

УДК 636:611–018.36

© В. П. Новак, О. С. Бевз, 2013

## ІНТРАОРГАННА ТА СЕГМЕНТАЛЬНА ІННЕРВАЦІЯ КАПСУЛИ КОЛІННОГО СУГЛОБА

**В. П. Новак, О. С. Бевз***Кафедра анатомії та гістології ім. П. О. Ковальського (зав. – д.б. н., проф. Новак В. П.), Білоцерківський національний аграрний університет. 09117 Україна, Київська обл., м. Біла Церква, Соборна площа, 8/1. E-mail: nowak.vit@yandex.ua*

### INTRAORGANION AND SEGMENTAL INNERVATION OF CAPSULE OF THE KNEE JOINT V. P. Novak, O. S. Bevz

#### SUMMARY

The aim of this work is studying the issues of intraorganic and segmental innervation and the axial nerve capsule of the knee joint. We have used the experimental morphology analysis, neurohistology, and polarization microscopy. We have experimentally established that the innervation of all the anatomical parts of the knee joint capsule is polysegmental, however, the most pronounced multisegment innervation is observed in the plantar and lateral parts of the capsule, because nerve the agents from six segments L4 – S2 innervate them. We have revealed that the axial nerve in the innervation of the knee joint capsule is L6 – the 6th lumbar segment. We have determined the histotopography features of the intraorganic nerve structures: the receptive fields are located in the medial, lateral and plantar parts; the reflexogenic zone occupies the plantar capsule of the knee joint.

### ІНТРАОРГАННА І СЕГМЕНТАЛЬНА ІННЕРВАЦІЯ КАПСУЛИ КОЛІННОГО СУСТАВА В. П. Новак, О. С. Бевз

#### РЕЗЮМЕ

Целью данной работы является изучение вопросов интраорганной и сегментальной иннервации, определение осевого нерва капсулы коленного сустава. В работе использованы экспериментально-морфологические, нейрогистологические методы и метод поляризационной микроскопии. В результате проведенных исследований экспериментально установлено, что иннервация всех анатомических частей капсулы коленного сустава является полисегментной, но более выраженную многосегментную иннервацию получают латеральная и плантарная части капсулы, так как они иннервируются нервными проводниками от 6-и сегментов L4 – S2. Выяснено, что осевым нервом в иннервации капсулы коленного сустава является L6–6-й поясничный сегмент. Установлены особенности гистотопографии интраорганной нервных структур: рецепторные поля – в медиальной, латеральной и плантарной частях, рефлексогенная зона – в плантарной части капсулы коленного сустава.

**Ключові слова:** сегментальна іннервація, рецепторний апарат, рефлексогенні зони, капсула колінного суглоба, осьовий нерв.

Нині вважається доведеною визначна роль пропріорецепторів капсульно-зв'язкових структур колінного суглоба в управлінні стабілізуючою функцією навколосуглобових м'язів. Відмічений прямий зв'язок між їх кількістю на одиницю площі і клінічним проявом нестабільності в колінному суглобі [1]. За гострого пошкодження капсульно-зв'язкового апарату колінного суглоба порушується спектр аферентації від рецепторних структур, знижується пропріорецептивна активність і збільшуються ноціоцептивні аферентні потоки, відбувається захисне виключення нейрогенної стимуляції чотириголового м'яза [6]. Знання гистотопографії рецепторного апарату та рефлексогенних зон капсули колінного суглоба має вирішальне значення у виборі оптимальних місць розрізів під час доступу до структур синовіального середовища за хірургічних втручань, а також забезпечення відновних функцій та рецепторної здатності. Топографія осьового нерва певної частини тіла, його зони розгалуження та перекриття необхідна для прогнозів репаративних процесів в тій чи іншій структурі синовіального середовища суглоба, а також для розкриття патогенезу, симптоматоло-

гії та техніки тестування неврологічних порушень тазових кінцівок. Сучасна ветеринарна морфологія доволі активно займається вивченням сегментальної іннервації хрестоподібних зв'язок, сухожилків та зв'язок наколінника, а також сенсорної іннервації колінного суглоба [4, 5, 7]. Але не дивлячись на значні досягнення сучасної нейрології питання сегментальної іннервації капсули колінного суглоба, а також топографії сенсорних нервових закінчень відносно анатомічних частин капсули залишається відкритим.

Метою роботи є вивчення питань інтраорганної та сегментальної іннервації, визначення осьового нерва капсули колінного суглоба шляхом проведення комплексних експериментально-морфологічних досліджень.

#### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

У роботі використані експериментально-морфологічні, нейрогистологічні методи та метод поляризаційної микроскопії. Для нейрогистологічних досліджень капсулу колінного суглоба свійських котів відпрепарували згідно з анатомічними частинами суглоба (медіальна, латеральна, дорсальна, плантарна). Використовували методики імпрегнації

азотнокислим сріблом за Більшовським-Гросом в модифікації Лаврентьєва, Кампоса [2]. Експериментальні хірургічні операції з екстирпації спинальних гангліїв проводили у поперековому і крижовому відділах хребетного стовпа за методом, розробленим на нашій кафедрі та модифікованим В.П. Новаком. Ця модифікація забезпечує повний візуальний контроль під час операції, а також зберігається цілісність хребців і кровоносних судин. Експерименти були проведені на свійських котах роздільно, однобічно, екстирпували ганглії поперекових ( $L_4, L_5, L_6, L_7$ ) і крижових ( $S_1, S_2$ ) сегментів. Експериментально-морфологічні дослідження проводились із суворим дотриманням біоетичних норм, відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. [3]. За допомогою видалення спинальних гангліїв викликали дегенерацію нервових волокон дистальніше місця перерізання. Оскільки дегенерація нерва починається із периферії і розповсюджується до центру, то руйнуючи зв'язок з нейроном, викликали валеровську дегенерацію, в першу чергу, в нервових закінченнях. Для вивчення сегментального формування магістральних нервових стовбурів капсули колінного суглоба використовували метод поляризаційної мікроскопії, який дозволяє відрізнити нервові волокна у стані валеровської дегенерації від інтактних. Під час мікроскопування гістопрепаратів суглобової капсули вивчали морфологію нервових структур та одночасно підраховували кількість нормальних й перероджених нервових волокон. Підрахунок проводили за великого збільшення, для цього в досліджуваній ділянці капсули визначали, скільки зі 100 волокон є переродженими. Таким чином, у відсотковому відношенні визначається ступінь участі досліджуваного сегмента в іннервації анатомічних частин капсули колінного суглоба.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нейрогістологічні дослідження капсули колінного суглоба свійського kota показали, що різні анатомічні частини капсули нерівномірно насичені нервовими структурами. Крім того, варто відмітити, що нервові структури розподіляються неоднаковою мірою у фіброзній і синовіальній оболонках капсули. В капсулі суглоба локалізуються вільні та інкапсульовані нервові закінчення, які відрізняються полі-

морфізмом. Вільні нервові закінчення відрізняються різноманітною архітектонікою та гістотопографією. Інкапсульований рецепторний апарат здебільшого локалізується у фіброзній оболонці капсули між пучками колагено-еластичного комплексу волокон, які підлягають значному навантаженню – стисненню і розтягненню під час руху, тому вони є механорецепторами, за характером сприйняття подразнень та їх форма може бути зміненою. Під час вивчення топографії рецепторного апарата нас цікавило питання його розподілу відносно анатомічних частин капсули колінного суглоба. Хоча інкапсульовані рецептори виявлені в дорсальній, латеральній та плантарній частинах, найбільш насиченою рефлексогенною зоною є плантарна частина капсули колінного суглоба. Рецепторні поля локалізуються у медіальній, латеральній та плантарній частинах капсули колінного суглоба.

Експериментально-морфологічним методом встановлено, що у формуванні нервів поперекового сплетення, які іннервують капсулу колінного суглоба, беруть участь три сегменти –  $L_4, L_5, L_6$  поперекові сегменти. Щодо магістральних нервових стовбурів крижового сплетення, які іннервують капсулу колінного суглоба, участь в їх утворенні беруть 6 сегментів –  $L_4, L_5, L_6, L_7, S_1, S_2$ . Аналіз отриманих даних дає змогу підтвердити, що усі магістральні нерви попереково-крижового сплетення є полісегментними.

Проведене нейрогістологічне дослідження експериментального матеріалу – капсули колінного суглоба свійського kota, дає можливість констатувати, що іннервація всіх анатомічних частин капсули колінного суглоба є полісегментною, але більш виражену багатосегментну іннервацію отримують плантарна і латеральна частини, оскільки вони іннервуються волокнами від 6 сегментів попереково-крижового відділу хребетного стовпа – від 4-го поперекового до 2-го крижового ( $L_4-S_2$ ).

Результати аналізу отриманих даних нейрогістологічних досліджень показали, що осьовим нервом, який є головним в іннервації капсули колінного суглоба, можемо вважати  $L_6$ –6-й поперековий сегмент, оскільки він віддає найбільший відсоток нервових провідників для більшості анатомічних частин капсули (табл.).

Таблиця

**Сегментальний розподіл нервових структур у стані валеровської дегенерації відносно анатомічних частин капсули колінного суглоба свійського kota після екстравертебральної гангліоектомії**

Анатомічна частина капсули	Оперований сегмент, %					
	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$S_1$	$S_2$
Дорсальна	19**	39	19**	0***	0***	0***
Медіальна	17***	20***	68	0***	0***	0***
Латеральна	8***	17***	67	30***	5***	3***
Плантарна	10***	18***	83	65*	16***	9***

Примітка. Відносно  $L_6$  – \* –  $p < 0,05$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ; відносно  $L_5$  – \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Таким чином, участь декількох сегментів в іннервації окремого ланцюга кінцівки – капсули колінного суглоба, утворення ними зон перекриття можна вважати захисними та компенсаторними пристосуваннями нервової системи на випадок втрати функцій одним із сегментів спинного мозку.

#### ВИСНОВКИ

1. Іннервація всіх анатомічних частин капсули колінного суглоба свійського kota є полісегментною.

2. Найбільш виражену полісегментну іннервацію отримують плантарна і латеральна частини, оскільки вони іннервуються волокнами від 6-ти сегментів  $L_4 - S_2$ .

3. Екстравертебральною гангліоектомією встановлено, що в іннервації капсули колінного суглоба осьовим нервом є  $L_6$ –6-й поперековий сегмент.

4. Встановлено особливості гістотопографії інтраорганичних нервових структур: рецепторні поля – в медіальній, латеральній та плантарній частинах, рефлексогенна зона – у плантарній.

У перспективі подальших досліджень плануємо з'ясувати сегментальну іннервацію капсули кульшового суглоба.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Лисицын М. П. Стабилометрия как метод оценки проприорецепции при повреждениях капсульно-связочного аппарата коленного сустава /

М. П. Лисицын, Т. М. Андреева // Вести травматологии и ортопедии – 2001. – № 3. – С. 69–74.

2. Меркулов Г. А. Курс патологической техники / Г. А. Меркулов. – Л.: Медицина, 1969.

3. Яблонський В. А. Проблеми біоетики у ветеринарній медицині: Методична розробка лекції з курсу «Методи наукових досліджень» / В. А. Яблонський, О. В. Яблонська. – К.: ПП «Графіка», 2007. – 20 с.

4. Gomez-Barrena E. Segmental sensory innervation of the cruciate ligament the patellar tendon of the cat's knee / Gomez-Barrena E, Martinez-Moreno E, Munuera L. // Acta Orthop. Scand. – 1996. – Vol. 67. – № 6. – P. 545.

5. Krauspe R. Sensory innervation of the anterior cruciate ligament. An electrophysiological study of the response properties of single identified mechanoreceptors in the cat / Krauspe R., Schmidt M., Schaible H. G. // J Bone Joint Surg. Am. – 1992. – Vol. 74 (3). – P. 390–397.

6. Soderberg G. L. Staticodynamic analysis of movement of the knee. / G. L. Soderberg, S. D. Minor, K. Arnold // Phys. Ther. – 1987. – Vol. 67. – P. 1691–1696.

7. Steven M. Madey Brand Sensory innervation of the cat knee articular capsule and cruciate ligament visualised using anterogradely transported wheat germ agglutinin–horseradish peroxidase / Steven M. Madey, Kelly J. Cole, Richard A. Brand // J. Anat. – 1997. – Vol. 190 (Pt. 2). – P. 289–297.