

Intelligente Materialien für die Aligner-Therapie: nachhaltiger, kostengünstiger, schonender

Klinisch wirksam, maßgefertigt, unauffällig und komfortabel - die Anforderungen an Aligner für die Therapie von Zahnfehlstellungen sind hoch. So auch an das Material der Korrekturschienen. Ein Team des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP im Potsdam Science Park entwickelte nun zusammen mit dem Universitätsklinikum Düsseldorf ein hochfunktionales Material, das ganz neue Behandlungskonzepte ermöglicht und Kosten reduziert. Dabei setzten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf Polymere mit Formgedächtniseigenschaften.

Das neuartige Material verbindet effektive Zahnbewegungen mit effizienterer Ressourcennutzung. »Aligner aus Formgedächtnispolymeren ermöglichen es, die Kraftwirkung auf die Zähne zu kontrollieren und damit die Therapie patientengerechter zu gestalten«, erläutert Dr. Thorsten Pretsch, Leiter des Forschungsbereichs Synthese und Polymertechnik am Fraunhofer IAP, das Konzept. »Unser Aligner erlaubt es, gleich mehrere Schritte der Zahnkorrektur zu verwirklichen«, betont Pretsch. Die Vorteile: Die Anzahl kieferorthopädischer Aligner im Verlauf einer Therapie reduzieren, übermäßigen Materialabfall vermeiden und die Behandlungskosten senken.

Memory-Effekt für die Zahnkorrektur

Formgedächtnispolymere zählen zu den intelligenten Materialien. Aus diesen Kunststoffen lassen sich Objekte fertigen, die ihre Form in einer vorher genau festgelegten Art und Weise ändern. Ein äußerer Reiz wie beispielsweise Wärme löst den Formgedächtniseffekt aus. Die Schiene verändert langsam ihre Form und eröffnet so die Möglichkeit, fehlgestellte Zähne in die erwünschte Position zu bewegen.

Zweifach wirksames Aligner-Material

Der Leiter des Projekts am Fraunhofer IAP, M. Sc. Dennis Schönfeld, synthetisierte für die Anwendung in der Aligner-Therapie ein thermoplastisches Polyurethan (TPU), welches sowohl auf Wärme als auch auf körperwarmes Wasser reagiert. Abhängig davon, wie hoch die Temperatur ist oder wie viel Wasser das Material aufnimmt, kann die Formänderung des Aligners in beliebig viele Einzelschritte zerlegt werden. Die Ergebnisse einer Testreihe mit Modellzahnkränzen belegen die Funktionalität des neu entwickelten TPU: Bei der thermischen Behandlung realisierte das Team die Bewegung eines Schneidezahns um maximal 3,5 Millimeter. Zudem gelang es, in körperwarmem Wasser, die Form der Schiene in einem vorgegebenen Zeitraum graduell zu verändern. Künftig ließen sich innerhalb der Mundhöhle mit Hilfe des Speichels der Formgedächtniseffekt hervorrufen und mehrere Korrekturschritte mit einer Schiene verwirklichen. Die geschickte Wahl der Materialstärke sowie das schrittweise Erwärmen des Aligners erlauben darüber hinaus, die Krafteinwirkung auf die Zähne zu kontrollieren. »Für kieferorthopädische Anwendungen bergen gerade diese Besonderheiten eine Reihe einzigartiger Vorteile in der Aligner-Therapie - von kleineren Formanpassungen durch kontrollierte Erwärmung bis zur Verringerung der Zahl der Behandlungsschritte«, unterstreicht Pretsch.

Aligner-Therapie nachhaltig gestalten

Derzeit bestehen Aligner aus Materialien, die unnatürlich starke Druckkräfte hervorrufen. Um eine Zahnfehlstellung zu korrigieren, ohne das anliegende Gewebe zu schädigen, sind daher viele kleine Behandlungsschritte erforderlich. Für jede einzelne Therapiestufe wird eine herausnehmbare, transparente Schiene gefertigt. Studien empfehlen, die Zahnbewegung auf maximal 0,2 Millimeter pro Aligner zu begrenzen. Die individuell hergestellten Schienen verursachen hohe Behandlungskosten. Abhängig vom Grad der Fehlstellung sind durchschnittlich dreißig bis sechzig Aligner notwendig, um die Zähne über mehrere Monate hinweg in die gewünschte Position zu bewegen. Die Fähigkeit des nun neu entwickelten Polymers, seine Form in vorab festgelegten, kleinen und kontrollierten Schritten zu ändern, hat das Potenzial, die Anzahl der erforderlichen Etappen bei einer kieferorthopädischen Behandlung im Vergleich zu Therapien mit herkömmlichen Aligner-Materialien zu verringern.

Zukunftstechnologie für die dentale Therapie

Bislang wurde das Aligner-Material, das die Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer IAP entwickelt haben, an Modellzahnkränzen getestet. Zur Optimierung für die klinische Anwendung steht die weitere Materialentwicklung im Mittelpunkt. Als Grundlage führt die Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Düsseldorf detaillierte biomechanische Analysen durch. »Unsere Untersuchungen deuten darauf hin, dass das neu entwickelte Material eine deutlich höhere Effizienz aufweist, was für die kieferorthopädische Behandlung große Vorteile bedeutet«, berichtet Professor Drescher vom Universitätsklinikum Düsseldorf. Das Team ist zuversichtlich, die neuartige Technologie auch auf in vivo-Anwendungen zu übertragen.

Förderung

Das Projekt »Formgedächtnispolymere für die Kieferorthopädie« 20400 BG der FGW Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e. V. wurde über die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Originalpublikation:

<https://doi.org/10.3390/ma16083094>