

Zentrales Gen-Netzwerk

Wie Zahnschmelz evolutionär entsteht.

ZÜRICH – Forschende des UZH-Zentrums für Zahnmedizin haben die Bedeutung des Notch-Signalwegs für die Evolution der Zahnform untersucht. Mutationen dieses evolutionären Signalwegs können zu defektem Zahnschmelz führen.

Studien zur Evolution von Säugetieren stützen sich häufig auf die Analyse von Zähnen, da diese die am besten erhaltenen Teile fossiler Skelette sind. Die Form der Zähne und die Zusammensetzung des Zahnschmelzes – des am stärksten mineralisierten Gewebes des Körpers – geben deshalb Aufschluss über die Artenbildung, die über 200 Millionen Jahre Evolution stattgefunden hat. Diese evolutionären Anpassungen, welche mit genetischen Veränderungen verbunden sind, haben zu einer umfassenden Diversifizierung der Zelltypen bei Tieren beigetragen.

Ein Forschungsteam des Zentrums für Zahnmedizin der Universität Zürich hat nun den Notch-Signalweg als das zentrale Gen-Netzwerk für die evolutionäre Veränderung der Zahnform und der Zusammensetzung des Zahnschmelzes identifiziert. Der Notch-Signalweg ist ein uralter, evolutionär konservierter Signalmechanismus, der Entscheidungen über den Zellstatus und die korrekte Entwicklung der meisten Organe, darunter auch der Zähne, kontrolliert.

Notch-Signalübertragung regelt Evolution der Zähne

Anhand genetisch veränderter Mausmodelle analysierte das Team um Thimios Mitsiadis, Professor für Oralbiologie am Zentrum für Zahnmedizin der UZH, die Auswirkungen der Notch-Rezeptoren auf die Zähne. Fehlten diese Rezeptor-Moleküle, beeinträchtigte dies auch die Zahnmorphologie und die Bildung des Zahnschmelzes, da zahlreiche wichtige Gene mutierten. Dieser veränderte Notch-Signalweg führte zu einer evolutionären Regression und damit zu weniger komplexen Zahnstrukturen, die eher an das Enameloid von Fischen – ein weiches, strukturell einfaches Gewebe – als an den harten Säugetier-Zahnschmelz erinnern.

Laut Erstautor Mitsiadis werfen die Befunde der Studie ein neues Licht auf den Notch-Weg als eine der entscheidenden Komponenten für die Variationen der Zahnform und des Zahnschmelzes. «Wir stellen die Hypothese auf, dass die Evolution der Zähne von der Notch-



Signalübertragung abhängt», sagt Mitsiadis. «Dank dieser Signalübertragung wurden aus den bereits vorhandenen primitiven Zahnzelltypen neue Zelltypen, welche die Bildung komplexerer und einzigartiger Strukturen wie dem Zahnschmelz ermöglichten.»

Fehlbildungen im Zahnschmelz beim Menschen

Die Korrelation zwischen Notch-Molekülen und der Entstehung verschiedener Zahnzelltypen könnte so einen allgemeinen Mechanismus darstellen, welcher der Ausbildung spezialisierter Zelltypen bei Säugetieren zugrunde liegt. «In den Zähnen lösen Mutationen der Notch-Signalübertragung die Unterdrückung spezifischer Zahnzelltypen aus, die im Laufe der Evolution erworben wurden. Der Verlust dieser Zellen führt zu Fehlbildungen im Zahnschmelz und morpholo-

gisch veränderten Zähnen», erklärt Mitsiadis. Die Modellierung dieser Veränderungen ermöglichte demnach Vorhersagen darüber, wie sich gewisse Mutationen beim Menschen auf den Zahnschmelz auswirken könnten. **DT**

Literatur:

¹Mitsiadis A et al. Notch Signaling Pathway in Tooth Shape Variations throughout Evolution. Cellular and Molecular Life Sciences 2023, 19 June 2023. DOI: 10.1007/s00018-023-04831-7.

Quelle: Universität Zürich

Bessere Zahngesundheit

Natürliches Molekül verhindert Plaque und Karies.

BE'ER SCHEVA – Eine Studie des University College London (UCL) zeigt, dass Zahnvorsorgeuntersuchungen häufig vernachlässigt werden. Es leiden deshalb rund 3,5 Milliarden Menschen unter Gesundheitsproblemen wie Karies, Zahnfleischerkrankungen, Parodontitis und Mundkrebs. Forscher der Ben-Gurion University of the Negev (BGU) haben nun in Kooperation mit der National University of Singapore (NUS) und der Sichuan-Universität ein natürliches Molekül entdeckt, das Karies und Plaque beseitigen kann.

Laut der Publikation im Fachmagazin *Antibiotics* ist der Mund des Menschen ein Bakterienpool, insbesondere für Bakterien wie *Streptococcus mutans*, die als eine der Haupt-

ursachen für Karies gelten. Dieses Bakterium vermehrt sich in der feuchten und zuckerhaltigen Umgebung und bildet einen Biofilm, der die Zähne überzieht und den Bakterien als Schutzschild dient. Anschliessend führt der Biofilm zur Bildung von Karies und Zahnfleischproblemen.

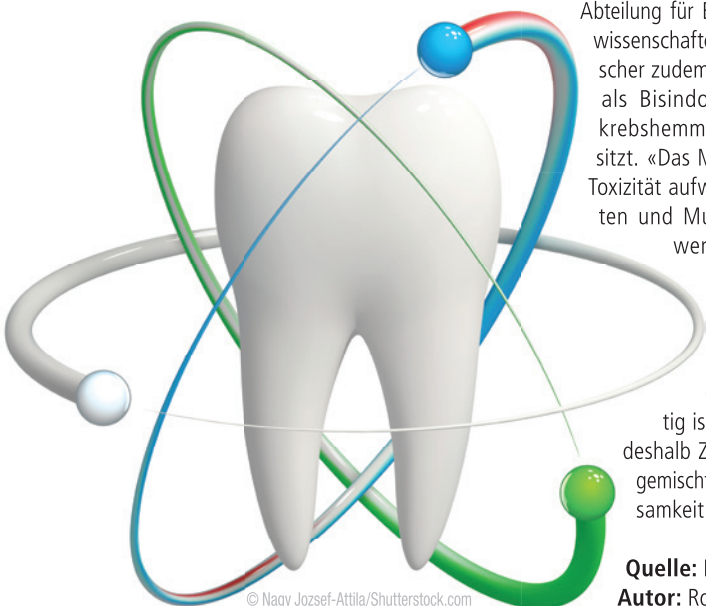
Molekül zerstört Biofilm

Das natürliche Molekül 3,3'-Diindolylmethan (DIM) kann den Biofilm der Bakterien *Streptococcus mutans* nahezu komplett beseitigen. Dies hemmt das Wachstum der Bakterien und verhindert somit Zahnprobleme wie Plaque und Karies. Wie Prof. Ariel Kushmaro von der Avram and Stella Goldstein-Goren,

Abteilung für Biotechnologie-Ingenieurwissenschaften, erklärt, haben die Forscher zudem entdeckt, dass das auch als Bisindol bezeichnete Molekül krebshemmende Eigenschaften besitzt. «Das Molekül, das eine geringe Toxizität aufweist, könnte in Zahnpasten und Mundspülungen integriert werden, um die Mundhygiene erheblich zu verbessern.»

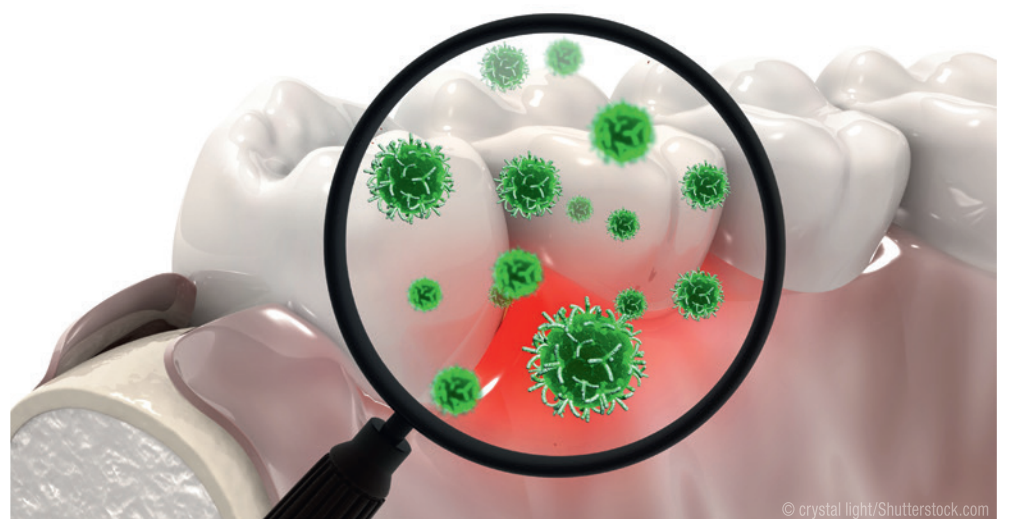
Es ist zudem bekannt, dass Bisindol für den Menschen nicht giftig ist. Das Biomolekül könnte deshalb Zahnpflegeprodukten beigemischt werden, um deren Wirksamkeit zu verbessern. **DT**

Quelle: Forschung und Wissen
Autor: Robert Klatt



Innovatives Nanoenzym-System

Sensor erkennt und inaktiviert Bakterien.



WASHINGTON – In einer aktuellen Studie, veröffentlicht in *ACS Applied Materials & Interfaces*, präsentieren Wissenschaftler einen neuen Ansatz zur kostengünstigen Identifikation und Inaktivierung von Zahnbakterien. Angesichts der herkömmlich zeitaufwendigen und teuren Methoden zur Erkennung von Zahnbakterien entwickelten die Forscher ein neuartiges DNA-codiertes Nanozym-Sensor-Array.

Das innovative System verwendet Nanozyme, nanoskopische Partikel, die mit DNA beschichtet sind. In Kombination mit Wasserstoffperoxid und einem farblosen Indikator führt die Anwesenheit von Zahnbakterien zu einer eindeutigen Farbänderung. Durch die individuelle Bindung der Bakterien an unterschiedliche DNA-Stränge ermöglicht das System die schnelle Identifikation verschiedener Zahnbakterienarten.

In künstlich hergestellten Speichelproben konnte das Sensor-Array erfolgreich elf verschiedene Arten

von Zahnbakterien identifizieren. Zusätzlich zeigte das System beeindruckende antibakterielle Wirkungen. Im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne Nanozyme wurde die Reaktivität von drei typischen bakteriellen Arten in Lösungen mit dem Nanozym-System signifikant reduziert, was auf eine Inaktivierung der Bakterien hindeutet. Elektronenmikroskopische Bilder unterstützen diese Ergebnisse, indem sie darauf hinweisen, dass die Nanozyme die Bakterienmembranen zerstören.

Die Forschung trägt nicht nur zur beschleunigten und kostengünstigen Identifikation von Zahnbakterien bei, sondern eröffnet auch vielversprechende Perspektiven für die Entwicklung neuer Diagnose- und Therapiemethoden für bakterielle Zahnkrankheiten. **DT**

Quelle: American Chemical Society