

Морфометрия спинного мозга и позвоночного канала экспериментальных животных (собака)

И.А. Меньщикова, К.П. Кирсанов, Н.М. Мельников

Morphometry of spinal cord and vertebral canal of experimental animals (dogs)

I.A. Menshchikova, K.P. Kirsanov, N.M. Melnikov

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Экспериментальная апробация новых способов фиксации позвоночного столба потребовала детальных знаний анатомии позвоночного столба собаки. В работе приводятся данные морфометрии спинного мозга, позвоночного канала и резервного пространства 46 взрослых беспородных собак.

Ключевые слова: собака, спинной мозг, позвоночный канал, морфометрия.

The experimental evaluation of new techniques for spine fixation has required detailed knowledge of the canine spine anatomy. The data of the morphometry of spinal cord, vertebral canal and a reserve space of 46 mongrel adult dogs are given in the work.

Keywords: dog, spinal cord, vertebral canal, morphometry.

Необходимость экспериментальной апробации новых способов фиксации позвоночного столба, в частности для изучения регенераторных возможностей спинного мозга, общепризнанна. Вместе с тем анатомия собаки изучается лишь с точки зрения ветеринарии. Встречаемые в единичных работах данные морфометрии позвоночного канала, резервного пространства, спинного мозга и уровня его окончания у собак зачастую противоречивы. Кроме того, Н.В. Зеленовский отмечает, что морфометри-

ческие данные спинного мозга собаки зависят от возраста и породы животного [6]. Однако оперативные вмешательства в экспериментальной вертебрологии проводятся на определенной категории животных — взрослых беспородных собаках с длиной голени 18-20 см, весом 20-40 кг. У этих животных достаточно крупные позвонки, что дает возможность проводить фиксаторы как спицевого, так и стержневого типа с диаметром не менее 5 мм [7].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом настоящего исследования послужили трупы 46-ти беспородных собак (в возрасте от 1,5 месяцев до 3-х лет с массой 18-25 кг). Использованы мацерационный, рентгенологический, морфометрический методы исследования, а также макроскопическое препарирование и метод Пироговских срезов (распилы замороженных трупов). Достоверность изменения анализируемых количественных

признаков оценивали с использованием критериев вариационной статистики [5]. Содержание, кормление, уход и эвтаназия животных осуществлялись в соответствии с требованиями инструкции N 12/313 Министерства здравоохранения Российской Федерации "Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментальных биологических клиник" от 06.01.73 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Спинной мозг у собаки имеет вид цилиндрического тяжа, лежит в позвоночном канале и без видимых границ подразделяется на шейную, грудную, поясничную, крестцовую и хвостовые части. Граница между продолговатым и спинным мозгом условно проходит по краниальному краю атланта [1, 2, 3, 8, 9].

Анализ результатов морфометрии выявил,

что сагиттальный и фронтальный диаметры спинного мозга на уровне первого шейного позвонка несколько больше, чем на уровне второго. На уровне атланта сагиттальный диаметр спинного мозга составлял $7,8 \pm 0,47$ мм, фронтальный - $10,3 \pm 0,98$ мм, а на уровне второго шейного позвонка - $6,9 \pm 0,27$ мм и $8,4 \pm 0,75$ мм соответственно. При этом на уровне атланта

фронтальный диаметр спинного мозга превышает сагиттальный, т.е. спинной мозг на поперечном распиле имеет овальную форму. Начиная с уровня второго шейного позвонка спинной мозг приобретает более округлую форму.

На своем протяжении спинной мозг собаки имеет два утолщения - шейное и пояснично-крестцовое. В руководствах по анатомии говорится, что своего максимума шейное утолщение достигает на уровне седьмого шейного позвонка, а пояснично-крестцовое - на уровне четвертого поясничного позвонка [8]. Анализ результатов морфометрии выявил, что в шейном отделе позвоночника наибольший фронтальный диаметр спинного мозга действительно наблюдался на уровне седьмого позвонка - $9,9 \pm 0,18$ мм, однако сагиттальный - на уровне шестого шейного позвонка - $8,2 \pm 0,26$ мм.

В грудном отделе позвоночного столба сагиттальный и фронтальный диаметры спинного мозга постепенно уменьшаются от первого до тринадцатого грудных позвонков. Сагиттальный диаметр спинного мозга на уровне Th1 составлял $7,1 \pm 0,41$ мм, а фронтальный - $7,6 \pm 0,24$ мм; на уровне Th13 - $5,6 \pm 0,64$ мм и $6,9 \pm 0,79$ мм соответственно. При этом на уровнях пятого, шестого и седьмого позвонков фронтальный и сагиттальный диаметры спинного мозга имели статистически близкие величины, а на уровне других грудных позвонков фронтальный диаметр спинного мозга несколько превышал сагиттальный.

В поясничном отделе позвоночного столба размеры спинного мозга постепенно увеличиваются от первого до четвертого поясничного позвонка. Наибольшие размеры пояснично-крестцового утолщения спинного мозга определялись на уровне четвертого поясничного позвонка: сагиттальный диаметр - $6,4 \pm 0,19$ мм, а фронтальный - $8,8 \pm 0,20$ мм. На уровне L5 размеры спинного мозга резко снижались до $4,8 \pm 0,22$ мм и $5,8 \pm 0,43$ мм соответственно. На уровне шестого поясничного позвонка сагиттальный диаметр спинного мозга равнялся $2,6 \pm 0,28$ мм, а фронтальный - $2,6 \pm 0,28$ мм.

Уровень окончания спинного мозга, по данным одних авторов, - последний поясничный позвонок [4], других - диск между L5-L6 [9]. Результаты наших исследований показали, что спинной мозг взрослой собаки заканчивается на уровне шестого поясничного позвонка, а у щенков (в возрасте до 6 месяцев) - на уровне L5.

Конфигурация спинного мозга на уровнях L1-L4 была овальная, на L5- треугольная, а на уровне L6 - круглая. На уровне L7 спинной мозг представлен мозговым конусом.

Наибольшие размеры позвоночного канала определялись на уровне атланта: сагиттальный диаметр - $18,8 \pm 0,95$ мм, а его фронтальный диаметр - $19,2 \pm 0,91$ мм. На уровне второго шейно-

го позвонка размеры позвоночного канала резко уменьшались до $9,8 \pm 0,57$ мм и $11,4 \pm 0,54$ мм соответственно. Начиная с уровня C3 данные размеры постепенно увеличиваются, причем в процентном отношении фронтальный диаметр увеличивается несколько больше, чем сагиттальный. То есть, у верхних шейных позвонков конфигурация позвоночного канала округлая, а у нижних - овальная.

Позвоночный канал собаки имеет также два расширения - шейное и пояснично-крестцовое. В шейном отделе позвоночника, во фронтальной плоскости, расширение определялось от C5 до Th2, с максимумом на уровне C7- $15,4 \pm 0,91$ мм, а в сагиттальной - от C5 до Th1, с наибольшим сагиттальным диаметром на уровне шестого шейного позвонка - $11,5 \pm 0,63$ мм.

В грудном отделе позвоночника размеры позвоночного канала уменьшаются от Th1 до Th13. Если на уровне первого грудного позвонка сагиттальный диаметр позвоночного канала был равен $9,9 \pm 0,43$ мм, а фронтальный - $14,9 \pm 0,76$ мм, то на уровне последнего грудного позвонка - $8,4 \pm 0,59$ мм и $11,7 \pm 0,73$ мм соответственно.

Пояснично-крестцовое расширение позвоночного канала начинается с уровня первого поясничного позвонка. При этом наибольший фронтальный диаметр позвоночного канала определялся на уровне позвонка - $15,2 \pm 0,69$ мм, а сагиттальный - на уровне третьего поясничного позвонка - $9,1 \pm 0,31$ мм. Начиная с уровня четвертого поясничного позвонка отмечалось незначительное снижение сагиттального диаметра позвоночного канала: на L7 до $7,6 \pm 0,32$ мм.

От L1 до L3 позвонок позвоночный канал имел вид эллипса, на уровнях L4 и L5 - форму овала, а на L6 и L7- треугольника.

Анализ морфометрии позвоночного канала крестца выявил, что его сагиттальный диаметр на уровне краниального крестцового сегмента составлял $5,1 \pm 0,21$ мм, среднего - $4,1 \pm 0,33$ мм, каудального - $4,0 \pm 0,20$ мм. Фронтальный диаметр позвоночного канала составлял соответственно $15,0 \pm 0,44$ мм; $12,8 \pm 0,25$ мм и на уровне каудального крестцового сегмента - $9,6 \pm 0,79$ мм. Позвоночный канал на уровне крестца имел вытянутую во фронтальной плоскости овальную форму. При этом фронтальный диаметр превышал сагиттальный в 2-2,5 раза.

Одним из критериев безопасного проведения внешних фиксаторов являются данные "резервного пространства" позвоночного канала.

Величина «резервного пространства» позвоночного канала на уровне всех шейных позвонков в сагиттальной плоскости в среднем равнялась $1,8-3,9$ мм, а во фронтальной плоскости - $2,5-3,5$ мм. В грудном отделе позвоночника данные размеры составляли $1,4-3$ мм и $2,7-4,7$ мм соответственно. В поясничном отделе ре-

зервное пространство позвоночного канала от L1 до L4 позвонка оставалось примерно на одном уровне, а с уровня L5 позвонка резко увеличивалось ($p < 0,05$).

Таким образом, резервное пространство позвоночного канала на уровнях от C1 до L 4 составляло в среднем 3-4 мм, на L5-4-6 мм, а на уровне L6 - 6-7 мм. При этом на всех уровнях, за исключением C1 и C2, во фронтальной плоскости больше, чем в сагиттальной на 1-2 мм. На уровне верхних шейных позвонков спинной мозг расположен в позвоночном канале вблизи его задней поверхности, а затем занимает цен-

тральное положение. Поэтому при внешней фиксации задних структур верхних шейных позвонков следует соблюдать особую осторожность - возрастает опасность повреждения спинного мозга. Наиболее безопасна внешняя фиксация как передних, так и задних структур нижних поясничных позвонков.

Полученные данные по конфигурации спинного мозга и позвоночного канала позвоночного столба собак имеют принципиальное значение для отработки хирургических вмешательств по применению метода чрескостного остеосинтеза в вертебрологии.

Таблица.

Морфометрические данные спинного мозга, позвоночного канала и "резервного пространства" собак, $M \pm m$ (мм).

	СД СМ	СД ПК	РП с. пл.	ФД СМ	ФД ПК	РП ф. пл.
C1	7,8±0,47	18,8±0,95	3,9±0,84	10,3±0,98	19,2±0,91	2,7±0,65
C2	6,9±0,27	9,8±0,57	2,9±0,61	8,4±0,75	11,4±0,54	2,6±0,54
C3	7,4±0,48	9,4±0,53	2,7±0,56	9,1±0,42	11,3±0,37	2,8±0,52
C4	7,1±0,41	9,8±0,59	1,8±0,25	9,3±0,28	11,3±0,59	3,2±0,65
C5	7,9±0,81	10,5±0,62	2,4±0,48	9,4±0,35	12,8±0,58	3,6±0,81
C6	8,2±0,26	11,5±0,63	2,0±0,45	9,4±0,69	13,8±0,61	4,0±0,71
C7	7,9±0,35	11,3±0,56	1,8±0,25	9,9±0,18	15,4±0,91	3,5±0,29
Th1	7,1±0,41	9,9±0,43	2,1±0,45	7,6±0,24	14,9±0,46	3,8±0,71
Th2	6,5±0,51	9,4±0,53	1,9±0,84	7,8±0,73	12,7±0,74	3,5±0,87
Th3	6,1±0,24	8,8±0,46	2,3±0,63	6,6±0,40	11,4±0,50	4,0±0,41
Th4	5,6±0,4	8,9±0,07	1,4±0,24	6,2±0,37	10,7±0,43	2,9±0,44
Th5	6,4±0,68	9,0±0,53	2,2±0,37	6,4±0,68	10,3±0,49	2,7±0,44
Th6	6,4±0,24	9,2±0,58	2,4±0,40	6,8±0,37	10,2±0,47	3,3±0,30
Th7	5,7±0,33	9,2±0,53	2,6±0,37	5,8±0,31	10,1±0,50	3,7±0,66
Th8	5,6±0,89	9,2±0,58	2,0±0,41	6,2±0,18	10,1±0,53	3,5±0,5
Th9	5,7±0,85	9,0±0,65	2,8±0,48	7,0±0,41	10,2±0,21	3,8±0,63
Th10	5,8±0,37	8,6±0,65	2,9±0,78	6,2±0,20	10,5±0,69	3,9±0,83
Th11	5,5±0,74	8,6±0,62	3,0±0,58	7,0±0,71	11,0±0,83	4,3±0,33
Th12	5,7±0,23	8,4±0,61	2,7±0,33	7,3±0,63	10,9±0,77	4,0±0,58
Th13	5,6±0,64	8,4±0,59	2,8±0,73	6,9±0,79	11,7±0,73	4,7±0,89
L1	5,6±0,22	8,7±0,75	3,0±0,28	6,6±0,12	12,2±0,35	5,6±0,30
L2	5,8±0,19	8,8±0,81	2,9±0,27	7,1±0,1	12,8±0,42	5,5±0,35
L3	6,3±0,17	9,1±0,31	2,8±0,29	7,8±0,15	13,1±0,38	5,4±0,32
L4	6,4±0,19	8,9±0,24	2,6±0,59	8,8±0,20	13,9±0,40	5,2±0,35
L5	4,8±0,22	8,8±0,86	4,0±0,27	5,8±0,43	14,5±0,42	7,9±0,43
L6	2,6±0,28	8,2±0,28	5,7±0,34	2,7±0,19	14,8±0,39	9,7±0,56
L7	—	7,6±0,32	—	—	15,2±0,69	—

* - $p < 0,05$

Сокращения: СД - сагиттальный диаметр, ФД - фронтальный диаметр, СМ - спинной мозг, ПК - позвоночный канал, РП с. пл. - резервное пространство позвоночного канала в сагиттальной плоскости, РП ф. пл. - резервное пространство позвоночного канала во фронтальной плоскости.

C1-7- шейные позвонки, Th1-13- грудные позвонки, L1-7- поясничные позвонки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия домашних животных: практикум по препарированию / Под ред. Г.А. Гиммельрейха. - Киев, 1980. - 136 с.
2. Акаевский А.И. и др. Анатомия домашних животных / А.И. Акаевский, Ю.Ф. Юдичев, Н.В. Михайлов, И.В. Хрусталева. - М.: Колос, 1984. - 543 с.
3. Хромов Б.М. и др. Анатомия собаки / Б.М. Хромов, Н.С. Короткевич, А.Ф. Павлова и др. - Л.: Наука, 1972. - 232 с.
4. Бурдей Г.Д. Спинной мозг. - Саратов, 1984. - 236 с.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика. - М., 1999. - 455 с.
6. Зеленский Н.В. Анатомия собаки. - СПб., 1997. - 340 с.
7. Кирсанов К.П. Экспериментальное обоснование метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии: Дис... д-ра мед. наук. - Курган, 1997. - 298 с.
8. Садовский Н.В. Топографическая анатомия домашних животных. - М., 1960. - 423 с.
9. Таюшев К.Г. Морфологические особенности позвоночника и скелетотопия спинного мозга у собак // Бюл. науч. тр. Читинского отд-я Всесоюз. об-ва анатомов, гистологов и эмбриологов. - Чита, 1960. - Вып. 4. - С. 24-27.

Рукопись поступила 27.12.00.