

Behandlung eines Abrasionsgebisses mit der Injection-Moulding-Technik

ZA Dent. Pieter-Jan Swerts, Belgien



Pieter-Jan Swerts schloss 2017 sein Studium der Allgemeinen Zahnmedizin an der Katholischen Universität Löwen (KU Leuven, Belgien) ab. Anschließend absolvierte er dort ein dreijähriges Masterstudium in Restaurativer Zahnmedizin, während dessen er ein besonderes Interesse an der adhäsiven und digitalen Zahnmedizin entwickelte. Derzeit arbeitet er bei Icarus Dental, einer multidisziplinären Gemeinschaftspraxis in Antwerpen (Belgien), die sich auf prothetische und restaurative Zahnmedizin spezialisiert hat.

Bei Patient*innen mit schweren generalisierten Abrasionen kann eine komplexe restaurative Behandlung erforderlich sein, die in den meisten Fällen in einer umfassenden Rehabilitation und dem Erhöhen der Vertikaldimension in der Okklusion (VDO) besteht. Es überrascht nicht, dass diese Behandlung in der Regel schwierig und zeitaufwendig ist. Wenn möglich, sollte immer zuerst ein minimalintensiver Ansatz in Betracht gezogen werden.

Ein 23-jähriger Patient stellte sich in der Praxis vor, er sorgte sich um den Zustand seiner Zähne. Der folgende Fallbericht beschreibt den Ablauf einer umfassenden oralen Rehabilitation mit der Injection-Moulding-Technik, erläutert das Grundprinzip des Verfahrens und gibt zudem Empfehlungen für eine praktikable Umsetzung.

Die Diagnose

Der Patient zeigte ein Gummy Smile und kurze klinische Kronen (Abb. 1a). In der intraoralen Untersuchung fiel ein für das Alter des Patienten stark ausgeprägtes Abrasionsgebiss auf

(Abb. 1b und 2). Dieser Befund zusammen mit Beschwerden einer leichten Hypersensibilität war als pathologischer Verschleiß an Zahnhartsubstanz einzustufen.^{1,2}

Der Abtrag der Höcker hatte zur Freilegung des Dentins geführt – ein Hinweis darauf, dass hier Erosionsprozesse im Spiel waren. Die Tatsache, dass Anteile der vorhandenen Restaurationen frei im Raum standen, unterstützte diese Hypothese zusätzlich. Scharf begrenzte und glänzende Abrasionsfacetten wiesen darüber hinaus auf eine exzessive Attrition hin.



Abb. 1: Ausgangssituation, Frontalansicht.



Abb. 2: Ausgangssituation, intraorale Ansicht.

Ätiologie

Die Abrasion war multifaktoriell bedingt und wies sowohl eine chemische als auch eine mechanische Komponente auf. Es ist recht häufig zu beobachten, dass Abrasions-/Attritionsprozesse den Verlust von Zahnschubstanz bei einer chemischen Erosion beschleunigen.^{2,3} Faktoren wie nächtlicher Bruxismus, Parafunktionen (Nägelbeißen, Nüsseknacken) und Erosion durch kohlen säurehaltige Erfrischungsgetränke fanden sich dementsprechend auch in der Anamnese dieses Patienten wieder.

Präventive Maßnahmen

Es ist ein wichtig zu bedenken, dass Restaurationen alleine Abrasionsprozesse nicht verhindern, sondern allenfalls deren Muster und Fortschreiten beeinflussen können. Daher muss beurteilt werden, wie wahrscheinlich ein erneutes Auftreten von Abrasionen ist und in welcher Weise sie sich manifestieren könnten, immer mit dem Wissen, dass Abrasionsepisoden unterschiedliche Ursachen haben können.^{3,4}

Um das Fortschreiten der Abrasion zu verlangsamen, wurde dem Patienten empfohlen, den Konsum kohlen säu-

rehaltiger Erfrischungsgetränke zu reduzieren, das Nägelbeißen einzustellen und nicht auf harten Gegenständen zu kauen.

Therapeutische Maßnahmen

Im Einverständnis mit dem Patienten entschieden wir uns für eine totale Rehabilitation seines Abrasionsgebisses mit Komposit-Restaurationen mithilfe der Injection-Moulding-Technik.

Durch die vorteilhaften mechanischen Eigenschaften der heute verfügbaren Komposit-materialien mehren sich die Belege für ihre Leistungsfähigkeit bei der mittel- und langfristigen Behandlung von Abrasionsdefekten aller Art.^{2,5,6} Sie stellen eine minimalinvasive additive Alternative für die Behandlung von Abrasionsdefekten mit ästhetisch ansprechenden Ergebnissen dar. Direkte Komposit-Restaurationen sind kostengünstig und können leicht angepasst, repariert oder ersetzt werden. Form und Funktion werden wiederhergestellt, und die darunter liegende Zahnschubstanz wird geschützt.

Zur Korrektur des Gummy Smile und zur Verbesserung der Okklusion

(Angle-Klasse II) wurde die Möglichkeit einer kieferorthopädischen Behandlung, eventuell mit einem chirurgischen Eingriff, mit dem Patienten diskutiert, aber letztlich von ihm abgelehnt. Als Alternative wurde eine klinische Kronenverlängerung zur Verbesserung des Gummy Smile vorgeschlagen.

Intraoralscans und Bissregistrierung

Zur Erfassung der Ausgangssituation wurden beide Kiefer gescannt. Aufgrund der extremen Abrasion war die maximale Interkuspidation nicht zuverlässig reproduzierbar. Da die Bisshöhe ohnehin verändert werden sollte, wurde die zentrische Position für eine zuverlässige Beurteilung herangezogen.

Ein anteriorer Jig aus Acryl (Abb. 3) diente zum Entkoppeln der Okklusion im Frontzahnbereich und als Orientierung für das Ausmaß der okklusalen Präparation. Die Schiene wurde zunächst etwas überdimensioniert und dann schrittweise auf die gewünschte Höhe reduziert, um die erreichte Bissveränderung sukzessive beurteilen zu können. Eine weitere



Abb. 3: Anteriorer Jig aus Kunststoff zur Bestimmung der zentrischen Okklusion in der vorgesehenen Bisshöhe.



Abb. 4: Die notwendige Höhe des Bisses lässt sich alternativ mithilfe einer Blattlehre definieren.

Möglichkeit stellt die Verwendung einer Blattlehre dar (Abb. 4). Im Allgemeinen kann eine Bisserrhöhung bis zu 5 mm gerechtfertigt sein, um ausreichend Platz für das Restaurationsmaterial zu schaffen und die Ästhetik zu verbessern. Klinische Symptome nach einer Erhöhung um bis zu 5 mm sind in der Regel selbstlimitierend.^{7,8} Wenn der Patient den Unterkiefer zuerst nach anterior und dann nach posterior bewegt, kann die zentrische Relation genau bestimmt werden. Der anteriore Jig stabilisiert den Unterkiefer, was für die digitale Bissregistrierung notwendig ist.⁹

Digitales Wax-up und Mock-up

Nach Abschluss aller Scans (Abb. 5) wurde ein digitales Wax-up erstellt und überprüft. Auf dieser Grundlage wurde ein Mock-up angefertigt (Abb. 6). Dies ist ein wichtiger Schritt bei allen komplexen Behandlungen, da das Mock-up die Möglichkeit bietet, verschiedene Aspekte der Behandlung, wie Ästhetik, Phonetik und Funktion, zu beurteilen, während Anpassungen noch möglich sind. Außerdem kann sich der Patient selbst ein Bild vom zu erwartenden Behandlungsergebnis machen. Nachdem der



Abb. 7: 3D-gedruckte Modelle – eines alternierend und eines vollständig restauriert.



Abb. 8: Schlüssel aus transparentem Silikon (EXACLEAR, GC). Für jeden Quadranten wurden Modelle angefertigt und sorgfältig getrimmt, um die Kofferdam-Isolierung nicht zu behindern.



Abb. 5: Intraorale Scans der Ausgangssituation.



Abb. 6: Intraorales Mock-up des computergestützten Restaurationsdesigns.



Patient mit dem vorgeschlagenen Design einverstanden war, konnten die 3D-Modelle und die transparenten Silikonschlüssel für die Injektion hergestellt werden.

3D-Modelle und transparente Silikon-Schlüssel

Für jeden Kiefer wurden 2 Modelle 3D-geduckt: Eines mit dem kompletten digitalen Design der Restauration und eines, bei dem die Zähne alternierend jeweils aufgebaut bzw. im Ausgangszustand belassen wurden (Abb. 7). Die Verwendung dieser alternierenden Modelle verbessert die Stabilität des transparenten Schlüssels durch die eindeutigen und regelmäßig verteilten vertikalen Stopps. Dies führt zu einer besseren okklusalen Vorhersagbarkeit

und Kontrolle der Approximalfächen.

Insgesamt wurden 8 Schlüssel hergestellt, 2 für jeden Quadranten (Abb. 8). Sie wurden aus klarem Vinyl-Poly-siloxan (EXACLEAR, GC) in einem nicht-perforierten Löffel gefertigt und in einem Druckbehälter 7 Minuten lang bei einem Druck von 2 bar ausgehärtet. Durch den Druck können der Einschluss von Luftblasen verhindert und damit eine Sichtkontrolle bei der Injektion sichergestellt werden. Eine ausreichende Schichtdicke des Materials von etwa 6–7 mm vertikal als auch horizontal gewährleistet dabei die



Stabilität des Schlüssels. Mit der gleichen Kanüle, die später für die Injektion zum Einsatz kam, wurden 2 Löcher pro Zahn von innen nach außen gestanzt – eines für die Injektion und eines als Entlüftungsöffnung, um überschüssiges Komposit entweichen zu lassen.

Injektion von fließfähigem Komposit

Vor dem eigentlichen Eingriff wurden die in Frage kommenden Farbtöne mit denen der Zähne abgeglichen, um die richtige Farbe zu ermitteln. Anschließend wurden die Zähne mit Kofferdam isoliert (Abb. 9). Die Silikon-schlüssel wurden anprobiert und die Ränder beschnitten, um Spannung zwischen Schlüssel und Kofferdam bei passivem Sitz zu verhindern. Anschließend wurden die Zähne mit Metallmatrizen für die anschließende Oberflächenbehandlung mit Sandstrahlen und selektiver Schmelzätzung separiert (Abb. 10). Wo die Kontaktpunkte zu eng waren, wurden sie mit New Metal Strips (GC) leicht geöffnet. Nach gründlichem Spülen und Trocknen wurden die Zähne alternierend mit PTFE-Band isoliert. Die Zwischenräume wurden mit PTFE-Keilen ausgeblockt, um zu verhindern, dass sie sich während Bonding und Injektion mit Komposit füllten. Primer und Bonding wurden nach Herstellerempfehlung aufgetragen und ausgehärtet (Abb. 11). Anschließend wurde der Silikon-schlüssel noch einmal eingesetzt, um vor der Injektion des Komposit (G-ænial™ Universal Injectable, Farbe A2; GC) den stabilen Sitz ein letztes Mal zu prüfen. Nach der Injektion des Komposits wurde jede Restauration mindestens 40 Sekunden lang polymerisiert (Abb. 12), wobei die Polymerisationslampe über alle Oberflächen geführt wurde. Nachdem alle Zähne aufgebaut waren, wurde der Schlüssel entfernt und jeder Zahn erneut mindestens 20 Sek. polymerisiert. Komposit-Überschüsse wurden mit einem Skalpell Nr. 12 entfernt (Abb. 13). Nach dem Abschluss der 1. Restaurationsserie (Abb. 14) wurde der Ablauf mit dem 2. Schlüs-



Abb. 9: Die Zähne wurden vor der adhäsiven Oberflächenbehandlung mit Kofferdam isoliert.



Abb. 10: Vor dem Sandstrahlen und selektiven Ätzen des Zahnschmelzes wurden die Zähne mit Metallmatrizen separiert.



Abb. 11: Adhäsivtechnik mit einem selbststützenden 2-Schritt-Adhäsivsystem nach sorgfältiger Platzierung des PTFE-Tapes auf den Nachbarzähnen und in den Zahnzwischenräumen.



Abb. 12: Jeder Zahn wurde mindestens 40 Sekunden polymerisiert.

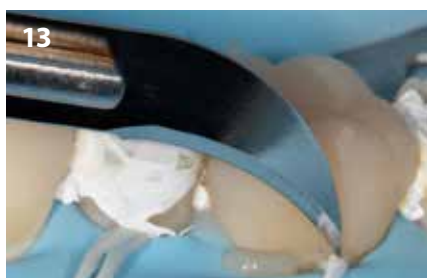


Abb. 13: Entfernung von Überschüssen mit einem Skalpell.



Abb. 14: Nach der Injektion in den ersten Silikon-schlüssel (G-ænial™ A'CHORD, Farbton A2; GC).



sel für die alternierenden Zähne wiederholt (Abb. 15). Alle anderen Quadranten wurden ebenfalls nach dem beschriebenen Verfahren aufgebaut (Abb. 16).

Finieren und Polieren

Vor der Politur wurden Komposit-Fahnen und Oberflächenunebenheiten mit Schleifscheiben, feinen Diamantbohrern, Interdentalstreifen und Poliersteinen entfernt (Abb. 17). Die Okklusion wurde sorgfältig überprüft; Früh- und Fehlkontakte wurden entfernt. Da das ursprüngliche Design exakt umgesetzt wurde, waren nur geringfügige Anpassungen erforderlich. Ein weiterer Vorteil der Injection-Moulding-Technik ist, dass sich keine Sauerstoff-Inhibitionsschicht bildet. Dies führt zu einer besseren Polymerisation der Oberflächen,¹⁰ was den Polierprozess erleichtert. Je nach Auflösung und Druckverfahren können auf dem 3D-gedruckten Modell durch den Schichtprozess Übergangslinien sichtbar werden.¹¹⁻¹³ Diese Linien sind Artefakte des Prozesses, werden aber aufgrund der hohen Präzision des Silikonschlüssels auch in die Komposit-Restauration übernommen. Sie lassen sich jedoch mit Gummipolierscheiben schnell entfernen (Abb. 18). Zum Schluss wurden die Restaurationen mit einer Bürste und Diamantpolierpaste (DiaPolisher Paste; GC) auf Hochglanz poliert.

Das Endergebnis war ein symmetrisches Gebiss mit ausgewogenen Okklusionskontakten (Abb. 19). Dieses Resultat wäre mithilfe der Freihandtechnik nur sehr schwer zu erreichen gewesen und hätte ein hohes Maß an Geschick und Erfahrung erfordern. Mit der Injection-Moulding-Technik hingegen lässt sich eine solche Situation vergleichsweise schnell beherrschen. Der Patient war mit seiner wiederhergestellten Bezahnung sehr zufrieden. Zum Schutz der Restaurationen vor nächtlichem Bruxismus wurde eine harte Aufbiss-Schiene mit Eckzahnführung angefertigt (Abb. 20).¹⁴



Abb. 15: Alle Schritte wurden mit dem 2. Schlüssel wiederholt.

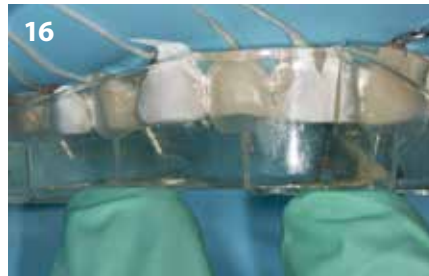


Abb. 16: Um die folgenden Quadranten aufzubauen, wird der gesamte Ablauf wiederholt.

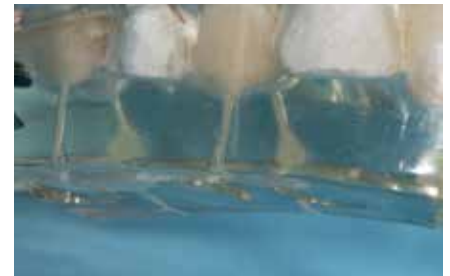


Abb. 17: Ausarbeitung mit einem Skalpell Nr. 12 und Interdentalstreifen (New Metal Strips; GC).



Abb. 18: Die vom 3D-Druck-Modell kopierten Übergangslinien können durch Polieren leicht entfernt werden.



Fazit

Nicht alle Patienten mit Abrasionsdefekten benötigen eine restaurative Behandlung, viele können mit einem gezielten präventiven Ansatz und ausreichender Nachsorge wirksam behandelt werden. Bei einem ausge-

prägten pathologischen Abrasionsgebiss wie im beschriebenen Fall kann jedoch eine restaurative Therapie indiziert sein. Ein sinnvolles Behandlungskonzept sollte aus inkrementellen Maßnahmen bestehen, die Restaurationen adaptierbar, reparierbar und kosteneffektiv sein. Die verbleibende Zahnschubstanz muss dabei erhalten werden.¹⁵ Die

Injection-Moulding-Technik erfüllt alle diese Anforderungen. Die Behandlung ist minimalinvasiv, erfordert wenig Vorbereitung und verwendet ein leicht zu reparierendes Material.^{16,17} Darüber hinaus können Anpassungen auch noch in einer späteren Phase relativ einfach vorgenommen werden, zum Beispiel, wenn der Patient Zeit hatte, sich auf die neue Situation einzustellen, sich aber nicht vollständig daran gewöhnen konnte.

Nach neueren Erkenntnissen eignen sich Komposite sowohl für die provisorische als auch für die definitive Versorgung. Der Anspruch, alle ätiologischen Faktoren für Zahnabrasionen zu eliminieren, kann unrealistisch sein, zum Beispiel, wenn Patienten unter persistierendem Bruxismus leiden oder nicht bereit oder in der Lage sind, potenziell schädliche Gewohnheiten zu ändern. In solchen Fällen ist es möglich, dass ähnliche Defekte erneut auftreten.² Dann kann eine Restauration des Gebisses mit indirekten Materialien wie Glaskeramik



Abb. 19: Das Behandlungsergebnis: Mit einer sorgfältigen Behandlungsplanung und einer zuverlässigen Technik konnten eine ausgezeichnete Morphologie und ausgewogene okklusale Kontakte mithilfe von direktem Komposit hergestellt werden.

in Betracht gezogen werden. Diese sind jedoch invasiver, und Anpassungen sind in der Nachbehandlungsphase nur sehr schwer möglich. Daher sollte dieser Therapieansatz einer späteren Phase vorbehalten bleiben.



Abb. 20: Aufbiss-Schiene für den nächtlichen Schutz der Zähne bei Bruxismus.

Literatur:

1. P. Wetselaar, M.J.M. Wetselaar-Glas, L.D. Katzer, M.O. Ahlers. Diagnosing tooth wear, a new taxonomy based on the revised version of the Tooth Wear Evaluation System (TWES 2.0). *J Oral Rehabil*, 47 (2020), pp. 703-712.
2. Loomans B, Opdam N, Attin T, Bartlett D, Edelhoff D, Frankenberger R, Benic G, Ramsayer S, Wetselaar P, Sterenborg B, Hickel R, Pallesen U, Mehta S, Banerji S, Lussi A, Wilson N. Severe Tooth Wear: European Consensus Statement on Management Guidelines. *J Adhes Dent*, 2017;19(2):111-119.
3. Loomans BAC, Kreulen CM, Huijs-Visser HECE, Sterenborg BAMM, Bronkhorst EM, Huysmans MCDNJM, Opdam NJM. Clinical performance of full rehabilitations with direct composite in severe tooth wear patients: 3.5 Years results. *J Dent*, 2018;70:97-103.
4. Mehta SB, Lima VP, Bronkhorst EM, Crins L, Bronkhorst H, Opdam NJM, Huysmans MDNJM, Loomans BAC. Clinical performance of direct composite resin restorations in a full mouth rehabilitation for patients with severe tooth wear: 5.5-year results. *J Dent*. 2021 Sep;112:103743.
5. Mjör IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Oper Dent*. 2002;27(5):528-534.
6. Crins LAMJ, Opdam NJM, Kreulen CM, et al. Randomized controlled trial on the performance of direct and indirect composite restorations in patients with severe tooth wear. *Dent Mater*. 2021;37(11):1645-1654.
7. Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension of occlusion: a review. *Aust Dent J*, 2012;57:2-10.
8. Abduo J. Safety of increasing the VDO: a review. *Quintessence Int* 2012;43: 369-80.
9. Radu M, Radu D, Abboud M. Digital recording of a conventionally determined centric relation: A technique using an intraoral scanner. *J Prosthet Dent*, 2020;123(2):228-231.
10. Borges M, Silva G, Neves F, Soares C, Faria-E-Silva A, Carvalho R, Menezes M. Oxygen inhibition of surface composites and its correlation with degree of conversion and color stability. *Braz Dent J*. 2021;32(1):91-7.
11. Iftekar SF, Aabid A, Amir A, Baig M. Advancements and Limitations in 3D Printing Materials and Technologies: A Critical Review. *Polymers (Basel)*. 2023 May 30;15(11):2519.
12. Yousef H, Harris BT, Elathamna EN, Morton D, Lin WS. Effect of additive manufacturing process and storage condition on the dimensional accuracy and stability of 3D-printed dental casts. *J Prosthet Dent*. 2022 Nov;128(5):1041-1046. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.02.028. Epub 2021 Mar 27.
13. Camardella L.T., Vilella O.V., van Hezel M.M., Breuning K.H. Accuracy of stereolithographically printed digital models compared to plaster models. *J. Ofac. Orthop*. 2017;78:394-402.
14. Korkut B, Tagtekin D, Murat N, Yanikoglu F. Clinical Quantitative Evaluation of Tooth Wear: A 4-year Longitudinal Study. *Oral Health Prev Dent*. 2020 Sep 4;18(1):719-729. doi: 10.3290/j.ohpd.a45075.
15. Muts EJ, van Pelt H, Edelhoff D, et al. Tooth wear: a systematic review of treatment options. *J Prosthet Dent*. 2014;112(4):752-759.
16. Terry DA, Powers JM. A predictable resin composite injection technique, Part I. *Dent Today*. 2014 Apr;33(4):96, 98-101.
17. Terry DA, Powers JM, Mehta D, Babu V. A predictable resin composite injection technique, part 2. *Dent Today*. 2014 Aug;33(8):12.