
- [18] DiBiase AT, Nasr IH, Scott P et al. Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: a prospective randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011; 139: e111–e116
- [19] Kaklamanos EG, Mavreas D, Tsalikis L et al. Treatment duration and gingival inflammation in Angle's Class I malocclusion patients treated with the conventional straight-wire method and the Damon technique: a single-centre, randomised clinical trial. *J Orthod* 2017; 44: 75–81
- [20] Cattaneo PM, Treccani M, Carlsson K et al. Transversal maxillary dento-alveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: a randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models. *Orthod Craniofac Res* 2011; 14: 222–233
- [21] Jiang RP, Fu MK. Non-extraction treatment with self-ligating and conventional brackets. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2008; 43: 459–463
- [22] Pandis N, Polychronopoulou A, Makou M et al. Mandibular dental arch changes associated with treatment of crowding using self-ligating and conventional brackets. *Eur J Orthod* 2010; 32: 248–253
- [23] Cattaneo PM, Treccani M, Carlsson K et al. Transversal maxillary dento-alveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: a randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models. *Orthodontics & craniofacial research* 2011; 14: 222–233
- [24] Berger J, Waram T. Force levels of nickel titanium initial archwires. *J Clin Orthod* 2007; 41: 286–292
- [25] Burrow SJ. Canine retraction rate with self-ligating brackets vs. conventional edgewise brackets. *Angle Orthod* 2010; 80: 438–445
- [26] Scott P, Sherriff M, DiBiase AT et al. Perception of discomfort during initial orthodontic tooth alignment using a self-ligating or conventional bracket system: A randomized clinical trial. *Eur J Orthod* 2008; 30: 227–232

- [27] Pringle AM, Petrie A, Cunningham SJ et al. Prospective randomized clinical trial to compare pain levels associated with 2 orthodontic fixed bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 160–167
- [28] Tecco S, D'Attilio M, Tete S et al. Prevalence and type of pain during conventional and self-ligating orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 2009; 31: 380–384
- [29] Kohli SS, Kohli VS. Patient pain experience after placement of initial aligning archwire using active and passive self-ligating bracket systems: A randomized clinical trial. *Orthodontics (Chic)* 2012; 13: e58–e65
- [30] Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A et al. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 646–651
- [31] Liu XQ, Sun XL, Yang Q et al. Comparative study on the apical root resorption between self-ligating and conventional brackets in extraction patients. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2012; 21: 460–465
- [32] Aras I, Unal I, Huniler G et al. Root resorption due to orthodontic treatment using self-ligating and conventional brackets: A cone-beam computed tomography study. *J Orofac Orthop* 2018, doi:10.1007/s00056-018-0133-5
- [33] Baka ZM, Basciftci FA, Arslan U. Effects of 2 bracket and ligation types on plaque retention: A quantitative microbiologic analysis with real-time polymerase chain reaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 260–267
- [34] Akin M, Tezcan M, Ileri Z et al. Incidence of white spot lesions among patients treated with self- and conventional ligation systems. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 1501–1506
- [35] Turnbull NR, Birnie DJ. Treatment efficiency of conventional vs. self-ligating brackets: Effects of archwire size and material. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 395–399
- [36] Berger J, Byloff FK. The clinical efficiency of self-ligated brackets. *J Clin Orthod* 2001; 35: 304–308
- [37] Maijer R, Smith DC. Time savings with self-ligating brackets. *J Clin Orthod* 1990; 24: 29–31
- [38] Wright N, Modarai F, Cobourne MT et al. Do you do Damon(R)? What is the current evidence base underlying the philosophy of this appliance system? *J Orthod* 2011; 38: 222–230
- [39] O'Brien K, Sandler J. In the land of no evidence, is the salesman king? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 247–249
- [40] Peck S. So what's new? Arch expansion, again. *Angle Orthod* 2008; 78: 574–575
- [41] O'Brien K. Early Class II treatment: Part 1: The wheel keeps turning. Uncertainty and the Pyramid of Denial. In: Kevin O'Brien's Orthodontic Blog 2015; Im Internet: <http://kevinobrienorthoblog.com/early-class-ii-treatment-the-wheel-keeps-turning-part-1-uncertainty-and-the-pyramid-of-denial/>
- [42] O'Brien K. Is orthodontic research poor? The Pyramid of Denial revisited. In: Kevin O'Brien's Orthodontic Blog 2018; Im Internet: <http://kevinobrienorthoblog.com/the-pyramid-of-denial-revisited/>
- [43] Sackett DL. The science of the art of clinical management. Volume 19, Craniofacial Growth Series. In: Vig PS, Ribbens KA, (Hrsg.). Science and clinical judgement in orthodontics. Ann Arbor, Michigan, USA: Center for Human Growth and Development, University of Michigan; 1986: 237–251