

Evolution der Zahnform

Wie Zahnschmelz evolutionär entsteht.



ZÜRICH – 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 Gennetzwerk 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.

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 morphologisch veränderten Zähnen.

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

Quelle: Universität Zürich

Revolutionäre Erkenntnisse für bessere Mundgesundheit im Weltraum

Young Scientist Award für Biomarker-Forschungsprojekt in M.A.R.S.-Simulation verliehen.

SOLINGEN/BENSBERG – Die diesjährige M.A.R.S.-Simulation Study der UCLouvain erforschte die Auswirkung von Stress auf die Mundgesundheit von Astronauten. Hierbei wurden die Konzentrationen des Biomarkers aMMP-8 sowie Stressreaktionen während der simulierten zweiwöchigen Mars-Mission untersucht. Astronauten sind auf den Missionen einer extremen Stressbelastung ausgesetzt.

Young Scientist Award

Für das innovative Forschungsprojekt M.A.R.S. (Martian simulation program for researchers and students UC Louvain) wurde die Atlas Crew am 29. Juni 2024 auf Schloss Bensberg bei Köln mit dem Young Scientist Award der Deutschen Mundgesundheitsstiftung (DMS) ausgezeichnet. „Wir haben dieses Forschungsprojekt ausgezeichnet, weil es eine große Relevanz für die Zahngesundheit von Patienten hat. Das Messverfahren für aMMP-8 kann Kollagenabbau an Zähnen und Implantaten bis zu fünf Jahre früher mit einer Genauigkeit von 94 Prozent vorhersagen“, erklärte Prof. Dr. Dr. med. Andreas Pfützner, Präsident der Deutschen Mundgesundheitsstiftung. Die aMMP-8-Messtechnologie sei bereits heute ein „Gamechanger“ für viele stressbelastete Menschen auf der Erde, da immer mehr Menschen unter stressbedingter Zahnlockerung und in der Folge Zahnverlust leiden.

Diese bahnbrechende Studie für Zahngesundheit im Weltraum fand im offiziellen Mars-Forschungszentrum Utah (USA) statt. Die Ergebnisse werden der Fachwelt in Kürze vorgestellt. Die Stiftung plant bereits zwei weitere Forschungsprojekte mit NASA und ESA zur oralen Fitness von Astronauten. Für zukünftige Weltraumexpeditionen zu Mars und Mond ist dies von höchster Relevanz, da orale Probleme zu einem Missionsabbruch führen können und es auf Mars und Mond keine professionellen Behandlungsmöglichkeiten gibt.

Parodontopathien und Knochenabbau

Im Mittelpunkt der Studie stand der Kollagenmarker aMMP-8, ein entscheidender Indikator für Zahnfleisch-erkrankungen und Knochenabbau. aMMP-8 funktioniert wie die „Gewebe-Schere“ des Immunsystems, die körpereigene Kollagenstrukturen von Zahnfleisch und Knochen zerstören kann. Die Studienteilnehmer nahmen in der Studie zur Hälfte ein Probiotikum, zur Hälfte ein Placebo zu sich. Probiotika können die Stressreaktion abmildern und das Immunsystem stärken. Die Ergebnisse zeigen einen klaren Anstieg der aMMP-8-Werte bei erhöhtem Stress mit der Gefahr des Kollagenabbaus.

Aus Perspektive des wissenschaftlichen Beraters für Zahngesundheit bei der ESA sowie der NASA, Zahnarzt Dr. Dirk Neefs, sind solche Biomarker-Tests zukunftsweisend und ein „Gamechanger“ in der Zahnmedizin: „Bei einer längeren Mars-Mission haben die Prävention und das Monitoring der Mund- und Zahngesundheit der gesamten Crew eine hohe Priorität“, sagte der Zahnmediziner bei der Preisverleihung. „Zahnprobleme können schlimmstenfalls zum Abbruch

Je früher die Behandlung beginnt, desto nachhaltiger und besser ist das Ergebnis für unsere Patienten.

der Mission führen. Durch den Einsatz des Biomarkers können Zahnerkrankungen präventiv behandelt und somit als Akutgeschehen auf Missionen so gut wie ausgeschlossen werden“, so Neefs. Deshalb hat das Atlas-Crew-Team um Studienleiterin Alba Sanchez-Montalvo (Immunologin und Doktorandin) regelmäßig Proben des Biomarkers aMMP-8 entnommen sowie den Stresslevel der jungen Probanden

Zahnprobleme können schlimmstenfalls zum Abbruch der Mission führen. Durch den Einsatz des Biomarkers können Zahnerkrankungen präventiv behandelt und somit als Akutgeschehen auf Missionen so gut wie ausgeschlossen werden.

während der Mars-Simulation durch Beantwortung eines psychologischen Fragebogens erhoben.

Die Forschung könnte einen Paradigmenwechsel in der zukünftigen Zahnpflege sowohl im Weltraum als auch auf der Erde bedeuten. „Schon heute können wir sagen, dass evidenzbasierte Biomarker, wie aMMP-8, zum Standard in jeder Zahnarztpraxis und bei jedem Check-up werden sollten.“



Je früher die Behandlung beginnt, desto nachhaltiger und besser ist das Ergebnis für unsere Patienten“, sagte Dr. med. dent. Angelika Brandl-Riedel, Vorsitzende des Deutschen Zahnärzterverbandes (DZV).

Gesundheitsgewinn für alle Betroffenen

Mit der im Juli 2021 etablierten neuen Behandlungsstrecke für Parodontitiserkrankte wurde ein wichtiges Instrument etabliert, um die Parodontitis als komplexe, zu Beginn stumme Entzündungserkrankung zu therapieren. Die Parodontitis steht in Verbindung mit Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und anderen chronischen Leiden. Inzwischen ist bekannt, dass bei einer unbehandelten schweren Parodontitis auch Veränderungen an den Arterien entstehen können, die das Risiko für koronare Herzerkrankungen und Herzinfarkt erhöhen. „So muss das Ziel eine optimale Prävention und gegebenenfalls sehr frühzeitige Therapie sein, um diese Folgeerkrankungen zu verhindern. Dies wäre nicht nur ein Gesundheitsgewinn für den einzelnen Betroffenen, sondern könnte die Folgekosten im Gesundheitssystem erheblich reduzieren“, so die Vorsitzende des Deutschen Zahnärzterverbandes (DZV) und praktizierende Zahnärztin Brandl-Riedel.

Die in Deutschland und mit der Universität Helsinki entwickelte und patentierte Technologie, den Biomarker aMMP-8 zu bestimmen, ist schon jetzt weltweit in vielen innovativen Zahnarztpraxen für Patienten verfügbar. **DT**

Quelle: Deutsche Mundgesundheitsstiftung