

# Пресс-релиз

20 февраля 2023 г.

## Как у млекопитающих формируется прочная эмаль

Зубная эмаль является самой твердой биологической тканью в организме человека, которая обеспечивает высокую износостойкость и эффективность обработки пищи, необходимую для жевания и приема пищи в течение длительного времени на протяжении всей жизни. Проф. Ю-Рэн Чжэн (Yeau-Ren Jeng), известный ученый в области трибологии, хотел выяснить, как зубная эмаль может обладать значительной устойчивостью к разрушению и трещинам по сравнению с инженерными материалами. Вместе с проф. Да-Бин Се (Dar-Bin Shieh) с кафедры стоматологии Национального университета Чэн Гун (Department of Dentistry, NCKU), студентами и международными партнерами они недавно завершили фантастическое путешествие по исследованию и изучению этого удивительного биоматериала.

### *Разгадка уникальных механических свойств минерализованных тканей*

Исследования с использованием инструментов, разработанных в лаборатории профессора Чжэн, позволили измерить трибологические свойства зубов, обработанных фтором, и объяснить, как фтор способствует профилактике кариеса. Удивительно, но его команда также обнаружила, что твердость эмали млекопитающих представляет собой градиентную характеристику, которая постепенно уменьшается от поверхности зуба к дентино-эмалевому соединению. Оказалось, что этот градиент является ключом как к твердости, так и к прочности слоя эмали. Чтобы лучше понять, как градиентная характеристика разрешает конфликт между твердостью и прочностью, и установить критерии для разработки перспективных материалов, команды проф. Чжэн и проф. Се исследовали слои эмали различных млекопитающих.

### *Рацион питания определяет состав эмали и профили адаптивного градиента твердости*

Результаты настоящего исследования показывают, что привычки питания являются основным эволюционным фактором, влияющим на твердость зубной эмали млекопитающих. У травоядных и всеядных млекопитающих развилась более твердая зубная эмаль, потому что при приеме пищи им приходится жевать. Млекопитающие с большей продолжительностью жизни также имеют более толстый слой эмали. Эволюция выживания сильнее привела к тому, что более твердые и толстые слои эмали также имеют больший градиент твердости для предотвращения хрупкого разрушения эмали.

### *Междисциплинарное международное сотрудничество вдохновляет на разработку перспективных материалов*

Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (The Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR), проведенная с помощью синхротронного излучения Тайваньского источника

света (Taiwan Light Source, TLS), дала объяснительную модель для этого градиента. Она показала, что природа использует микроэлементы и белковую матрицу для регулирования твердости эмали. Эти результаты показывают, что природа тонко настроила минеральные и белковые компоненты для развития твердости и градиентных слоев зубной эмали, необходимых для приема пищи и устойчивого выживания.

Многие люди внесли свой вклад в исследование, в том числе профессор и академик Роберт Райз (Robert Reisz) из Университета Торонто (University of Toronto) в Канаде, который предоставил бесценные советы и рекомендации по изучению видов и сбору образцов зубов животных, не распространенных на Тайване, чтобы охватить более широкий контекст биологической эволюции. Это исследование дает критически важное понимание для разработки революционных материалов - в качестве примера можно привести многослойную нанопленку для покрытия усовершенствованного обрабатывающего инструмента.

Ссылки:

- [1]. C. T. Chiu, J. K. Cao, P. W. Wang, Y. N. Wu, Y. C. Lee, Yeau-Ren Jeng, D. B. Shieh and, R. Reisz. (2022). Mammalian Tooth Enamel Functional Sophistication Demonstrated by Combined Nanotribology and Synchrotron Radiation FTIR Analyses. *iScience* 25, 105679.
- [2]. Yeau-Ren Jeng, T. T. Lin, S. R. Peng, J. S. Huang, and D. B. Shieh. (2013). Topical Laser Application Enhances Enamel Fluoride uptake and Tribological Properties. *Journal of Dental Research* 92, 7, 655-660. [Featured as the cover story of this issue]
- [3]. Yeau-Ren Jeng, T. T. Lin, T. Y. Wong, H. J. Chang, and D. B. Shieh. (2008). Nano-Mechanical Properties of Fluoride Treated Enamel Surfaces. *Journal of Dental Research* 87, 4, 381-385.
- [4]. Yeom, B., Sain, T., Lacevic, N., Bukharina, D., Cha, S.H., Waas, A.M., Arruda, E.M., and Kotov, N.A. (2017). Abiotic tooth enamel. *Nature* 543, 95–98.
- [5]. Rybczynski, N., and Reisz, R.R. (2001). Earliest evidence for efficient oral processing in a terrestrial herbivore. *Nature* 411, 684–687.
- [6]. Yeau-Ren Jeng, Lin, T.T., Hsu, H.M., Chang, H.J., and Shieh, D.B. (2011). Human enamel rod presents anisotropic nanotribological properties. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 4, 515–522.
- [7]. Yeau-Ren Jeng, Lin, T.T., and Shieh, D.B. (2009). Nanotribological characterization of tooth enamel rod affected by surface treatment. *J. Biomech.* 42, 2249–2254.
- [8]. Chai, H., Lee, J.J.W., Constantino, P.J., Lucas, P.W., and Lawn, B.R. (2009). Remarkable resilience of teeth. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106, 7289–7293.

Контакты для СМИ:

Tien Shun Kuo

Program Manager

Department of Engineering and Technologies

National Science and Technology Council

Phone: (02) 2737285

e-mail: [tskuo@nstc.gov.tw](mailto:tskuo@nstc.gov.tw)