

Морфометрическая характеристика нервных структур поясничного отдела позвоночника беспородных собак

Г.Д. Сафонова, А.П. Коваленко, А.А. Еманов

The morphometric characteristic of the nerve structures of the lumbar spine in mongrel dogs

G.D. Safonova, A.P. Kovalenko, A.A. Yemanov

Государственное учреждение

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)

Исследование выполнено на 19 беспородных собаках в возрасте от 1,5 до 4 лет. В зависимости от массы тела животные разделены на 2 группы: I – 12 собак весом 16-20 кг (♀ - 5, ♂ - 7), II – 7 собак весом 22-30 кг (♀ - 2, ♂ - 5). Статистически значимые различия выявлены по длине отдельных спинномозговых сегментов и корешков. У собак II группы кранио-каудальный размер сегментов L₁, L₃-L₅ (p<0,05, p<0,01) больше, корешки длиннее в области сегментов L₃-L₇ (p<0,05). При этом суммарная длина поясничных сегментов составила: I группа – 133,1±2,94 мм и II – 159,5±8,22 мм (p<0,05). Параметры сечения мозга максимальны в области L₄-L₅ сегментов, ганглиев – L₇. Наблюдается постепенное увеличение размеров спинномозговых корешков и ганглиев в каудальном направлении. Прослеживается натяжение нервных структур поясничного отдела позвоночника: после рассечения мозга по верхней границе сегмента L₁ происходит ее смещение каудально на 1-1,5 см, ганглиев после отделения их от периферических нервов – краниально от 2-3 мм (L₁) до 15–20 мм (L₇).

Ключевые слова: экспериментальное исследование, собаки, спинномозговые сегменты, морфометрия.

The study was carried out using 19 mongrel dogs at the age of 1,5-4 years. The experimental dogs were divided into 2 groups depending on their weight: group I consisted of 12 dogs the weight of which was 16-20 kg (♀ - 5, ♂ - 7), group II consisted of 7 dogs the weight of which was 22-30 kg (♀ - 2, ♂ - 5). Statistically significant differences were revealed in the length of some spine cord segments and roots. The dogs of group II had a larger size of the cranio-caudal segments at L₁, L₃-L₅ (p<0,05, p<0,01), the roots were longer in the segments of L₃-L₇ (p<0,05). Moreover, the total length of the lumbar segments was as follows: in group I – 133,1±2,94 mm and in group II – 159,5±8,22 mm (p<0,05). The parameters of the cord section were maximal in the region of L₄-L₅ segments while those of the ganglia – at L₇. The gradual increase in the size of the spine cord roots and ganglia was noted in the caudal direction. The nervous structures of the lumbar spine were tensioned: after the spine cord was cut along segment L₁ upper border its displacement occurred 10-15 mm caudally and that of ganglia after their separation from the peripheral nerves – from 2-3 mm (L₁) to 15–20 mm (L₇) cranially.

Keywords: experimental study, dogs, spine cord segments, morphometry.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проведения данного морфометрического исследования обусловлена тем, что сведения о размерах сегментов спинного мозга некоторых экспериментальных животных, в частности, собак, представленные в работах отечественных и зарубежных исследователей, фрагментарны и часто противоречивы. Так, К. Grottel (1964) констатировал большую независимость скелетотопических соотношений сегментов спинного мозга данных животных, значительную индивидуальную изменчивость в грудном, поясничном и крестцовом отделах [8]. Однако несколько позднее Н.В. Зеленский

(1997) сообщает о зависимости морфометрических данных спинного мозга от возраста и породы [2]. Сведений о размерах и точной локализации спинномозговых корешков и ганглиев собак в доступной нам литературе не обнаружено.

Исходя из вышеизложенного целью данного исследования явилось изучение морфометрических показателей спинномозговых сегментов, корешков и ганглиев поясничного отдела позвоночника беспородных собак, а также выявление зависимости данных параметров от веса и пола животных.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование выполнено на 19 беспородных собаках в возрасте от 1,5 до 4 лет, которые, в зависимости от массы тела, были разделены на 2 группы. Первую группу ($n=12$, ♀ - 5, ♂ - 7) составили животные, вес которых варьировал от 16 до 20 кг. Во вторую группу ($n=12$, ♀ - 2, ♂ - 5) отнесены более крупные собаки с весом от 22 до 30 кг. Их содержание, кормление и эвтаназию осуществляли в соответствии с требованиями инструкции № 12/313 Министерства здравоохранения Российской Федерации «Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментальных биологических клиник» от 06.01.73. После эвтаназии животного (посредством введения предельной дозы барбитуратов) вскрывали кожный покров в проекции остистых отростков поясничного отдела позвоночника, удаляли мягкие ткани. С помощью пилы Джигли и набора инструментов для торакальной хирургии извлекали блок, содер-

жащий поясничный и крестцовый отделы позвоночника (распиливали костные структуры на уровне последнего грудного позвонка и тазобедренных суставов). Затем надпиливали дужки позвонков по наружной поверхности в области средней трети межпозвоночных отверстий, удаляли их и осторожно извлекали спинной мозг вместе с соответствующими каждому сегменту корешками и ганглиями (рационализаторское предложение авторов № 55/02).

Измерение исследуемых органов производили на нефиксированном материале с помощью штангенциркуля. Сегментом спинного мозга считали отрезок, соответствующий каждой паре спинномозговых нервов [3], условной длиной корешка – расстояние от места выхода его из твердой мозговой оболочки (ТМО) до ганглия. Статистическую обработку полученных данных осуществляли методом вариационного анализа с использованием t-критерия Стьюдента [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Спинной мозг в поясничном отделе позвоночника собак представляет собой неравномерно выраженный тяж овального сечения, состоящий из 7 сегментов [6]. Максимальные фронтальный и сагиттальный диаметры мозга, соответствующие пояснично-крестцовому утолщению, прослеживаются на уровне L_4 - L_5 сегментов. При этом в первой группе животных фронтальный размер сегмента L_4 составил $10,04 \pm 0,34$ мм, L_5 – $9,39 \pm 0,22$ мм, во второй – $10,6 \pm 0,29$ мм и $10,2 \pm 0,5$ мм соответственно. Значимых различий по показателям фронтального и сагиттального диаметров между исследуемыми группами не обнаружено. Резкое уменьшение размеров поперечного сечения, соответствующее конусу спинного мозга, наблюдается с уровня L_6 и особенно выражено на уровне L_7 сегмента. Так, в области выхода корешка L_7 из ТМО фронтальный размер спинного мозга у первой группы животных составил $5,59 \pm 0,4$ мм, сагиттальный – $3,95 \pm 0,12$ мм, у второй – $5,0 \pm 0,57$ мм и $3,53 \pm 0,26$ мм соответственно.

Ранее К.Г. Таюшевым (1960) было установлено, что у собак прослеживается краниальное смещение сегментов спинного мозга относительно тел соответствующих позвонков в поясничном отделе на 2 сегмента, т.е. 7-й сегмент мозга расположен в проекции 5-го поясничного позвонка [5]. По нашим наблюдениям, при сохранении условий естественной фиксации корешков и ганглиев к костным структурам, одновременное рассечение позвоночника и спинного мозга на границе грудного и поясничного отделов приводит к смещению на 10-15 мм поверхности отсеченного дистального фрагмента мозга

в каудальном направлении. В извлеченном блоке поясничного отдела позвонки находятся в нейтральном положении, что усиливает натяжение прилежащих нервных структур и обуславливает значительное смещение границы рассечения мозга. Известно, что в норме у собак в обозначенном отделе позвоночника имеется лордоз, вследствие чего натяжение нервных структур при жизни животного прослеживается в меньшей степени [7].

По данным Г.Д. Бурдей (1984), поясничный отдел спинного мозга собак располагается на протяжении от тела первого поясничного позвонка до передней трети тела пятого поясничного позвонка [1]. Результаты наших исследований показали, что поясничный отдел спинного мозга расположен на уровне L_1 - L_V позвонков и заканчивается на уровне тела L_V или межпозвоночного диска L_V - L_{VI} , независимо от веса собак. Длина сегментов мозга у крупных собак (II группа) было значимо больше, чем мелких (I группа) в области L_1 , L_3 - L_5 ($p < 0,05$, $p < 0,01$). Суммарная длина поясничного отдела спинного мозга у собак с массой тела 16-20 кг составила $133,1 \pm 2,94$ мм, 22-30 кг – $159,5 \pm 8,22$ мм ($p < 0,05$).

Согласно исследованиям К.Г. Таюшева (1960), поясничные спинальные узлы находятся в спинномозговом канале напротив межпозвоночных отверстий [5]. По нашим наблюдениям, все ганглии поясничного отдела, до их отделения от периферических нервов, располагались в соответствующих межпозвоночных отверстиях. Параметры спинномозговых ганглиев в зависимости от массы тела животного существенно не

различаются, хотя средние значения их продольного и поперечного размеров у более крупных собак несколько выше. Эти параметры постепенно нарастают от первого к седьмому сегменту, при этом прослеживается выраженное увеличение длины узла более чем в 3 раза и незначительное увеличение толщины – до 1,5 раз. Так, на уровне L_1 длина ганглия составляет $1,8 \pm 0,05$ мм в первой группе и $2,03 \pm 0,19$ мм во второй; на уровне L_7 – $6,07 \pm 0,22$ и $6,3 \pm 0,36$ мм соответственно. Верхние поясничные ганглии (L_1 - L_2) имеют округлую форму, L_3 - L_5 – приближенную к овалу, L_6 - L_7 – эллипсовидную. Следует отметить, что ганглии нижележащих сегментов – крестцового отдела спинного мозга, в частности S_{1-2} , при сохранности максимального продольного размера имеют минимальный поперечный, т.е. их форма соответствует веретеновидной.

Как известно, спинномозговые ганглии состоят преимущественно из псевдоуниполярных афферентных нейроцитов, которые являются первым звеном рефлекторной дуги, непосредственно воспринимающим информацию с периферии [3]. Нетрудно заметить, что размеры ганглиев поясничного отдела, точнее, увеличение их параметров в каудальном направлении, соотносятся с нарастанием размеров сегментов спинного мозга. Однако если рассматривать их максимальные параметры, то, как было отмечено ранее, пояснично-крестцовое утолщение мозга располагается на уровне L_4 - L_5 сегментов, тогда как наиболее крупными являются ганглии L_7 . Это объясняется тем, что место выхода спинномозговых корешков из ТМО не является истинным началом последних, т.е. обозначение медуллярных сегментов подобным образом достаточно условно. Более правильным будет обозначение их по расположению субдуральных ветвей корешков.

Корешки поясничных спинномозговых нервов выходят из ТМО и располагаются в позвоночном канале под разными углами, зависящими от уровня расположения медуллярного сегмента относительно соответствующих позвонков. В каудальном направлении прослеживается последовательное уменьшение этого параметра до минимальных величин. Так, если угол наклона корешков в области сегмента L_1 составил 45° , L_2 – 25 - 30° , то на уровне L_3 прослеживается его уменьшение до 15 - 20° , L_4 – до 10 - 15° , L_5 и далее – менее 10° , т.е. в области конуса корешки практически прилежат к спинному мозгу. Уменьшение угла выхода корешков из ТМО, наиболее выраженное в области L_5 - L_7 , обусловлено максимальным краниальным смещением данных сегментов спинного мозга относительно позвоночника в процессе роста животного.

Просматривается изменение длины корешков поясничного отдела позвоночника в сторону

увеличения от первого к седьмому сегменту более чем в 5 раз. В первой группе наблюдений длина корешков возрастала от $5,35 \pm 0,35$ мм в L_1 до $25,8 \pm 1,27$ мм в области сегмента L_7 , во второй – от $6,38 \pm 0,96$ мм до $36,5 \pm 1,97$ мм соответственно. По показателю длины корешков существенные межгрупповые различия выявлены на уровне L_3 - L_7 сегментов ($p < 0,05$).

Внутри каждой из исследованных групп животных наблюдается также изменение толщины корешков с тенденцией к увеличению их размеров в каудальном направлении в пределах поясничного отдела. Однако нами не обнаружено существенных межгрупповых различий по данным показателям. Исключение составили корешки пятого поясничного сегмента, которые у собак весом 22-30 кг достоверно крупнее: как суммарно вентральный (передний) и дорсальный (задний), так и только дорсальный ($p < 0,05$).

Отмеченное выше явление натяжения спинного мозга характерно и для корешков: при нейтральном положении позвонков в блоке после отделения спинномозговых узлов от соответствующих периферических нервов (пересечения последних) наблюдается смещение ганглиев из межпозвоночных отверстий в позвоночный канал краниально от 2-3 мм на уровне L_3 сегмента до 15-20 мм в области L_7 . При сохранении лордоза, т.е. функционального (прижизненного) положения блока поясничного отдела позвоночника, прослеживается менее выраженная транслокация ганглиев. Создание кифотического искривления данного отдела позвоночника способствует нарастанию натяжения, увеличение лордоза – расслаблению корешков, что отмечалось в ранее опубликованных сообщениях [7]. Извитости корешков, как отмечают некоторые авторы [5], у взрослых собак мы не наблюдали.

В нашем исследовании не обнаружено межгрупповых различий изучаемых показателей по половому признаку у животных с массой тела 16-20 кг, а также при разделении собак на две группы по половому признаку, не принимая во внимание вес животного.

Таким образом, рассматривая морфометрию сегментов спинного мозга и прилежащих нервных структур поясничного отдела позвоночника беспородных собак с точки зрения размеров и, следовательно, веса животного, мы выявили, что между обозначенными группами прослеживаются различия по средним значениям длины отдельных сегментов спинного мозга и его корешков. Наблюдаемое проявление взаимозависимости вышеобозначенных параметров костных и нервных анатомических формирований у животных одного вида вполне предполагаемо и обусловлено изменением соотношения их кранио-каудальных размеров в процессе постнатального развития при опережающем росте костных структур. Однако нами не обнаружено

статистически значимых межгрупповых различий по показателям фронтального и сагиттального диаметров сегментов мозга, а также в толщине корешков и параметрах спинномозговых ганглиев. Объяснением этому может служить предположение, что количество нервных клеток в одних и тех же анатомических структурах должно быть приблизительно одинаково у животных одного вида. Это относится как к коли-

честву клеток в ганглиях и сегментах мозга, так и к их отросткам, формирующим спинномозговые корешки. В доступной нам литературе по данному вопросу не обнаружено достоверных сведений, однако имеются указания на различия в размерах непосредственно нервных клеток в аналогичных структурах у взрослых животных различных видов, что составляет предмет отдельных исследований.

Таблица

Морфометрические данные спинного мозга и прилежащих нервных структур беспородных собак разной массы тела, мм ($M \pm m$)

Сегмент	Группа	Параметры сегментов спинного мозга			Спинномозговые корешки			Спинномозговые ганглии	
		краниокаудальный	фронтальный	сагиттальный	длина	поперечные размеры		длина	поперечный размер
						$d_{\text{дорс.}} + d_{\text{вентр.}}$	$d_{\text{дорс.}}$		
L ₁	I	20,4±0,83	7,46±0,13	5,8±0,17	5,35±0,35	1,1571±0,0297	0,6143±0,0261	1,8±0,05	1,69±0,07
	II	25,7±1,58*	7,39±0,14	5,67±0,14	6,38±0,96	1,125±0,0629	0,625±0,025	2,03±0,19	1,7±0,1
L ₂	I	21,87±0,46	7,96±0,14	5,98±0,18	5,96±0,39	1,3±0,0436	0,6714±0,0184	2,23±0,14	1,79±0,08
	II	23,97±1,12	8,17±0,16	6,03±0,14	8,1±0,88	1,325±0,0479	0,725±0,025	2,4±0,13	2,06±0,04*
L ₃	I	20,27±0,4	8,73±0,2	6,43±0,13	7,58±0,69	1,5625±0,0569	0,8±0,0404	2,61±0,16	1,85±0,08
	II	24,13±1,21*	8,74±0,24	6,39±0,09	11,44±1,68*	1,425±0,025	0,775±0,0479	2,77±0,14	2,11±0,17
L ₄	I	20,5±0,59	10,04±0,34	6,9±0,13	11,93±0,71	1,8125±0,0768	1,025±0,0598	3,41±0,17	2,15±0,08
	II	24,39±1,35*	10,6±0,29	7,07±0,22	17,01±1,38*	1,725±0,025	0,95±0,0289	3,44±0,29	2,11±0,15
L ₅	I	19,47±0,51	9,39±0,22	6,7±0,26	17,07±0,72	2,2188±0,0699	1,2125±0,0134	3,91±0,1	2,24±0,07
	II	23,61±1,1**	10,2±0,5	6,1±0,16	22,61±1,61*	2,475±0,0479*	1,375±0,0479	4,17±0,17	2,39±0,14
L ₆	I	17,12±0,74	7,58±0,32	5,36±0,2	24,78±1,15	2,4±0,0571	1,35±0,0639	5,04±0,33	2,61±0,12
	II	21,11±1,16	6,8±0,57	4,61±0,4	31,2±2,34*	2,575±0,1181	1,4±0	5,31±0,31	2,7±0,11
L ₇	I	15,18±0,52	5,59±0,4	3,95±0,12	25,79±1,27	2,4625±0,1142	1,45±0,0495	6,07±0,22	2,63±0,05
	II	16,5±1,65	0,5±0,57	3,53±0,26	36,5±1,97**	2,575±0,0854	1,45±0,0289	6,3±0,36	2,84±0,14

Примечания: $d_{\text{дорс.}}$, $d_{\text{вентр.}}$ – поперечные размеры (диаметры) дорсального и вентрального спинномозговых корешков; * – различия между сравниваемыми группами достоверны при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдей, Г.Д. Спинной мозг / Г.Д. Бурдей. – Саратов, 1984. – 236 с.
2. Зеленский, Н.В. Анатомия собаки / Н.В. Зеленский. – СПб, 1997. – 340 с.
3. Крылова, Н.В. Анатомия в схемах и рисунках (спинной, головной мозг и черепные нервы) / Н.В. Крылова, И.А. Искренко. – М.: Изд-во УДН, 1986. – 166 с.
4. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293с.
5. Таюшев, К.Г. Морфологические особенности позвоночника и скелетотопия спинного мозга у собак / К.Г. Таюшев // Бюл. науч. тр. Читинского отд-я Всесоюз. об-ва анатомов, гистологов и эмбриологов. – Чита, 1960. – С. 24-27.
6. Анатомия собаки / Б.М. Хромов, Н.С. Короткевич, А.Ф. Павлова и др. – Л.: Наука, 1972. – 232с.
7. Breig, A. Adverse mechanical tension in the central nervous system. An analysis of cause and effect. Relief by functional neurosurgery / A. Breig. - Stockholm: Almqvist Wiksel International, 1978. - 261 p.
8. Grottel, K. Цит. по Г.Д. Бурдей. Спинной мозг. – Саратов, 1984. – С. 54.

Рукопись поступила 16.01.03.