

Для цитирования: Кемельман, Е.Л. Незавершенная оссификация вентральной дужки атланта у кошек: девять случаев, выявленных с помощью компьютерной томографии / Е.Л. Кемельман, Е.В. Костыгова, И.А. Тюренок, М.Н. Лапшин // Российский ветеринарный журнал. — 2021. — № 3. — С. 25–31. DOI: 10.32416/2500-4379-2021-3-25-31
 For citation: Kemelman E.L., Kostygova E.V., Tyurenkov I.A., Lapshin M.N., Incomplete ossification of the atlas in cats: seven cases detected on computed tomography, Russian veterinary journal (Rossijskij veterinarnyj zhurnal), 2021, No. 3, pp. 25–31. DOI:10.32416/2500-4379-2021-3-25-31

УДК 619: 616-007

DOI 10.32416/2500-4379-2021-3-25-31
REV

Незавершенная оссификация вентральной дужки атланта у кошек: девять случаев, выявленных с помощью компьютерной томографии

Е.Л. Кемельман^{1,2}, кандидат ветеринарных наук, ветеринарный врач-рентгенолог госпиталя «Skolkovo Vet» и ИВЦ МВА (kemelman@yandex.ru);

Е.В. Костыгова^{1,2}, ветеринарный врач КТ госпиталя «Skolkovo Vet» и ИВЦ МВА (elena.kostygova@yandex.ru);

И.А. Тюренок¹, ветеринарный врач МРТ госпиталя «Skolkovo Vet» (turenkovia@gmail.com);

М.Н. Лапшин¹, ветеринарный врач-невролог госпиталя «Skolkovo Vet» (lapshinmn@gmail.com).

¹ Ветеринарный госпиталь «Skolkovo Vet» (119027, РФ, Москва, ул. Луговая, д. 1, стр. 4).

² Инновационный ветеринарный центр Московской ветеринарной академии им. К.И. Скрябина (ИВЦ МВА) (119192, Москва, Мичуринский проспект д. 8 стр. 2).

В данной статье описывается наблюдение девяти кошек с незавершенной оссификацией дужки атланта. Приведены данные анамнеза, КТ, лечения и прогнозов. Дефекты вентральной дужки атланта были выявлены на КТ у 9 кошек в возрасте от 3 до 12 месяцев с признаками поражения верхнего шейного отдела, включающими боль, атаксию; у 7 кошек наблюдали амбулаторный тетрапарез, у 2 кошек — неамбулаторный. Костные дефекты соответствовали нормальному положению зон роста вентральной дужки атланта. У всех кошек паттерн нарушения оссификации был одинаковым — латеральная часть дужки полностью отсутствовала у 7 кошек слева, у 2 — справа. Остаточные контуры вентрального бугорка прослеживались у 8 из 9 кошек. Также в 8 из 9 случаев латерально от зуба эпистрофея наблюдали изолированный костный фрагмент, точное происхождение которого не установлено. Данный фрагмент отмечен в 6 случаях справа, в 2 случаях слева, и только в двух случаях соответствовал стороне неразвитой дужки. У 7 из 9 кошек наблюдали несращение дорсальной дужки, у 2 кошек с полным сращением дорсальной дужки она была деформирована. Перелом зуба эпистрофея был у 3 кошек, гипоплазия зуба эпистрофея выявлена в 1 случае, атланто-аксиальный подвывих отмечен в 1 случае. 7 кошек получили консервативное лечение, 2 кошки — оперативное лечение. У всех кошек наблюдали клиническое улучшение. Незавершенную оссификацию вентральной дужки атланта (НОВДА) следует рассматривать в дифференциальной диагностике у молодых кошек с подозрением на атлантоаксиальную нестабильность и травму шейного отдела позвоночника, в особенности атланта и эпистрофея. Авторы не смогли найти публикаций, описывающих незавершенную оссификацию атланта у кошек, поэтому авторы считают, что это первое упоминание о данной патологии атланта у кошек.

Ключевые слова: травма, компьютерная томография, незавершенная оссификация, кошка, позвоночник, атлант

Incomplete ossification of the atlas in cats: seven cases detected on computed tomography

E.L. Kemelman^{1,2}, PhD in Veterinary Science, Veterinary radiologist of the Veterinary Hospital «Skolkovo Vet» and IVC MVA

E.V. Kostygova^{1,2}, veterinary doctor of computer tomography of the Veterinary Hospital «Skolkovo Vet» and IVC MVA

I.A. Tyurenkov¹, veterinary doctor of magnetic resonance tomography of the Hospital «Skolkovo Vet»

M.N. Lapshin¹, veterinary neurologist of the Hospital «Skolkovo Vet»

¹ Veterinary Hospital «Skolkovo Vet» (1 bld. 4, Lugovaya str., Moscow, Russia Federation, 119027)

² Innovation Veterinary Center of Moscow Veterinary Academy (IVC MVA) (8 bld.2, Michurinskiy Prospekt, Moscow, Russian Federation, 119192)

Defects of the ventral arch of the atlas were detected on computed tomography in nine cats aged 3...12 months with signs of upper cervical injury including pain and ataxia. Seven cats have an ambulatory tetraparesis, and two cats have a nonambulatory tetraparesis. The bone defects were consistent with the normal location of the ventral arch growth areas of the atlas. In all observed cats, the pattern of ossification abnormalities was similar — the lateral portion of the arch was completely absent in seven cats on the left and in two cats on the right. The structure of the ventral tubercle was traceable in 8 of 9 cats. Also, in 8 of 9 cases an isolated bone fragment was observed lateral to the dens of the axis, the exact origin of which was not determined. This fragment was observed in 6 cases on the right, in two cases on the left, and only in two cases it corresponded to the side of the undeveloped arch. In 7 out of 9 cats, the dorsal arch was not fused; in 2 cats with complete fusion, the dorsal arch was deformed. An dens fracture was visualized in 3 cases, no hypoplasia of the dens was visualized, and one cat have atlantoaxial subluxation. Seven cats received conservative treatment and 2 cats received surgical treatment. Clinical improvement was observed in all cats. Disorder the ossification of the ventral arch of the atlas should be considered as the differential diagnosis in young cats with suspected atlanto-axial instability and trauma of the cervical spine. The authors were unable to find publications describing this atlas developmental abnormality in cats, so the authors believe that this is the first mention of incomplete ossification of the atlas in cats.

Keywords: trauma, computed tomography, incomplete ossification, cat, vertebral column, atlas.

Сокращения: КТ — компьютерная томография, МРТ — магнитно-резонансная томография, НОВА — незавершенная оссификация вентральной дужки атланта.

Введение

Атлант формируется путем слияния трех центров оссификации: тела, правой и левой дужки, которые затем срастаются в арку. Эти центры оссификации видны рентгенологически при рождении. У собак дорсальная средняя линия обычно закрывается через 106 дней после рождения, а вентральные швы закрываются на 115-й день после рождения [2]. Аналогичные сроки оссификации атланта отмечены и у кошек. Аномалии развития были описаны у собак [8, 12, 14, 15]. Инцидентность аномалий развития атланта у собак составляет около 10 % [9]. Большинство врожденных патологий, поражающих атлант у собак, представляют собой сочетанные затылочно-атлантаксиальные пороки развития [13]. Нарушение оссификации атланта — хорошо известное заболевание у людей, которое обычно протекает бессимптомно, если пациент не получал травм шеи [4, 5, 10]. КТ является оптимальным методом для исследования атланта, значительно превосходящим рентгенографию [1, 3]. Авторам не удалось найти публикаций, описывающих подобные аномалии развития у кошек, поэтому

Цель исследования

Описать выявленные нами случаи аномалии оссификации атланта у кошек.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили 9 кошек в возрасте от 3 до 12 месяцев, поступивших на первичный прием в ИВЦ МВА и ветеринарный госпиталь «Skolkovo Vet» в период с 2017 по 2021 год: 6 самцов и 3 самки; 6 метисов, одна русская голубая, британская и мейн-кун. Возраст кошек составил 3 месяца (n=3), 4 месяца (n=3), 6 месяцев (n=2), 1 год (n=1).

Исследование было выполнено на компьютерных томографах:

— Siemens Somatom Scope¹ (ИВЦ МВА). Режим сканирования: 80 kV, 100 mAs, пинтч 0,8; скорость вращения трубки 1,0; толщина среза 0,7 мм, коллимация 16 x 0,6 мм, окно реконструкции «Bone». В одном случае был использован протокол «Fast scan emergency»: скорость вращения трубки 0,6; толщина среза 1,5 мм коллимация 16 x 1,2 мм, окно реконструкции также «Bone»;

— Siemens Go Now¹ (Skolkovo Vet). Режим сканирования: 110 kV, 150 mAs, пинтч 0,4, скорость вращения трубки 1,5; толщина среза 0,3 мм, коллимация 32 x 0,7 мм, окно реконструкции «Bone» (Br60).

В 6 случаях была выполнена вентродорсальная укладка, в 3 случаях — латеральная укладка: на правом и на левом боку. «Стрессовую» укладку с принудительной флексией шеи использовали только в одном случае, который был расценен как ошибка. В остальных 8 случаях голова пациента находилась только в естественном положении, чтобы исключить ятрогенную травму

¹ Siemens Medical Solutions USA, Inc.

Общая характеристика исследованных кошек General characteristics of the examined cats										
Порядковый номер пациента	Порода	Пол	Возраст, мес	Сторона аплазии	Сторона фрагмента	C1-2 подвывих	Несращение дорсальной дужки	Вентральный бугорок	Гипоплазия зуба C2	Перелом зуба C2
1	Метис	F	3	L	L	-	+	Ост	+	-
2	»	M	3	L	R	-	+	»	-	-
3	»	M	4	L	R	-	+	»	-	-
4	Мейн-кун	M	4	L	R	-	+	»	-	+
5	Британская	M	6	R	L	-	Сращение	-	-	+
6	Метис	F	4	R	R	-	+	Ост	-	-
7	Русс. голубая	M	6	L	R	-	+	»	-	-
8	Метис	M	3	L	R	+	+	»	-	-
9	»	F	12	L	нет	-	Сращение	»	-	+

Примечание. M — male (мужской), F — female (женский), L — left (левый), R — right (правый)

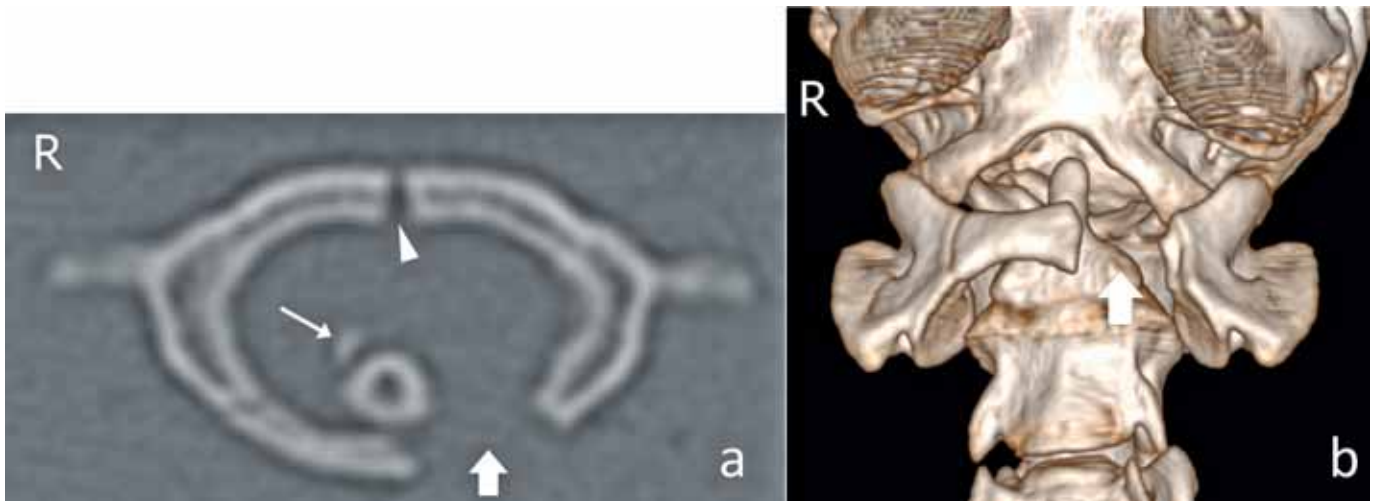


Рис. 1. Аксиальное (а) и трехмерное (б) изображение атланта у шестимесячной русской голубой кошки (кошка №7). Основной дефект вентральной дужки с левой стороны отмечен большой стрелкой, дефект дорсальной дужки отмечен наконечником. Малая стрелка отмечает недифференцированный костный фрагмент, расположенный дорсолатерально от зуба эпистрофея
Fig. 1. Axial (a) and three-dimensional (b) images of the atlas in a six-month-old Russian Blue cat (cat no. 7). The main defect of the ventral arch on the left side is marked with a large arrow; the defect of the dorsal arch is marked with an arrowhead. The small arrow marks the undifferentiated bone fragment located dorsolaterally to the dens of the axis

спинного мозга. Все DICOM-изображения оценивали с помощью программы Radiant².

Для анестезии при КТ использовали пропофол в дозе 4...6 мг/кг; трем пациентам КТ выполнена без седации или анестезии, так как эти кошки были спокойны и неподвижны, их зафиксировали мягкими одеялами и подушками, исключая движения и возможность падения со стола КТ. Время выполнения исследования составляло не более 10 с.

Одной кошке (№4) выполнена рентгенография в латеральной и вентродорсальных проекциях до и после хирургического лечения, другой кошке (№9) выполнена послеоперационная КТ.

Протокол хирургического лечения был одинаковый у двух кошек: удаление части зуба эпистрофея, декомпрессия спинного мозга, вентральная стабилизация. Основные данные по группе исследования и находкам приведены в таблице.

Результаты

Одинаковый анамнез имели 7 из 9 кошек: быстрое развитие амбулаторного тетрапареза произошло во время обычной игры с владельцами, при этом владельцы этих 7 кошек утверждали, что никаких опасных воздействий не было. Кошка №4 упала с высоты около 15 м; анамнез кошки №9 был неизвестен или скрыт. У 7 кошек отмечался амбулаторный тетрапарез, у 2 — неамбулаторный, ментальный статус: выраженная апатия. Вторичный пищевой гиперпаратиреоз был исключен на основании данных анамнеза и КТ у всех кошек в исследовании.

Все кошки имели одинаковый паттерн нарушения оссификации с минимальными различиями. Основной характеристикой было полное отсутствие вентральной дужки атланта только с одной стороны (рис. 1 а, б), в 7 случаях слева и в 2 справа. У 8 из 9 кошек латерально от зуба эпистрофея визу-

ализировался костный фрагмент, который явно не относился ни к зубу эпистрофея, ни к вентральным дужкам. В 6 случаях этот фрагмент находился на противоположной стороне от неразвитой дужки атланта, в 2 случаях — с той же стороны. Дорсальная дужка имела признаки несращения в 7 случаях, в 2 случаях была полностью оссифицированной, но имела признаки деформации (рис. 2). В одном случае была выявлена атлантоаксиальная нестабильность при выполнении флексии шеи (рис. 3). Перелом или деформация зуба эпистрофея выявлены у 3 из 9 кошек (рис. 4). Остаточные контуры вентрального бугорка визуализировались в 8 случаях из 9. В одном случае вентральная дужка имела клиновидное окончание, а костное утолщение, характеризующее вентральный бугорок, не визуализировалось.

Консервативное лечение заключалось в ограничении движений и однократном применении

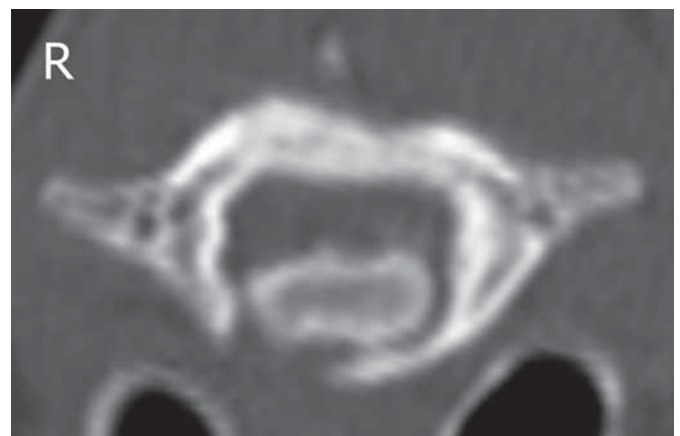


Рис. 2. Аксиальное изображение атланта у 4 мес метиса (кошка №9). Дорсальная дужка имеет полное сращение с признаками деформации
Fig. 2. Axial image of the atlas in a four-month-old mixed breed (cat №9). The dorsal arch has complete fusion with signs of deformity

² RadiAnt DICOM Viewer. Copyright © 2009-2020 Medixant

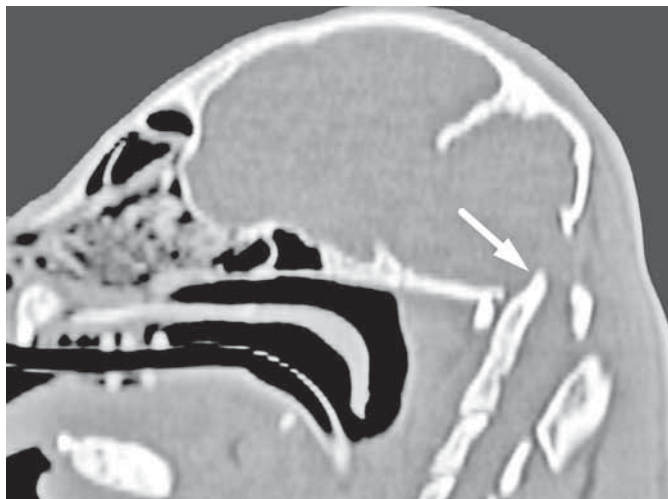


Рис. 3. КТ с флексией шеи: атлантаксиальная нестабильность
Fig. 3. CT with neck flexion: atlantoaxial instability

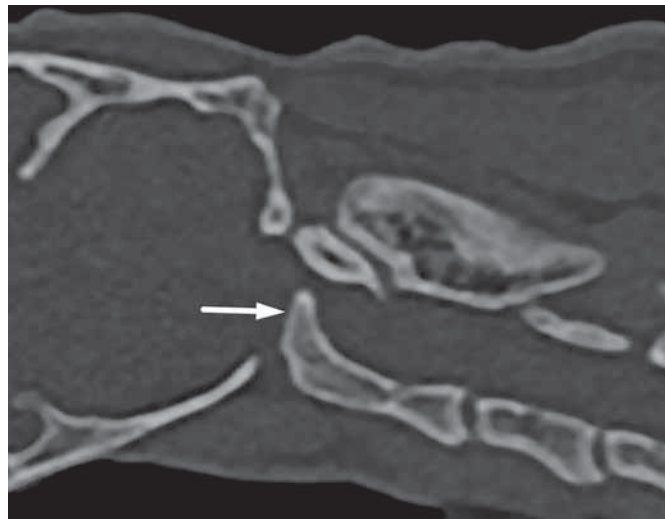


Рис. 4. Деформация зуба эпистрофея и выраженное сужение позвоночного канала (кошка №9)
Fig. 4. Dens deformation and severe stenosis of the spinal canal (cat №9)

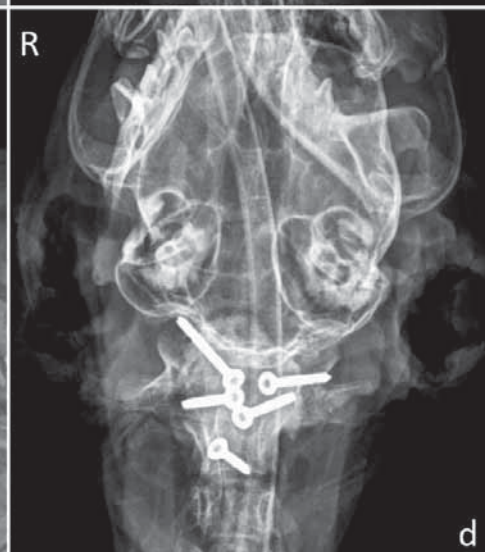


Рис. 5. Рентгенография у четырехмесячного мейн-куна (кошка №4). Укорочение дужки атланта в латеральной проекции (a) отмечено стрелкой, асимметрия оссификации вентральной дужки атланта слева (b) отмечена наконечником. Послеоперационная рентгенография (c, d)
Fig. 5. Radiography of a four-month-old Maine Coon (cat No. 4). Shortening of the arch of the atlas in the lateral projection (a) is marked with an arrow; asymmetry of ossification of the ventral arch of the atlas on the left side (b) is marked with an arrowhead. Postoperative radiography (c, d)

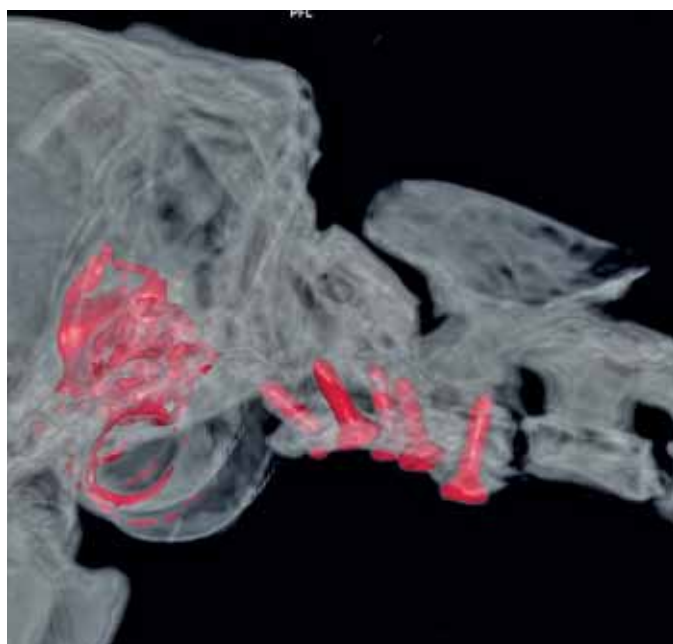


Рис. 6. Послеоперационный КТ мониторинг. Изображение VRT в режиме «bone-metal»
Fig. 6. Postoperative CT monitoring. VRT images in «bone-metal» mode

мелоксикама 0,2 мг/кг IM [7]. Сроки ограничения движений не регламентировались, однако всем владельцам было рекомендовано не допускать кошек до активных игр и прыжков до достижения ими возраста 1 год или пока это будет выполнимо в домашних условиях. В среднем содержание в боксе составляло 2 недели. Корсеты не использовались. Реабилитационный период у кошки №4, прошедшей хирургическое лечение, не отличался от такового у остальных кошек, за исключением назначения антибиотиков и гигиенических обработок кожных швов. У кошки №9 период ограничения движения не определен и, вероятно, продолжится на момент публикации работы.

Рентгенография была выполнена только у одного пациента (№4), прошедшего хирургическое лечение. Основные находки были: укорочение дужки атланта в левой латеральной проекции (рис. 5 а) и асимметрия оссификации ventральной дужки атланта слева (рис. 5 b), затем были выполнены послеоперационные снимки (рис. 5 с, d), послеоперационная КТ не выполнялась. В втором случае (№9) в качестве метода послеоперационного мониторинга использовалась КТ (рис. 6).

Обсуждение

Перелом зуба эпистрофея у кошек [11] в данном исследовании был, вероятно, связан с НОВДА в 3 случаях из 9. Примечательно, что в работе Warren-Smith CM, et al. [12] описывается аналогичный НОВДА паттерн нарушения оссификации у 4 месячного кавалер-кинг-чарльз спаниеля. Как и в 7 из 9 случаях, описанных нами у кошек, упомянутая собака имела амбулаторный тетрапарез. Различие заключалось в наличии у собаки выраженных признаков атлантоаксиальной нестабильности, которые характеризо-

вались смещением зуба эпистрофея дорсально, в то время как у кошек зуб эпистрофея находился в нормальном положении, за исключением случаев, когда был сломан, и одного случая, когда по ошибке была выполнена флексия шеи. Но даже у кошек со сломанным зубом эпистрофея его основание прилежало к ventральной дужке атланта. В случае с флексией шеи зуб эпистрофея был смещен вперед в большое затылочное отверстие, но не дорсально от ventральной дужки атланта.

На этапе диагностики и лечения первого пациента авторы ориентировались на данные, полученные у собак [8, 12], свой опыт консервативного лечения собак с аналогичной патологией [15], а также данные о возможности успешного консервативного лечения кошек с атлантоаксиальной нестабильностью [6]. Отсутствие данных о возможности такой патологии у кошек предполагало эмпирический выбор метода лечения. Рентгенография была выполнена только у одного пациента №4. КТ с флексией и экстензией шеи была выполнена только в 1 случае, что было признано ошибочным, так как мы старались избежать рисков смещения фрагментов, предполагая по данным анамнеза перелом шейного отдела позвоночника, который являлся основным и практически единственным предположительным диагнозом до момента выполнения КТ. Также мы полагали, что данные КТ будут полезны для планирования возможного хирургического лечения. Учитывая обстоятельства получения травмы и неясные прогнозы, а также слабую изученность патологии, авторы не решились выполнить рентгенографию остальным 6 кошкам даже после КТ.

Хотя рентгенография была выполнена только одной кошке, информативность оказалась предсказуемой и соответствовала рентгенографической

картине, описанной в работе Warren-Smith CM, et al. [12] у кавалер-кинг-чарльз-спаниеля с аналогичным паттерном нарушения оссификации вентральной дужки атланта, за исключением того, что у собаки присутствовали признаки атлантаксиальной нестабильности. Дужка атланта на латеральных рентгенограммах выглядела укороченной, а область НОВДА в вентродорсальной проекции — гиподенсивной, но невозможно было достоверно исключить перелом атланта, а также оценить состояние дорсальной дужки и полностью охарактеризовать паттерн нарушения оссификации вентральной дужки. Наиболее вероятно, что показатели чувствительности и специфичности рентгенографии в определении НОВДА у кошек будут примерно соответствовать данным, приведенным в предыдущих работах, оценивающих ценность рентгенографии в диагностике травм позвоночника у собак [3], то есть не будут превышать 72 % в общем, и 51 % — для визуализации фрагментов внутри позвоночного канала.

В нашей работе отсутствует визуализация в динамике, это связано с тем, что нам пришлось бы назначить дополнительную КТ клинически здоровым животным, которым она не нужна, это также вызвало бы отказ со стороны владельцев. Мы предполагаем, что НОВДА останется у исследованных пациентов на протяжении всей жизни, а дорсальная дужка зарастет, однако, за все время работы нам встретилась только одна взрослая кошка (12 месяцев №9) с НОВДА и деформированной дорсальной дужкой атланта, которая вероятно, заросла со временем. Мы предполагаем, что по мере роста кошек паттерн нарушения оссификации принципиально не меняется, также, как это было описано в предыдущих работах у собак [12, 15], в которых исследованы взрослые животные.

На сегодняшний день отсутствуют какие-либо рекомендации по выбору тактики лечения у кошек с НОВДА. Авторы считают, что благоприятный исход при использовании консервативного лечения у 7 кошек из 9 дает основания рекомендовать консервативное лечение как метод первого выбора. 2 кошки были прооперированы, решение об оперативном лечении в обоих случаях было продиктовано более тяжелой симптоматикой и переломом зуба эпистрофея.

Отказ от использования корсетов у первого обследованного пациента был связан с желанием владельца обеспечить частичную иммобилизацию в мягком боксе; другим пациентам корсет не был рекомендован, по аналогии с первым клиническим случаем, где его использование не понадобилось. Однократное использование мелоксикама было обусловлено молодым возрастом пациентов, а также отсутствием манифестации боли при повторных осмотрах в последующие несколько дней.

Заключение

Аномалия развития дужек атланта, наблюдаемая как людей, так и у собак, также возможна и у кошек. Очевидно, что НОВДА встречается крайне редко,

однако, она должна обязательно присутствовать в списке дифференциальных диагнозов у кошек, получивших травму шейного отдела, в особенности, если это произошло при обычных играх, прыжках с явно неопасной высоты или же при неуставленных обстоятельствах.

Авторы предполагают, что в отличие от собак, паттерн нарушения оссификации атланта у кошек более однообразный, но дальнейшее исследование необходимо.

КТ является методом выбора для подтверждения данной аномалии, также важно учитывать, что КТ можно выполнять без седации или анестезии. Кошкам с НОВДА следует предлагать консервативное лечение, если тетрапарез оценивается как неамбулаторный, а перелом зуба эпистрофея и выраженное сужение позвоночного канала на данном уровне исключены с помощью КТ.

Владельцы должны быть проинформированы о возможности такого диагноза, как НОВДА, высокой вероятности достижения хороших результатов при консервативном лечении и благоприятного прогноза еще до постановки окончательного диагноза. Решение об эвтаназии животного не следует принимать, не исключив данную патологию у кошек с предварительным диагнозом — перелом шейного отдела позвоночника.

Мы полагаем, что НОВДА является наиболее редкой патологией позвоночного столба: так, из доступных для анализа 1680 КТ исследований соответствующей анатомической области у кошек (не считая нашу группу пациентов) не было выявлено НОВДА.

Авторам не удалось найти публикаций, описывающих данную аномалию развития атланта у кошек, поэтому авторы полагают, что это первое упоминание о неполной оссификации вентральной дужки атланта у кошек.

Благодарности (с организациями)

Авторы выражают благодарность Петру Константиновичу Карулину, ветеринарная клиника «Медвет» (Вернадский проспект 89 корп. 6, Москва, 119526) за помощь в сборе анамнеза. Мы также хотим отдельно поблагодарить Илью Федоровича Вилковского («Медвет») и Антона Валентиновича Акимова («Skolkovo Vet») за выполненные операции.

Конфликт интересов

Авторский коллектив не получал спонсорской помощи от производителей или поставщиков оборудования и расходных материалов, указанных в данной работе.

Этические вопросы

Данная работа выполнена только на неэкспериментальных кошках, поступивших на обследование в рамках первичного или референсного приема. Вся работа с животными была основана на принципе «наилучшей практики». Личные данные владельцев

животных и клички животных не разглашались. Все владельцы были предупреждены, что материалы обследования их животных будут использованы в научной работе. Этот подход не противоречит законодательству РФ и международным стандартам проведения научных исследований.

Прочие публикации

Впервые коллектив авторов опубликовал данные по встречаемости НОВДА у кошек 22.01.2020 в форме доклада на конференции «Применения КТ и МРТ в диагностике заболеваний МДЖ», докладчик: Костыгова Елена Владимировна. Ссылка на видео запись доклада по QR-коду или по ссылке: <https://www.youtube.com/watch?v=8PJM83kEHig>



References

1. Chambers A.A., Gaskill M.F., Midline anterior atlas clefts – CT findings, *J Comput Assist Tomogr*, 1992, No. 16, pp. 868-870.
2. Evans H.E., *Miller's anatomy of the dog*, 4rd ed., Philadelphia, W.B. Saunders, 2013, 114 p.
3. Kinns J., Mai W., Seiler G., Zwingerberger A., Johnson V., Caceres A., et al. Radiographic sensitivity and negative predictive value for acute canine spinal trauma, *Vet Radiol Ultrasound*, 2006, No. 47, pp. 563-570.
4. Klimo P., Blumenthal D.T., Couldwell W.T., Congenital partial aplasia of the posterior arch of the atlas causing myelopathy: case report and review of the literature, *Spine*, 2003, No. 28, pp. 224-228.
5. Klimo P., Rao G., Brockmeyer D., Congenital anomalies of the cervical spine, *Neurosurg Clin North Am*, 2007, No. 18, pp. 463-478.
6. Lappin M.R., Dow S., Traumatic Atlanto Occipital Luxation in a Cat, *Veterinary Surgery*, 1983, Vol. 12, No. 1, pp. 30-32.
7. Mathews K., Non-steroidal antiinflammatory analgesics: Indications and contraindications for pain management in dogs and cats, *Vet Clin NA: Small Anim Pract*, 2000, Vol. 30, No. 4(July), pp. 783-804.
8. Owen M.C., Davis S.H., Worth A.J., Imaging diagnosis — traumatic myelopathy in a dog with incomplete ossification of the dorsal lamina of the atlas, *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 2008, No. 49, pp. 570-572.
9. Parry A.T., Upjohn M.M., Schlegl K., Kneissl S., Lamb C.R., Computed tomography variations in morphology of the canine atlas in dogs with and without atlantoaxial subluxation, *Vet Radiol Ultrasound*, 2010, No. 51, pp. 596-600.
10. Senoglu M., Safavi-Abbasi S., Theodore N., Bambakidis N.C., Crawford N.R., Sonntag VKH. The frequency and clinical significance of congenital defects of the posterior and anterior arch of the atlas, *J Neurosurg Spine*, 2007, No. 7, pp. 399-402.
11. Shelton S.B., Bellah J., Chrisman C., McMullen D., Hypoplasia of the odontoid process and secondary atlantoaxial luxation in a Siamese cat, *Prog Vet Neurol.*, 1991, No. 2, pp. 209-211
12. Warren-Smith C.M., Kneissl S., Benigni L., Kenny P.J., Lamb C.R., Incomplete ossification of the atlas in dogs with cervical signs, *Vet Radiol Ultrasound*, 2009, No. 50, pp. 635-638.
13. Watson A.G., De Lahunta A., Evans H.E., Morphology and embryological interpretation of a congenital occipito-atlanto-axial malformation in a dog, *Teratology*, 1988, No. 38, pp. 451-459.
14. Wrzosek M., Plonek M., Zeirat O., Biezynski J., Kinda W., Guzinskiy M., Congenital bipartite atlas with hypodactyly in a dog: clinical, radiographic and CT findings, *Journal of Small Animal Practice*, 2014, No. 55, pp. 375-378.
15. Kemelman E.L., Yagnikov S.A., Kuleshova O.A., Two cases of atlas ossification violations with the splitting of the temples in dogs, identified by computed tomography, *Russian veterinary journal Small domestic and wild animals.*, 2013, No. 3, pp. 38-40 (In russ.)