
古脊椎所等在中生代哺乳动物中耳演化研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10890.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

8月25日，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所副研究员毛方园、美国自然历史博物馆研究员孟津等，关于中生代哺乳动物中耳演化的研究成果，在线发表在《国家科学评论》（National Science Review

）上。热河生物群化石证据表明，哺乳动物中耳演化是一个渐进过程，其路径与生物发育过程具某种程度的一致性；虽然在不同门类中，听骨与齿骨的连接关系演化发育程度不同，但是锤骨-砧骨的颌关节均为一种保守的过渡关节模式，体现出滞后的异时发育现象，并代表哺乳动物中耳祖先表型的一个共性。

哺乳动物中耳的演化，是从达尔文时代便广泛探讨的问题，也是脊椎动物渐进演化的经典案例。爬行类具原始颌关节（primary jaw joint），由下颌关节骨与头骨上的方骨构成，中耳只有一块听骨（镫骨=耳柱骨）。哺乳动物中耳则由锤骨、砧骨、镫骨形成听骨链，外鼓骨支撑鼓膜收集声音，下颌由一块齿骨构成，形成齿骨-鳞骨颌关节。解剖学、发育生物学与遗传学研究表明，哺乳动物的听骨，与爬行动物的齿骨后骨和方骨具有同源关系。古生物学也已提出中耳渐进演化假说，即从爬行类向哺乳动物的典型哺乳动物中耳的演化过程中，齿骨后骨逐步缩小，并与齿骨分离，最终移入颅基部，成为专司听觉功能的结构。但纤细的听骨很难保存为化石，近两百年发现的中生代哺乳动物中耳化石极少，其形态细节和关节方式尚不清楚，对其演化过程和机制的解释存在较大的人为性，各种推论、假说存在较大争议。

产自辽宁朝阳大平房下白垩统九佛堂组的多瘤齿兽Sinobaatar pani

（潘氏中华俊兽）保存了完好的听骨，高精度CT扫描重建首次揭示多瘤齿兽五块听骨确切的三维形态和接触关系。中华俊兽具典型哺乳动物中耳，听骨与齿骨已完全脱离并进入颅基部；外鼓骨与锤骨组成趋于完整的卵圆形框架以支撑鼓膜；锤骨发育锤骨柄、基、颈等进步特征；上隅骨与锤骨前支有骨缝分隔，但后端骨体愈合，共同参与锤骨-砧骨关节；砧骨体保持与锤骨大致前后向而非背腹向的关节方式；砧骨具长短突，长突末端与双腿的镫骨相关节。

此外，研究人员对辽尖齿兽、源掠兽，以及现生哺乳动物中形态较为原始的单孔类针鼹、有袋类负鼠和真兽类刺猬的中耳进行高精度CT扫描和重建，以期开展系统的对比研究。研究表明，辽尖齿兽、源掠兽、中华俊兽这三种中生代哺乳动物体现中耳演化三个不同的渐进阶段，作为祖先表型不同形态，填补似哺乳的下颌中耳与典型哺乳动物中耳之间的形态空缺。这些祖先表型体现的演化程度差别，与现生哺乳动物中耳个体发育过程可以对应。例如，有袋类个体发育初期，外

鼓骨为三叉式，有长的前支和相对短的背、腹支，类似于辽尖齿兽的外鼓骨。发育过程中，前支缩短，背、腹支伸长，可类比源掠兽外鼓骨体现的过渡阶段。最终前支消失，背、腹支发育完整，呈马蹄形或环形，中华俊兽的镰刀形外鼓骨与此最为接近。发育过程中，听骨逐步与麦氏软骨和下颌分离的过程，是一个关键节点，在源掠兽中也有相对应的记录。从更细微的结构上，锤骨的一些进步特征，如锤骨柄、基、颈等的出现，其演化顺序也与个体发育过程一致。这些研究结果支持哺乳动物中耳演化与发育具有相关性的观点。同时，上隅骨在尖齿兽、源掠兽、中华俊兽中均存在并参与锤骨-砧骨关节，这表明上隅骨并没有在哺乳动物中耳演化中突然丢失，或广泛存在于基干哺乳动物中，并最终融合于锤骨末端，但其在现生哺乳动物中的存在与否，目前未有定论。

三种热河生物群中生代化石中，听骨前端和腹部变化较大，而锤骨和砧骨关节相对保守，表现出听骨前、后端的异时演化发育现象。可能的解释是，在演化过程中，砧骨虽在不断缩小，但它一直位于颅基部，与岩骨等颅基结构的位置关系变动不大。而听骨与齿骨的分离，或者说听觉功能和咀嚼功能的分离，可以看成是听骨（齿骨后骨）不断缩小、向后退缩，离开齿骨进入颅基部的演化过程，因而变化较大。砧骨-锤骨关节相对于头骨，位置较为稳定，并起着一定的辅助颌关节的作用，等同于听骨与颅骨连接的锚点，因而演变速率较低。科研人员将这一比较保守的锤骨-砧骨关节称为固枢关节（braced hinge joint），其特点是锤骨和砧骨关节大致呈前后向、弧形的凹凸关系，保持似哺乳爬行动物颌关节的基本形态，但锤骨关节窝外缘具有窄的片状骨质衬边。相对于这个衬边，砧骨的位置偏靠内侧。骨质衬边从物理结构上加固了锤骨-砧骨枢纽关系，使锤骨外侧接收到的声波振动能有效传递给砧骨和镫骨，最后进入内耳。因为固枢关节至少存在于三尖齿兽、对齿兽和多瘤齿兽三个重要早期哺乳动物类群中，可认为它是哺乳动物中耳祖先表型的共有特征，而非前人认为的二分型关节方式，代表摩根兽等的原始的方骨-关节骨颌关节和兽类的马鞍型锤骨-砧骨关节（saddle-shape joint）之间的过渡类型。单孔类锤骨-砧骨的平贴式接触（abutting contact）是否也由类似的固枢关节独立演化而来，有待新的化石证据来验证。

除完好的听骨外，潘氏中国中华俊兽保存了迄今最完整的中生代哺乳动物舌骨悬器。通过CT扫描重建的方式，舌骨悬器首次以三维形态呈现。这一舌骨悬器由单根的基舌骨，成对的角舌骨、茎舌骨和甲舌骨，组成类似现生哺乳动物的鞍状舌骨结构。灵活的关节模式表明多瘤齿兽此时已具有吞咽和吸吮的可能性。

研究工作受到国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项（B类）、中科院青年创新促进会、美国自然历史博物馆Kalbfleisch博士后基金的资助。

[论文链接](#)

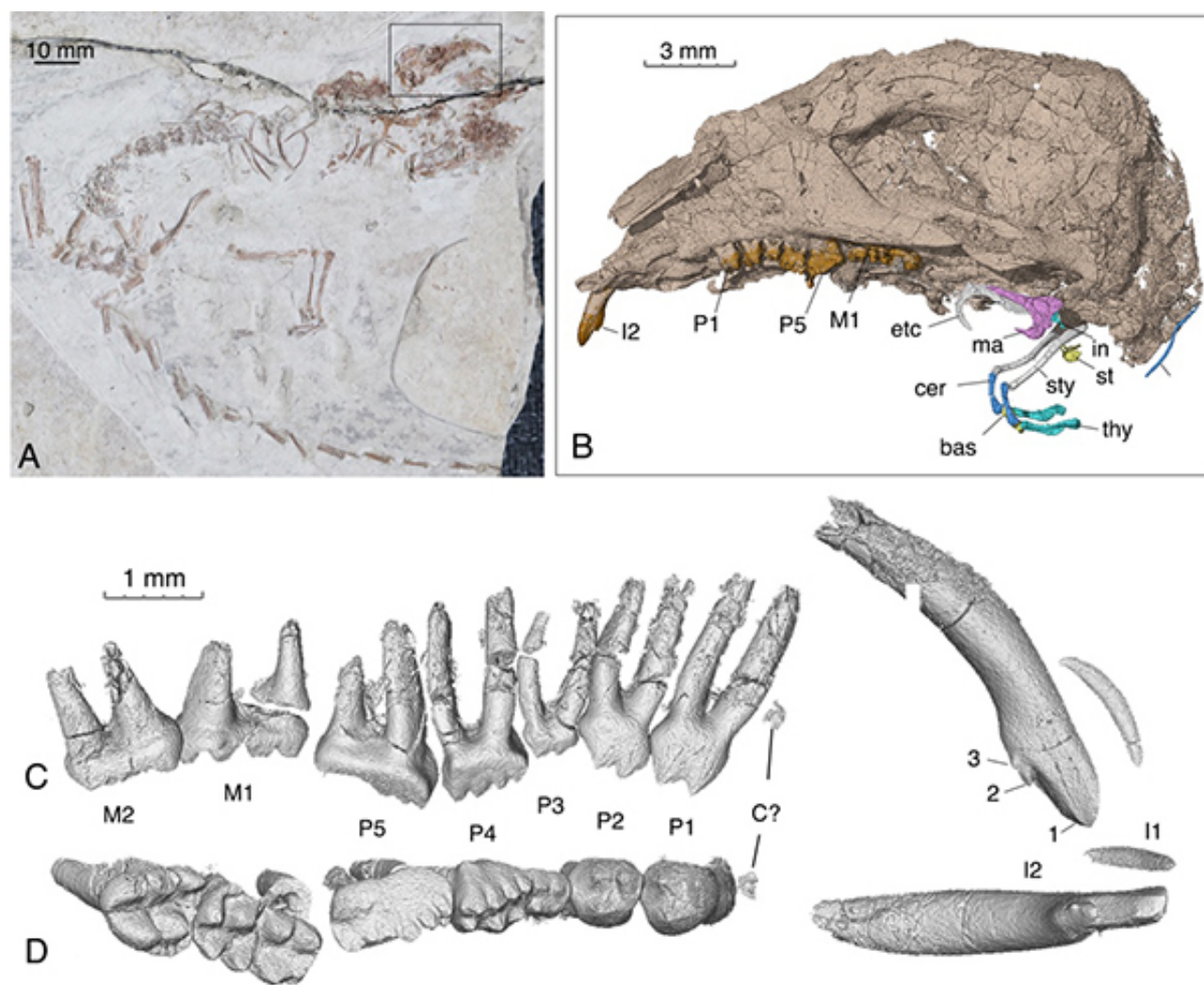


图1.潘氏中华俊兽（ ）正型标本(研究团队 供图)

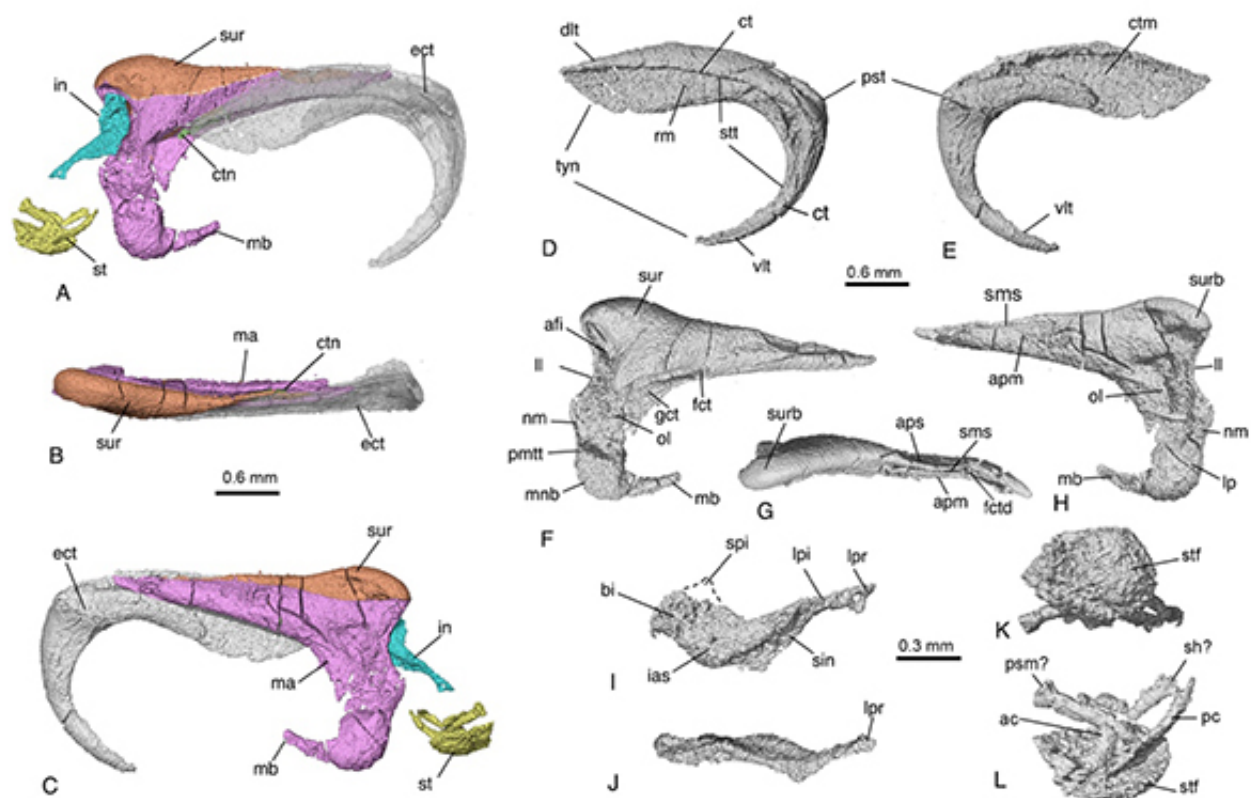


图2.潘氏中华俊兽听骨形态(研究团队 供图)

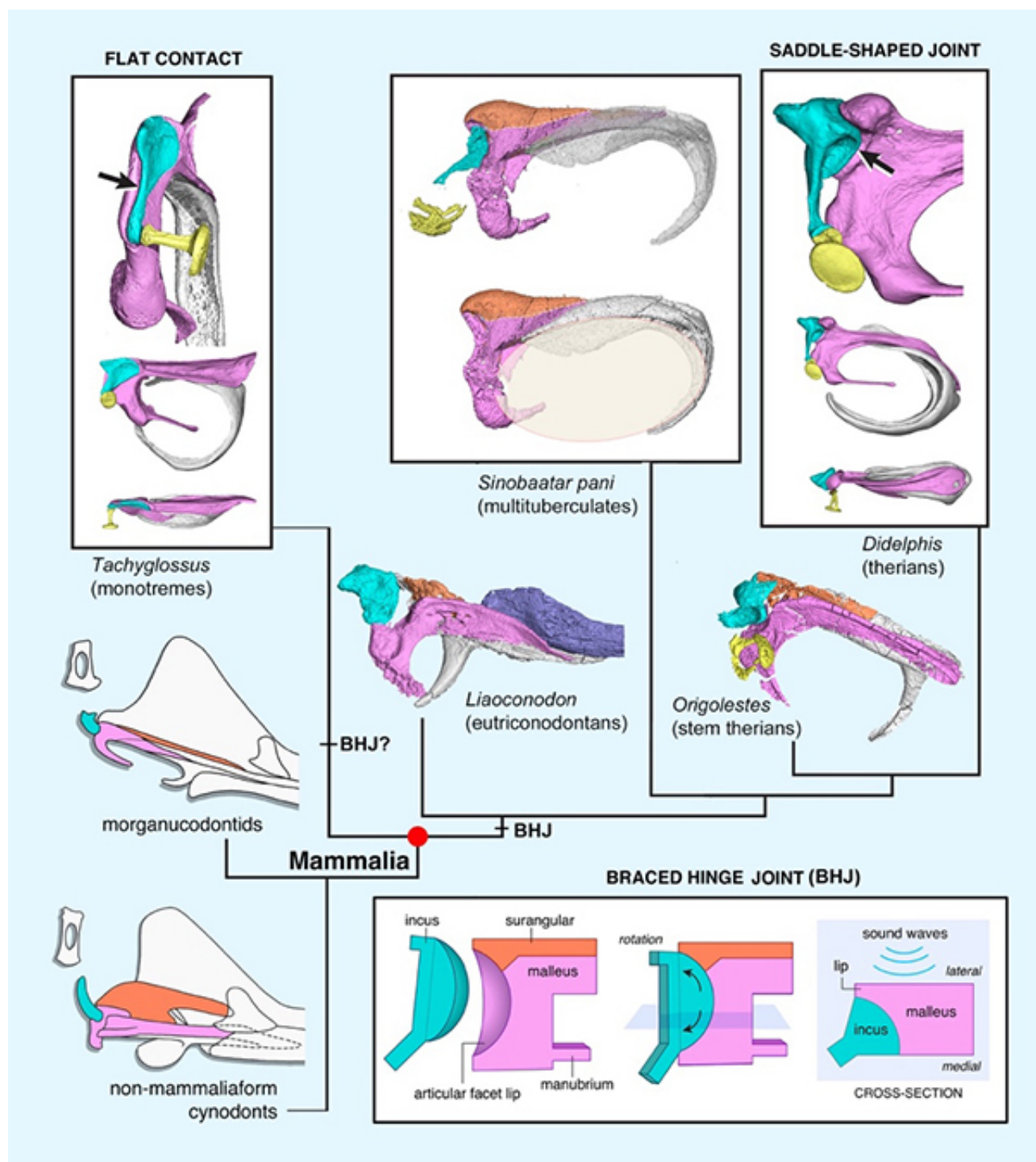


图3.哺乳动物中耳演化的祖先表型与过渡型固枢关节(研究团队 供图)

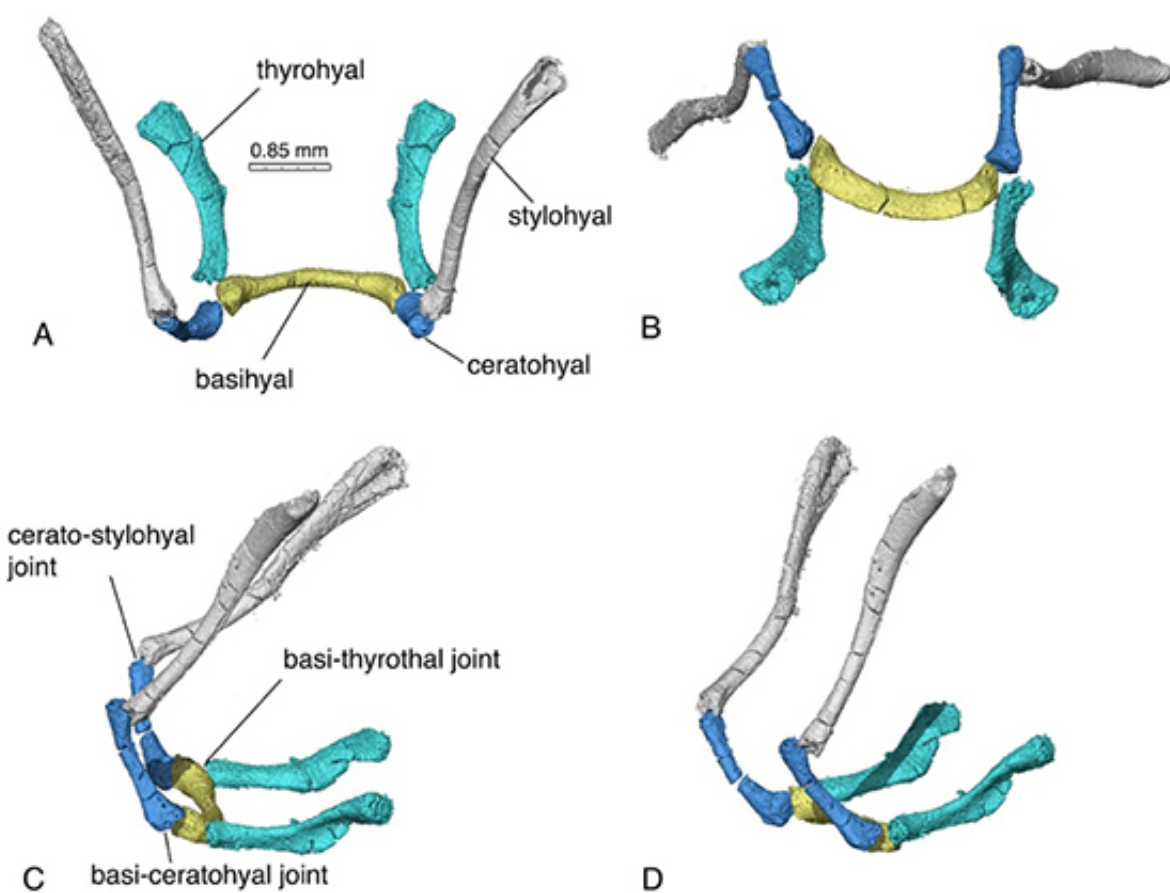


图5.潘氏中华俊兽舌骨形态(研究团队 供图)



图6.潘氏中华俊兽复原图（许勇绘）

研究团队单位：古脊椎动物与古人类研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发