

# Маховые бугорки перьев у динозавра *Velociraptor*

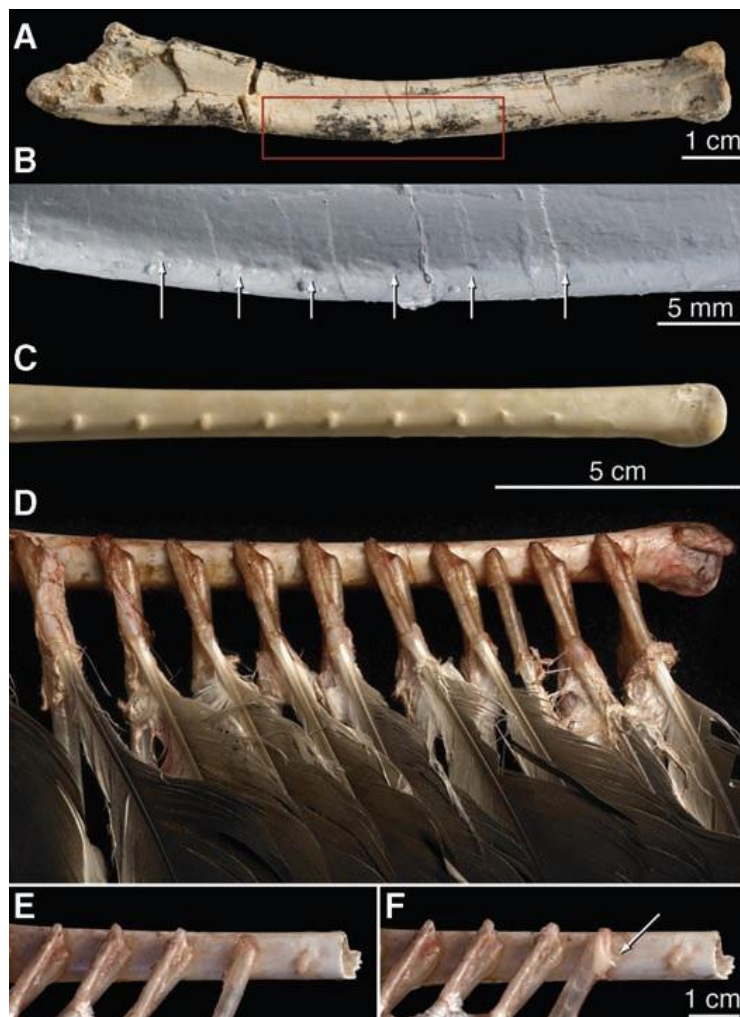
Alan H. Turner,<sup>1</sup> Peter J. Makovicky,<sup>2</sup> Mark A. Norell<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Отделение палеонтологии, американский музей естественной истории, Централ Парк Уест на 79-й улице, Нью-Йорк, NY 10024–5192, США. <sup>2</sup> Департамент геологии, полевой музей, 1400 Солт Лейк-Шор Драйв, Чикаго, IL 60605–2496, США.

Некоторые нептичьи тероподные динозавры были, по крайней мере, частично покрыты перьями, или волокнистыми протоперьями (1). Однако, полное понимание распространения перьев среди тероподных динозавров - ограничено, поскольку перья обычно сохраняются в таких лагерштаттенах, как Золенгофен, Германия, или Ляонин, Китай. Такие отложения, обладают явными тафономическими уклонами в сторону мелких животных, ограничивая наши знания относительно присутствия перьев у более крупных представителей клад, имеющих оперение.

Мы представляем прямое свидетельство присутствия перьев у *Velociraptor mongoliensis*, основанное на присутствии маховых бугорков на задней части предплечья. У многих современных птиц, выступающие бугорки вдоль каудального края локтевой кости, указывают, где ствол пера вторичных маховых перьев, крепился к кости фолликулярными связками. Маховые бугорки не всегда присутствуют у современных видов птиц и, присутствуют только у некоторых базальных таксонов, таких как *Ichthyornis* (2), таким образом, их отсутствие не указывает на обязательное отсутствие перьев. Однако их присутствие, является прямым свидетельством присутствия перьев современного типа (например, перья состоят из стержня и опахала, сформированного бородками).

Образец IGM (геологический институт Монголии) 100/981, был найден в местонахождении Гилвент Вош, возле Укаа Толгод (кампан формации Джадокта). Образец оценивается 1,5 метра в длину и имеет вес, примерно 15 кг. Он обладает несколькими характеристиками, обнаруженными у *V. mongoliensis*, распространённого дромеозаврида в формации Джадокта. IGM 100/981 сохраняет шесть низких бугорков на средней трети каудального края локтевой кости (Рис. 1). Они расположены с равными интервалами, на расстоянии около 4 мм. Топографически, эти бугорки соответствуют маховым бугоркам современных птиц. Согласно их интервалу у IGM 100/981, мы определили, что имеется пространство для восьми добавочных вторичных маховых перьев. Это позволяет предположить, что у *Velociraptor* присутствовали 14 вторичных маховых перьев, которые хорошо сопоставляются с 12, или более, вторичными маховыми у *Archaeopteryx* (3). Приблизительно 18 вторичных маховых перьев, предполагаются для дромеозаврида *Microraptor* (4), тогда как его близкий родственник *Rahonavis*, кажется, обладал всего 10 (5). Подобная вариация ожидаема, поскольку современные птицы демонстрируют различное количество, даже в пределах видов.



**Рис. 1.** (А) Дорсальный вид правой локтевой кости *Velociraptor* IGM 100/981. (В) Детальное изображение из красного поля в (А), со стрелками, показывающими шесть равномерно расположенных маховых бугорков перьев. В (В), использовался слепок IGM 100/981. (С) Дорсальный вид правой локтевой кости грифа-индейки (*Cathartes*). (D) Тот же вид *Cathartes*, как и в (С), но с рассечёнными мягкими тканями, для показа размещения вторичных маховых перьев и больших вторичных кроющих, относительно маховых бугорков. (Е) Детальное изображение *Cathartes* с одним, полностью удалённым стержнем, для демонстрации махового бугорка. (F) Тот же вид, что и в (Е), но с отведённым влево стержнем, для демонстрации расположения стержня, бугорка и фолликулярной связки. Фолликулярная связка обозначена стрелкой.

Известные целурозавры с перьями крыла современного типа, являются мелкими базальными представителями соответствующих клад. Некоторые рассматриваются, как возможно летающие (4, 5) и было предположено, что крупные, прогрессивные представители клад пернатых тероподов, могут не иметь перьев, или иметь только ювенильные особи (6). Образец *Velociraptor* указывает, что это не так, по крайней мере, для одной линии дромеозавридов. Исследование современных семейств птиц, показывает существенную корреляцию между отсутствием бугорков локтевой кости и утратой и/или редукцией способности к полёту, хотя бугорки отсутствуют и у некоторых уверенно-летающих представителей (7). Это повышает вероятность того, что редукция или отсутствие бугорков локтевой кости у крупных прогрессивных дромеозавридов, свидетельствует об утрате аэродинамических возможностей от предковых членов клады. Маховые бугорки у *Velociraptor*, могут указывать на сохранившиеся перья от меньших, возможно летающих предков, но такие перья, возможно, имели и другие функции. Несмотря на то, что терморегуляционный эффект от вторичных маховых перьев на локтевой кости, был бы незначительным, такие перья могли использоваться для демонстрации (1), для заграждения гнёзд с целью регулирования температуры (8), или для создания обратной подъёмной силы, во время бега по наклонной поверхности (9). Если этот признак представляет сохранение предковой функции, или альтернативу для других целей, наличие маховых перьев на задней части передних конечностей у прогрессивного средне-размерного, явно не летающего дромеозавра, может быть признано.

#### **Список литературы:**

1. M. A. Norell, X. Xu, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 33, 277 (2005).
2. J. A. Clarke, *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 286, 1 (2004).
3. A. Elzanowski, in *Mesozoic Birds, Above the Heads of Dinosaurs*, L. M. Chiappe, L. M. Witmer, Eds. (Univ. California Press, Berkeley, CA, 2002), pp. 129–159.
4. X. Xu *et al.*, *Nature* 421, 335 (2003).
5. C. A. Forster, S. D. Sampson, L. M. Chiappe, D. W. Krause, *Science* 279, 1915 (1998).
6. X. Xu *et al.*, *Nature* 431, 680 (2004).
7. Materials and methods are available on *Science Online*.
8. T. P. Hopp, M. J. Oren, in *Feathered Dinosaurs*, P. J. Currie, E. B. Koppelhus, M. A. Shugar, J. L. Wright, Eds. (Indiana Univ. Press, Bloomington, IL, 2004), pp. 234–250.
9. K. P. Dial, *Science* 299, 402 (2003).
10. We thank S. Nesbitt for comments, L. Barber and A. Balcarcel for preparation and casting, M. Ellison for photography, P. Sweet, P. Capainolo, and the 1998 Gobi field crew. This study was supported by NSF Division of Earth Sciences (M.A.N. and P.J.M.) and a NSF Doctoral Dissertation Improvement grant (A.H.T.).

**Дополнительный материал онлайн:** [www.sciencemag.org/cgi/content/full/317/5845/1721/DC1](http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/317/5845/1721/DC1)

Перевод на русский язык выполнил: Александр Елистратов