

Андрєєва Т.О.¹, Стоянов О.М.², Мірджурєв Е.М.³, Чеботарьова Г.М.⁴, Калашніков В.Й.⁵,
Вастьянов Р.С.², Дарій В.І.⁶

¹Чорноморський національний університет імені П. Могили МОН України, м. Миколаїв, Україна

²Одеський національний медичний університет МОЗ України, м. Одеса, Україна

³Ташкентський інститут удосконалення лікарів, м. Ташкент, Узбекистан

⁴Одеський національний політехнічний університет МОН України, м. Одеса, Україна

⁵Харківський національний медичний університет МОЗ України, м. Харків, Україна

⁶Запорізький державний медико-фармацевтичний університет МОЗ України, м. Запоріжжя, Україна

Клініко-морфометричні зміни шийного відділу хребта в людей і тварин з болем у шиї

Резюме. Актуальність. Відома висока активність, рухливість шиї, її кістково-хрящового, м'язового апарату тощо. При цьому дегенеративно-дистрофічні процеси у шийному відділі хребта є нагальною проблемою. **Метою** дослідження було визначити клініко-морфометричні зміни шийного відділу хребта у людей і тварин з болем у шиї на ґрунті клініко-неврологічного обстеження, визначення щільності тіл хребців, їх конфігурації та співвідношення задля своєчасної корекції, прогнозу цієї патології. **Матеріали та методи.** У людей і тварин вивчали інтенсивність болю за допомогою адаптованих ВАШ, комп'ютерно-томографічні показники з вимірюванням щільності тіл хребців, морфометричних показників з акцентом локалізації на рівні С₅-С₇. Усі дослідження проводилися відповідно до сучасних біоетичних стандартів. **Результати.** Патологія конфігурації хребта зареєстрована у 84,6 % обстежених у вигляді кутового кіфозу або випрямленого лордозу, частіше у жінок. У собак і котів зміни спостерігали в 34,7 % випадків. Нормальна конфігурація частіше: у кішок — 78,6 % і собак дрібних порід — 78,5 %, у великих порід собак — лише у 26,3 %, при цьому деформації зустрічалися частіше, ніж у кішок і дрібних собак (у 2,7 раза і більше). Щільність тіл хребців вздовж хребта в усіх групах зменшувалася в каудальному напрямку, у людей ця відмінність становила 18,1 %. У кішок така відмінність становила в середньому 2,7 %, у собак дрібних порід вона була значнішою — 7,5 %, а у великих порід досягала 14,3 %. Максимальна відповідність змін відмічена в людей і собак великих порід. **Висновки.** Тварини, особливо собаки великих порід, можуть бути моделлю для вивчення етіопатогенетичних чинників, перебігу та прогнозу дегенерації кістково-хрящового апарату шийного відділу хребта. **Ключові слова:** дегенеративно-дистрофічна патологія хребта; шийний відділ; люди; тварини; біль; ішемія; неврологічні розлади; комп'ютерна томографія; денситометрія

Вступ

Сім шийних хребців з безліччю окремих суглобів є складною кістково-суглобовою системою у більшості ссавців, яка дозволяє виконувати комбіновані рухи головою та шиєю в усіх площинах. Цьому також сприяють розвинений вестибулярний апарат, антигравітаційні механізми, участь екстрапірамідної та вегетативної систем, сенсорна взаємодія, контроль центральної нервової системи (ЦНС). Проте шия з особливостями кістково-суглобової системи, наявністю потужних магистральних артерій, нервових провідників, спинного мозку та великих вегетативних структур відносно слабо захищена від зовнішніх впливів порівняно з черепом і грудною кліткою [1, 2]. При цьому дегенеративно-

дистрофічні ураження шийного відділу хребта (ШВХ) ініціюють рухові та сенситивні розлади, неврологічний дефіцит, больовий синдром тощо [3]. Останній є медичною проблемою, актуальність якої прогресивно зростає: за десять років його частота (із тривалістю болю більше ніж 3 місяці) зросла на 21 % [4] і може досягати 41 % [5].

Відомо, що захворювання опорно-рухового апарату та сполучної тканини посідають третє місце у структурі захворюваності серед дорослого населення України зі сталою тенденцією до зростання [6, 7]. Патологія кістково-м'язової системи становить понад 5 % усіх зареєстрованих захворювань і традиційно посідає четверте місце, а в категорії діагностованих вперше в

житті — 4 % і, відповідно, сьоме місце. Незважаючи на велику кількість сучасних методів лікування, захворювання кістково-м'язової системи призводять до досить високого рівня інвалідності. Первинна інвалідність внаслідок захворювань кістково-м'язової системи посідає третє місце у структурі первинної інвалідності як дорослого населення (понад 11 %), так і населення працездатного віку (13 %) [8].

Доведено, що захворювання опорно-рухового апарату є другим найвагомим чинником постійної втрати працездатності (16 % усіх років, прожитих з інвалідністю). При цьому захворюваність та поширеність хвороб опорно-рухового апарату збільшується з віком [9]. Щорічно 39 мільйонів осіб (0,5 %) у всьому світі страждають на спондилолістез, 403 мільйони (5,5 %) осіб мають симптоматичну дегенерацію диска, 103 мільйони (1,4 %) осіб хворіють на стеноз хребетного каналу [10].

При дегенеративно-дистрофічних змінах у ШВХ та клінічній маніфестації захворювання превають скарги на больовий синдром різного ступеня прояву. Фактично подібна клінічна картина є в більшій частині населення світу, її поширеність у промислово розвинених країнах становить 60–80 % [11].

Фізіологічний шийний лордоз бере участь у процесі амортизації хребта при ходьбі та бігу. [12]. Його патологічна деформація, особливо між сегментами С₅, С₆ і С₇, призводить до значних клінічних наслідків: больових феноменів, рефлекторних розладів, парезів та паралічів верхніх і нижніх кінцівок [13–17]. Вищенаведене супроводжується низкою захворювань, пов'язаних із порушенням кровопостачання головного мозку, симптомами вегетативних дисфункцій ШВХ та вишого рівня [12, 18].

Вивченню патологічної деформації шийного відділу хребта за допомогою клініко-морфометричного аналізу у тварин приділяється недостатньо уваги. Вони практично не діагностуються або виявляються в пізніх стадіях захворювання, коли необхідне невідкладне, не завжди ефективне оперативне втручання.

Метою дослідження було визначити клініко-морфометричні зміни шийного відділу хребта у людей та тварин з болем у шиї на ґрунті клініко-неврологічного обстеження, визначення щільності тіл хребців, їх конфігурації та співвідношення задля своєчасної корекції, прогнозу цієї патології.

Матеріали та методи

Об'єкт дослідження

У роботі містяться дані медичного огляду людей, які надали письмову згоду. Стосовно тварин всі дослідження проводили лише з дозволу власників собак і котів протягом консультації у ветеринарній клініці. Комплексні клініко-лабораторні дослідження були безболісними, неінвазивними та проводилися з огляду на індивідуальний стан кожної тварини. Порушень норм біоетики не виявлено (висновок Комісії з біоетики ЧНУ № 27-4 від 22.11.2022 р.). У проведених дослідженнях усі маніпуляції з тваринами були перевірені

біоетичною комісією Чорноморського національного університету імені П. Могили МОН України на відповідність рекомендаціям Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідницьких і наукових цілей (Страсбург, 1986 р.), і Закону України «Про охорону тварин від жорстокого поводження» та є етично прийнятними.

Клінічний фрагмент дослідження. У роботі ретроспективно проаналізовані клініко-морфометричні дані та результати дослідження за допомогою комп'ютерної томографії (КТ) ШВХ 65 пацієнтів, які звернулися до поліклінічного відділення Одеської обласної клінічної лікарні зі скаргами на біль різної інтенсивності та періодичності, особливо при русі шиєю, поворотах голови, зокрема запаморочення, нудоту, шум у вухах, «мушки» в очах тощо (основна група). З числа обстежених було 25 (38,5 %) чоловіків і 40 (61,5 %) жінок віком від 20 до 65 років. Середній вік обстежених пацієнтів не відрізнявся залежно від статі та становив $41,5 \pm 5,4$ року (зокрема, у чоловіків — $42,7 \pm 6,2$, у жінок — $39,3 \pm 7,6$ року). Крім того, нами сформовано контрольну групу ($n = 14$) із практично здорових осіб (середній вік $38,8 \pm 5,7$ року), які проходили медичне професійне обстеження та скарг не висловлювали.

Критерії включення пацієнтів основної групи у дослідження були наступні: наявність больового синдрому в шийному та верхньогрудному відділах хребта інтенсивністю більше ніж 3 бали за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ), сенситивні порушення в дерматоммах С₁–С₇ та наявність дегенеративно-дистрофічних процесів у ШВХ за даними променевих методів дослідження. Критеріями виключення були наявність дегенеративно-дистрофічних процесів з коморбідною патологією: аномалії розвитку, дисплазія та дизрафія тіл хребців і міжхребцевих суглобів, остеопоротичні та кістозні зміни тіл хребців, визначені за даними променевих методів дослідження, онкологічна патологія, остеопороз і системні захворювання сполучної тканини.

Експериментальний фрагмент дослідження. Проводили аналіз клініко-морфометричних характеристик та результатів комп'ютерної томографії ШВХ 75 тварин, серед яких були 14 котів, 42 собаки масою до 20 кг і 19 собак масою понад 20 кг із клінічними проявами моторних розладів, набутою поведінкою та неврологічною симптоматикою у відповідь на ноцицептивну реакцію в ділянках шиї та спини.

Вік собак перераховували на людський за формулою з огляду на кількісну апроксимацію старіння від собаки до людини шляхом консервативного ремоделювання епігенетичних мереж [19, 20], і в такому разі він дорівнював у середньому $43,4 \pm 7,0$ року, що виявилось тотожним показником з віком обстежених людей ($41,5 \pm 5,2$ року). Аналогічним чином перераховували на людський вік котів, який також виявився зівставним із відповідним показником в обстежених пацієнтів [21].

Критерії виключення тварин із дослідження були подібними до людської патології, виключали із дослідження також собак хондродистрофічних порід.

Методи дослідження

Інтенсивність больового синдрому в людей реєстрували за 10-бальною ВАШ [22]. Для діагностики больового синдрому у тварин використовували адаптовану для тварин п'ятибальну (від 0 до 4 балів) ВАШ, звертаючи увагу на загальний стан, ходу, поведінку, реакцію на пальпацію та напругу тіла [23, 24].

Для візуалізації ШВХ пацієнтів використано комп'ютерний томограф SOMATOM Definition AS (Siemens, Німеччина). Для обстеження тварин використовувалася КТ-сканер MX 8000 (Philips, Нідерланди) у режимі DICOM для побудови багатоплощинних 3D-реконструкцій з використанням програмного забезпечення Horos Viewer для тварин та WorkStream 4D™. Морфометрично-денситометричне вимірювання щільності тіл хребців проводили на вершині фізіологічного лордозу, тобто на рівні C₅–C₇. Застосовували також окремі параметри тіл хребців, що належать до хребетно-каналу, індекс Павлова — Торга тощо [25, 26].

Статистичний аналіз

Для оцінки нормальності розподілу даних використовували тест Шапіро — Уїлка. Отримані дані подані у вигляді середньої величини та стандартної помилки середньої величини ($M \pm m$) і обраховані статистично за допомогою параметричного t-тесту для непов'язаних вибірок. У разі статистичного розрахунку абсолютних показників використовували непараметричний критерій Крускала — Волліса. Мінімальною статистичну вірогідність вважали при $p < 0,05$.

Результати

Больовий синдром був провідною клінічною ознакою в усіх обстежених хворих з локалізацією болю в ший, верхній частині тулуба з характерною іррадіацією у верхні кінцівки та інтенсивністю $4,4 \pm 1,2$ бала (у діапазоні від 3 до 6 балів) за ВАШ.

Прояви пірамідної недостатності у вигляді відчуття слабкості у верхніх та/або нижніх кінцівках, су-

хожилкової гіперрефлексії, переважно підвищеного м'язового тону у уражених кінцівках. Зміна ходи визначалася у 18,5 % пацієнтів, фасцикулярні посмикування — у 3,1 %, відчуття оніміння верхніх кінцівок — у 46,1 %, міалгія — у 23,1 %.

За даними КТ дегенеративно-дистрофічні процеси у ШВХ в обстежених пацієнтів виявляли у вигляді деформуючого спондилоартрозу (78,5 %), звуження міжхребцевих отворів (72,3 %), деформуючого спондилолітезу (46,1 %), гіпертрофії поздовжньої та/або жовтої зв'язок (64,6 %). Ці патологічні процеси у ШВХ визначали викривлення хребта й обумовили формування стенозу та компресійної мієлопатії.

Під час аналізу даних КТ-дослідження встановлено, що сагітальний діаметр тіла хребця залежав від статі (середній показник: у чоловіків — $17,8 \pm 0,8$ мм; у жінок — $14,9 \pm 0,5$ мм).

Масова частка стенозуючих змін спинномозкового каналу на тлі дегенеративно-дистрофічного процесу виявлена у 84,1 % пацієнтів чоловічої статі та в 70,2 % пацієнтів жіночої статі. За індексом Павлова — Торга стеноз шийного відділу хребта виявлений у 75,4 % випадків. Дані морфометричної КТ шийного відділу хребта в осіб із клінічними симптомами дегенеративно-дистрофічного процесу ШВХ наведені у табл. 1.

Фізіологічний лордоз ШВХ був збережений у 15,4 % усіх хворих. Він переважав у чоловіків (20,0 %), у жінок його показник був нижчим на 7,5 % ($p < 0,05$). Патологічна конфігурація ШВХ (випрямлення лордозу — 43,1 % та кутовий кіфоз — 41,5 %) становила 84,6 % ($p < 0,05$). У жінок переважало випрямлення лордозу (на 11,5 %), а частота кутового кіфозу демонструвала відсутність статевих відмінностей (у чоловіків — 44,0 %, у жінок — 40,0 %), табл. 2.

У тварин при об'єктивному огляді виявлено ураження нервової системи у 42 дорослих собак (68,9 %), зокрема у 15 (78,9 %) собак великих порід та 27 (64,3 %) собак масою менше ніж 20 кг. Незначну слабкість однієї чи декількох кінцівок визначали в 11 (26,2 %) собак,

Таблиця 1. Показники морфометричних вимірювань в обстежених пацієнтів ($M \pm m$)

Групи/Показники	Середній (Sag) розмір тіла C ₆ хребця	Діаметр (Sag) спинномозкового каналу на рівні C ₆	Кількість стенозів за індексом Павлова — Торга (%)
Основна група	$16,1 \pm 0,6^*$	$10,0 \pm 0,7^*$	75,4*
Контрольна група	$17,4 \pm 0,5$	$14,2 \pm 0,8$	7,1

Примітки: * — вірогідні відмінності досліджуваних показників порівняно з відповідними у практично здорових пацієнтів (t-тест), $p < 0,05$; # — вірогідні відмінності досліджуваних показників порівняно з відповідними у практично здорових осіб (непараметричний критерій Крускала — Волліса), $p < 0,05$.

Таблиця 2. Кількісний та відносний розподіл змін конфігурації хребта у людей, n (%)

Обстежені пацієнти	Кількість обстежених	Форми лордозу шийного відділу хребта, абсолютні та відносні показники		
		Кутовий кіфоз	Випрямлений лордоз	Норма
Чоловіки	25	11 (44,0)	9 (36,0)	5 (20,0)*
Жінки	40	16 (40,0)	19 (47,5)*	5 (12,5)
Усього	65	27 (41,5)	28 (43,1)	10 (15,4)

Примітка: * — вірогідні відмінності досліджуваних показників між чоловіками та жінками (непараметричний критерій Крускала — Волліса), $p < 0,05$.

зокрема в 4 (26,7 %) великих собак та 7 (25,9 %) малих. Атипичну постанову лап, зниження/підвищення тону м'язів кінцівок (або дистонії) розцінювали як прояви пірамідної недостатності. Такі зміни спостерігалися у 31 (73,8 %) собаки, зокрема в 11 (73,3 %) собак великих порід та 20 (74,1 %) собак масою менше ніж 20 кг.

Аналіз динаміко-статичних особливостей у собак показує, що незручність при вставанні з положення сидячи або лежачи зареєстрована у 9 (21,9 %) дрібних собак та 10 (52,6 %) великих ($p < 0,05$); зміна статолокомоторики — у 7 (17,1 %) дрібних собак та 8 (42,1 %) особин великої маси ($p < 0,05$); розлади тазових резервуарів — у 2 (4,9 %) дрібних і 3 (15,8 %) великих собак. Локальний больовий синдром при пальпації ШВХ, який був пов'язаний зі стенотичними змінами, корінцевими й ішемічними синдромами, залученням нервових провідників і відповідних рефлексогенних зон, тонічною напругою м'язів шиї. Об'єктивне обстеження великих тварин показало, що клінічні симптоми були удвічі-утричі більш виражені ($p < 0,05$) порівняно із собаками середніх та дрібних порід за наявності дегенеративно-дистрофічних змін ШВХ у всіх тварин (табл. 3).

На багатоплощинній постобробці 3D-реконструкцій у групах тварин посилення лордозу превалювало у собак великих порід на тлі відповідної клінічної симптоматики при дегенеративно-дистрофічних змінах ШВХ (табл. 3). Такого роду патологічне посилення лордозу виявлено у 3 кішок (21,4 %) найстаршого віку (11–14 років) із мінімальними клінічними даними, а також у собак дрібних порід старшої вікової групи.

Таким чином, фізіологічні форми лордозу превалювали у кішок і собак масою менше ніж 20 кг (78,6 і 78,5 % відповідно; $p < 0,05$), що було значно більше порівняно з великими собаками — 26,3 % ($p < 0,05$),

останні показники були тотожними з аналогічними показниками в людей.

На КТ ШВХ встановлено, що на рівні хребця C_6 була найбільша деформація шийного лордозу як у людей, так і у тварин.

Дані морфометрично-денсометричної щільності лише на рівні C_3 прийнято за відносну норму для пацієнтів, оскільки лише на рівні C_3 змін у тілі хребця і міжхребцевому диску не було. При порівнянні щільності останніх з краніальними та каудальними хребцями на рівні ураження (у більшості випадків у людини це рівень тіла C_6 та тіл C_5-C_7) прослідковано закономірність (табл. 3), при якій щільність краніальних хребців збільшувалася разом із дистальними хребцями, що, на наш погляд, пов'язано з характерним впливом сили та механічної енергії (табл. 4).

Встановлено, що денситометрична щільність хребців C_3 та C_5-C_7 у краніальному та каудальних відділах ШВХ у жінок вища порівняно з аналогічними показниками у чоловіків.

За допомогою проспективно виконаних КТ у сагітальному напрямку багатоплощинних 3D-реконструкцій та постобробки показано, що в усіх дрібних тварин пік фізіологічного лордозу припадає на рівень C_6 . Встановлено, що дегенеративно-дистрофічний процес мав прямий стосунок до формування патологічного лордозу й був найбільш морфологічно та клінічно виражений лише у собак великих порід (табл. 5).

Об'єктивне неврологічне обстеження великих тварин показало, що клінічна симптоматика була більш виражена порівняно з обстеженими собаками дрібних порід.

Якщо врахувати, що дегенеративно-дистрофічний процес ШВХ може бути предиктором передчасного старіння в осіб молодого та середнього віку, вивчення

Таблиця 3. Зміни хребта в обстежених хворих і тварин

Групи/Показники	Форми лордозу шийного відділу хребта (абсолютні показники)		
	Нормальний	Кутовий кіфоз	Випрямлений лордоз
<i>Люди</i>			
Чоловіки	5*	11	9*
Жінки	5	16	19
<i>Тварини</i>			
Кішки	11##	1#	2#
Собаки масою < 20 кг	33##	4#	6#
Собаки масою > 20 кг	5***	5***	9*

Примітки: * — вірогідні відмінності показників порівняно з такими у жінок, $p < 0,05$; ** — вірогідні відмінності досліджуваних показників порівняно з такими у собак масою менше ніж 20 кг, $p < 0,05$; # — $p < 0,05$ та ## — $p < 0,01$: вірогідні відмінності досліджуваних показників порівняно з відповідними в обстежених пацієнтів (в усіх випадках застосовували непараметричний критерій Крускала — Волліса).

Таблиця 4. Денситометричні показники щільності тіл хребців в обстежених пацієнтів

Групи/Показники	Щільність тіла хребця C_3	Щільність тіла краніального хребця	Щільність тіла каудального хребця
Чоловіки	416,6 ± 32,8	450,8 ± 62,7	347,8 ± 47,5
Жінки	433,3 ± 29,2	510,3 ± 51,8	439,6 ± 45,2
Усього	424,5 ± 30,2	480,1 ± 57,9	393,6 ± 44,8

нових етіопатогенетичних механізмів з використанням собак великих порід може стати найбільш актуальним з урахуванням того, що фізіологічні процеси у собак відбуваються радикально швидше.

Обговорення

Крайові кісткові розростання тіл хребців і суглобових поверхонь міжхребцевих суглобів, деформація тіл хребців у вигляді брадиспондилозу або платоспондилозу, випрямлення шийного лордозу або формування кутового кіфозу, зміна денситометричної щільності тіл хребців, а отже — процеси у кісткових структурах, що замикаються на міжхребцевих дисках, призводять до необоротних патологічних і органічних змін у нервовій системі з відповідною клінічною симптоматикою [27]. Тому ми звернули увагу на деформацію хребців та звуження хребетного каналу за умов патологічних змін лордозу ШВХ. Формування звуження хребетного каналу та/або каналів шийних спинномозкових нервів провокувало біль, оніміння, поколювання та слабкість у шиї, плечах та кінцівках, неврологічні прояви шийної мієлопатії [28].

Починаючи обговорення отриманих результатів, волимо акцентувати увагу на відмінності у визначеннях. Ми користуємося визначенням «дегенеративно-дистрофічні зміни» в тілах хребців певного відділу хребта [3, 29], що безпосередньо витікає з фундаментальних уявлень про патоморфологічні, патобіохімічні та патофізіологічні механізми, які ініціюються за умов будь-якого ушкоджуючого впливу за етіологією та запускають низку визначених вище патологічних процесів, кінцевим результатом яких є зменшення мінеральної щільності кісткової тканини тіл хребців, їхня демінералізація та, відповідно, функціональна неспроможність щодо фізичного й динамічного навантаження. Формування функціональної нездатності шийного відділу (так само як і інших відділів) хребта відповідно до фундаментальних уявлень свідчить про розвиток так званої дизрегуляторної патології [30], оскільки потрібно зрозуміти, що в такому разі дисфункція окремого відділу хребта відбувається, незважаючи на функціонування в біологічному організмі численних потужних дублюючих механізмів, регуляторного механізму зворотного зв'язку й інших, які мають бути спрямовані на усунення впливу ініціюючого уражуючого чинника та запобігання відповідним каскадним патологічним процесам. В аналогічних зарубіжних наукових роботах досліджується нами патологія хребта трактується виключно як «дегенеративна» [10, 17, 19, 31], що, на наш погляд, нівелює найважливіше розуміння та значення патофізіологічних механізмів деструктивних процесів у кістковій тканині хребців і, на жаль, сприяє неповноцін-

ному розумінню результату захворювання, перспектив розвитку супутньої патології, а також можливих схем патогенетично обумовлених фармакологічних корекцій цього патологічного стану та коморбідної патології на прикладі больового синдрому [32].

Патологічні зміни конфігурації ШВХ в обстеженого контингенту людей внаслідок дистрофічних уражень сягали 84,6 % ($p < 0,05$) у вигляді кутового кіфозу або лордозу випрямленого (з однаковим відносним розподілом).

Деформації ШВХ в обстежених собак і кішок різних порід спостерігали в 34,6 % випадків (кутовий кіфоз — 13,3 %; випрямлений лордоз — 21,3 %). Збереження нормальної конфігурації ШВХ вірогідно частіше зустрічалося: у котів — 78,6 %, собак дрібних порід — 78,5 %. Однак у собак великих порід ці показники, ймовірно, були змінені: норма збереглася лише у 26,3 %, а деформації перевищували показники кішок та собак дрібних порід у 2,7 раза і більше.

Відомий значний зв'язок між болем у шийному відділі хребта та лордозом $< 20^\circ$ та клінічно нормальним діапазоном шийного лордозу $31-40^\circ$ [12, 33, 34].

Порівняльний аналіз деформації ШВХ у всіх обстежених групах свідчить про те, що, незважаючи на подібну анатомічну будову хребта, вирішальні особливості його осьового навантаження, постави, статолокомоторики та ходи з найбільшою подібністю до людини виявлені тільки у великих порід собак, у яких всі досліджені показники деформації хребта нагадували такі в людини. Ці собаки, на нашу думку, можуть бути моделлю для вивчення етіопатогенетичних факторів патології кістково-хрящового апарату ШВХ, вивчення неврологічних ускладнень та больового синдрому, а також адекватних можливостей профілактики й лікування дегенеративних ушкоджень хребта.

Отримані дані про відсутність змін щільності тіла хребця C_3 та міжхребцевого диска при дегенеративно-дистрофічних процесах у ШВХ дозволили провести порівняльні вимірювання між зазначеним рівнем і найбільш ураженими та деформованими хребцями C_5-C_7 (C_6), що є вершиною патологічного лордозу.

Виявлено, що морфометричні дані в усіх групах тварин збігаються з аналогічними показниками у спостереженнях людини в умовах дегенеративно-дистрофічних процесів та патологічно викривленого лордозу. Однак більшою мірою такі зміни візуалізувалися у наступних обстежених тварин: собаки великих порід $>$ собаки дрібних порід $>$ кішки (рідко й переважно у старшому віці).

Показано, що щільність тіл хребців у всіх групах зменшується в краніальному напрямку. У людини цей показник був найбільш виражений та відмінності до-

Таблиця 5. Денситометричні показники щільності тіл хребців обстежених тварин

Групи/Показники	Щільність тіла хребця C_3	Щільність тіла краніального хребця	Щільність тіла каудального хребця
Кішки	524,3 ± 79,5	525,0 ± 71,3	511,2 ± 76,0
Собаки масою < 20 кг	543,0 ± 46,5	491,3 ± 49,7	454,0 ± 41,0
Собаки масою > 20 кг	569,5 ± 53,0	471,3 ± 46,7	404,0 ± 50,8

сягали 18,1 %. Виявлено, що щільність хребців у жінок вища порівняно з аналогічним показником у чоловіків.

Тварини мали аналогічний розподіл щільності тіл хребців. Однак у кішок цей показник був мінімальний (2,7 %), у собак дрібних порід був вірогідно ($p < 0,05$) більший (7,5 %), а у собак великих порід досягав 14,3 % ($p < 0,05$), тобто був у 5 разів більший (порівняно з кішками) та у 2 рази більший (порівняно з собаками дрібних порід).

Порівняльний аналіз показників щільності тіл хребців між людиною та тваринами показує, що максимальної відмінності були в людини і відносно збігалися лише з собаками великих порід.

Відомо, що дегенеративно-дистрофічні зміни ШВХ характерні для старших вікових груп людей. У наших дослідженнях подібне спостерігалось й у пацієнтів молодшого віку (проте фактичні дані цих спостережень не включені в цю роботу). Слід зазначити, що така тенденція зареєстрована лише у собак великих порід, тобто можна було спостерігати чітке омолодження захворювання як у людини, так і у деяких тварин, що потребує подальшого вивчення. Незважаючи на те, що групи тварин мали подібний до людського віковий діапазон, у собак дрібних порід і кішок дегенеративні зміни ШВХ були характерні у старшому віці (11–14 років). Їх можна розглядати як предиктор старіння структур хребта і всього організму.

Ознаки спонділогенної компресії спинного мозку з неврологічним дефіцитом на шийному рівні на фоні викривлення лордозу та провокації стенозу хребетного каналу виявлено у 73,7 % великих дорослих собак. Таким чином, виявлені закономірності клініко-морфометричного аналізу дегенеративно-дистрофічних змін ШВХ свідчать, що тварини, особливо собаки великих порід, можуть служити моделлю вторинної вертеброгенної мієлопатії ШВХ, етіопатогенетичних факторів, динаміки клінічної картини, прогнозів та інших ризиків у людини. Крім того, фізіологічні та патофізіологічні процеси у тварин перебігають значно швидше, ніж у людей. Крім цього, слід враховувати, що ступінь їхнього прояву, клініко-морфометричні дані щодо патології ШВХ у тварин залежать від виду, породи, маси та віку.

Таким чином, вважаємо за доцільне подальше проведення експериментальних робіт з вивчення процесів старіння хребта за допомогою морфометричних даних кістково-хрящового апарату у тварин, оскільки вони можуть бути загальними факторами розвитку дегенеративно-дистрофічних змін у людини і як наслідок — предикторами старіння організму в цілому.

Висновки

Патологічні деформації ШВХ із дегенеративно-дистрофічними змінами у людини мали гендерні відмінності та реєструвалися частіше у чоловіків, ніж у жінок. Аналогічні деформації ШВХ зареєстровані у 34,7 % тварин, переважно як випрямлення лордозу. Лише в собак великих порід патологічні зміни ШВХ були значними, і вони мали найбільші зміни, подібні до людських.

Зміни щільності деформованих C_3-C_7 (C_6) хребців, що визначають пік патологічного лордозу, ймовірно, свідчать про значні динамічні навантаження в людей і собак переважно великих порід, у яких ці показники були подібні до людських. Щільність тіл хребців у всіх групах зменшувалась у каудальному напрямку ШВХ. Відмінність була максимальною у людини, а також собака великих порід.

Виявлені закономірності морфометричного та клінічного аналізу дегенеративно-дистрофічних змін ШВХ свідчать про те, що собаки великих порід можуть бути моделлю для вивчення етіопатогенетичних факторів, перебігу, прогнозу й інших ризиків дегенерації кістково-хрящового апарату на шийному рівні у людини; також ці закономірності можуть лягти в основу моделювання дегенеративних процесів у хребті, профілактики передчасного старіння людини.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

Інформація про фінансування. Роботу виконано без зовнішньої фінансової підтримки.

Внесок авторів. Андреева Т.О. — клінічний огляд та проведення КТ-дослідження тварин; Стоянов О.М., Мірджурев Е.М. — концепція та дизайн дослідження; Чеботарьова Г.М. — відбір і проведення КТ-дослідження пацієнтів; Калашніков В.Й. — збір та обробка матеріалу, аналіз даних літературних джерел, написання тексту; Вастьянов Р.С. — аналіз отриманих даних, статистична обробка отриманих результатів; Дарій В.І. — аналіз отриманих даних, формулювання висновків.

Список літератури

1. Kaiser JT, Reddy V, Launico MV, Lugo-Pico JG. Anatomy, Head and Neck: Cervical Vertebrae. [Updated 2022 Oct 6]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539734/>.
2. Charbonneau L, Watanabe K, Chaalala C, Bojanowski MW, Lavigne P, Labidi M. Anatomy of the craniocervical junction — A review. *Neurochirurgie*. 2024 May;70(3):101511. doi: 10.1016/j.neuchi.2023.101511.
3. Andreeva T, Chebotaryova G, Stoyanov O, Vastyanov R, Kalashnikov V, Stoyanov A. Acquired stenosis of the spinal canal. A comparative study of humans and dogs. *International Neurological Journal*. 2022;18(4):24-29. Ukrainian. doi: 10.22141/2224-0713.18.4.2022.955.
4. Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020 Oct;396(10258):1204-1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
5. Saini A, Mukhdomi T. Cervical Discogenic Syndrome. [Updated 2022 Apr 5]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555960>.

6. Іпатов А.В., Мороз О.М., Гондуленко Н.О. та ін. Основні показники інвалідності та діяльності медико-соціальних експертних комісій України за 2018 рік: аналітико-інформаційний довідник. За ред. Р.Я. Перепеличної. Дніпро: Акцент ПП, 2019. 180 с.
7. Daskaliuk B, Zaiats L, Yatsyshyn R, Gerych P, Cheriuk N, Zimba O. Pulmonary involvement in systemic sclerosis: exploring cellular, genetic and epigenetic mechanisms. *Rheumatol Int.* 2020 Oct;40(10):1555-1569. doi: 10.1007/s00296-020-04658-6.
8. Dolhopolov OV, Polishko VP, Yarova ML. Epidemiology of Diseases of the Musculoskeletal System in Ukraine for the Period 1993-2017. *Herald of orthopedics, traumatology and prosthetics.* 2019;4:101-108. Ukrainian. doi: 10.37647/0132-2486-2019-103-4-96-104.
9. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018 Nov 10;392(10159):1789-1858. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7.
10. Lacroix M, Nguyen C, Burns R, Laporte A, Ranou R, Feydy A. Degenerative Lumbar Spine Disease: Imaging and Biomechanics. *Semin Musculoskelet Radiol* 2022 Aug;26(4):424-438. doi: 10.1055/s-0042-1748912.
11. Brinjikji W, Luetmer PH, Comstock B, Bresnahan BW, Chen LE, Deyo RA. et al. Systematic Literature Review of Imaging Features of Spinal Degeneration in Asymptomatic Populations. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2015 Apr;36(4):811-816. doi: 10.3174/ajnr.A4173.
12. Been E, Shefi S, Soudack M. Cervical lordosis: the effect of age and gender. *Spine J.* 2017 Jun;17(6):880-888. doi: 10.1016/j.spinee.2017.02.007.
13. Baba H, Uchida K, Maezawa Y, Furusawa N, Azuchi M, Imura S. Lordotic alignment and posterior migration of the spinal cord following en bloc open-door laminoplasty for cervical myelopathy: a magnetic resonance imaging study. *J Neurol.* 1996;85:626-32.
14. Guo GM, Li J, Diao QX, Zhu TH, Song ZX, Guo YY, Gao YZ. Cervical lordosis in asymptomatic individuals: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):147. doi: 10.1186/s13018-018-0854-6.
15. Highsmith JM, Dhall SS, Haid RW, Rodts GE, Mummaneni PV. Treatment of cervical stenotic myelopathy: a cost and outcome comparison of laminoplasty versus laminectomy and lateral mass fusion. *J Neurosurg Spine.* 2011 May;14(5):619-625. doi: 10.3171/2011.1.SPINE10206.
16. Swank ML, Sutterlin CE, Bossons CR, Dials BE. Rigid internal fixation with lateral mass plates in multilevel anterior and posterior reconstruction of the cervical spine. *Spine.* 1997;22:274-82.
17. Wang Z, Luo G, Yu H, Zhao H, Li T, Yang H, Sun T. Comparison of discover cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative disc diseases: A meta-analysis of prospective, randomized controlled trials. *Front Surg.* 2023;10:1124423. doi: 10.3389/fsurg.2023.1124423.
18. Калашников В.Я., Стоянов О.М., Вастьянов Р.С., Калашнікова І.В., Бакуменко І.К. Особливості мозкового кровообігу у хворих з різними видами головного болю. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Медицина».* 2023. 1(67). С. 115-120.
19. Patel PD, Arutyunyan G, Plusch K, Vaccaro JrA, Vaccaro AR. A review of cervical spine alignment in the normal and degenerative spine. *J Spine Surg.* 2020 Mar;6(1):106-123. doi: 10.21037/jss.2020.01.10.
20. Wang T, Ma J, Hogan AN, Fong S, Licon K, Tsui B. et al. Quantitative translation of dog-to-human aging by conserved remodeling of the DNA methylome. *Cell Syst.* 2020 Aug 26;11(2):176-185.e6. doi: 10.1016/j.cels.2020.06.006.
21. Wysocki MA, Feranec RS, Tseng ZJ, Bjornsson CS. Using a Novel Absolute Ontogenetic Age Determination Technique to Calculate the Timing of Tooth Eruption in the Saber-Toothed Cat, *Smilodon fatalis*. *PLoS One.* 2015 Jul 1;10(7):e0129847. doi: 10.1371/journal.pone.0129847.
22. Стоянов О.М., Вастьянов Р.С., Скоробреха В.З. Патофізіологічні механізми нейровегетології болю. *Одеса: Астро-Принт, 2015. 112 с.*
23. Hielm-Björkman AK, Karatkin AS, Rita HJ. Reliability and validity of a visual analogue scale used by owners to measure chronic pain attributable to osteoarthritis in their dogs. *Am J Vet Res.* 2011 May;72(5):601-607. doi: 10.2460/ajvr.72.5.601.
24. Mathews K, Kronen PW, Lascelles D, Nolan A, Robertson S, Steagall PV. et al. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain. *J Small Anim Pract.* 2014 Jun;55(6):10-68. doi: 10.1111/jsap.12200.
25. Morales-Avalos R, Leyva-Villegas J, Sánchez-Mejorada G, Cárdenas-Serna M, Vilchez-Cavazos F, Martínez-Ponce De León A. et al. Age- and sex-related variations in morphometric characteristics of thoracic spine pedicle: A study of 4,800 pedicles. *Clin Anat.* 2014 Apr;27(3):441-450. doi: 10.1002/ca.22359.
26. Tjahjadi D, Onibala MZ. Torg ratios based on cervical lateral plain films in normal subjects. *Universal Medicine.* 2010;29(1):8-13. doi: 10.18051/UnivMed.2010.v29.8-13.
27. Tao Y, Niemeyer F, Galbusera F, Jonas R, Samartzis D, Vogele D. et al. Sagittal wedging of intervertebral discs and vertebral bodies in the cervical spine and their associations with age, sex and cervical lordosis: A large-scale morphological study. *Clin Anat.* 2021 Oct;34(7):1111-1120. doi: 10.1002/ca.23769.
28. Patel EA, Perloff MD. Radicular Pain Syndromes: Cervical, Lumbar, and Spinal Stenosis. *Semin Neurol.* 2018 Dec;38(6):634-639. doi: 10.1055/s-0038-1673680.
29. Andreyeva TO, Stoyanov OM, Chebotaryova GM, Vastyanov RS, Kalashnikov VI, Stoyanov AO. Comparative clinical and morphometric investigations of cervical stenosis of the spinal canal in humans and dogs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2022;13(3):301-307. doi: 10.15421/022239.
30. Вастьянов Р.С., Стоянов О.М., Бакуменко І.К. Системна патологічна дезінтеграція при хронічній церебральній ішемії. *Експериментально-клінічні аспекти. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. 169 с.*

31. Fakhoury J, Dowling TJ. Cervical Degenerative Disc Disease. [Updated 2023 Aug 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560772>.

32. Stoyanov AN, Kalashnikov VI, Vastyanov RS, Pulyk AR, Son AS, Kolesnik OO. State of autonomic regulation and cerebrovascular reactivity in patients with headache with arterial hypertension. *Wiadomości Lekarskie*. 2022;75(9p2):2233–2237. doi: 10.36740/WLek202209210.

33. Dobran M, Nasi D, Benigni R, Colasanti R, Gladi M, Iacoangeli M. Cervical lordosis after subaxial spinal trauma surgery: relationship with neck pain and stiffness. *G Chir*. 2019 Nov-Dec;40(6):513–519.

34. Grob D, Frauenfelder H, Mannion AF. The association between cervical spine curvature and neck pain. *Eur Spine J*. 2007 May;16(5):669–678. doi: 10.1007/s00586-006-0254-1.

Отримано/Received 19.06.2024

Рецензовано/Revised 25.09.2024

Прийнято до друку/Accepted 30.09.2024

Information about authors

T.O. Andreeva, MD, graduate student of the Department of Medical Biology and Physics, Microbiology, Histology, Physiology and Pathophysiology, P. Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-4357-320X>

O.M. Stoyanov, D.Sci. (Medicine), Professor, Professor of Neurology and Neurosurgery Department, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-3375-0452>

G.M. Chebotaryova, PhD (Medicine), Associated Professor of Biomedical Engineering Department, Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-0732-963X>

E.M. Mirdjuraev, PhD (Medicine), Professor, Head of the Neurorehabilitation Department, Tashkent Institute of Advanced Medical, Tashkent, Uzbekistan; <https://orcid.org/0009-0008-2111-4388>

V.I. Kalashnikov, PhD (Medicine), Associated Professor of Ultrasound Diagnostics Department, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-7012-1698>

R.S. Vastyanov, D.Sci. (Medicine), Professor, Head of General and Clinical Pathologic Physiology Department, Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0001-5108-1945>

V.I. Daryi, D.Sci. (Medicine), Professor, Professor of Neurology Department, Zaporizhzhya State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhya, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0001-9074-6911>

Conflicts of interests. Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

Information about funding. The work was performed without external financial support.

Authors' contribution. *Andreeva T.O.* — clinical examination of animals and conducting CT in them; *Stoyanov O.M., Mirdjuraev E.M.* — research concept and design; *Chebotareva G.M.* — selection and CT examination of patients; *Kalashnikov V.I.* — collection and processing of material, analysis of literary sources, text writing; *Vastyanov R.S.* — analysis of the data obtained, statistical processing of the results; *Daryi V.I.* — analysis of the data obtained, drawing conclusions.

T.O. Andreeva¹, O.M. Stoyanov², E.M. Mirdjuraev³, G.M. Chebotareva⁴, V.I. Kalashnikov⁵, R.S. Vastyanov², V.I. Daryi⁶

¹*P. Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine*

²*Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine*

³*Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine*

⁴*Tashkent Institute of Advanced Medical, Tashkent, Uzbekistan*

⁵*Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine*

⁶*Zaporizhzhya State Medical and Pharmaceutical University, Zaporizhzhya, Ukraine*

Clinical and morphometric features in cervical spine pathology in humans and animals

Abstract. Background. The neck, its bone-cartilaginous and muscle apparatus, etc. high activity is well known. Cervical spine degenerative-dystrophic processes are considered to be an urgent problem. The **purpose** of the study was to determine the clinical and morphometric changes of the cervical spine in humans and animals with neck pain based on a clinical and neurological examination, determination of the vertebral body density, their configuration, and ratio for timely correction and prognosis of this pathology. **Materials and methods.** Pain intensity was studied in humans and animals using the adapted visual-analogue scale. The indexes of computer tomography with measurement of vertebral body density, and morphometric indexes with an emphasis on C5-C7 level were also studied. All studies were conducted following existing bioethical standards. **Results.** The pathology of spine configuration was registered in 84.6 % of the examined patients in the form of angular kyphosis or straightened lordosis, more often in women. It

was observed in 34.7 % of cases in dogs and cats. The normal configuration is more common: in cats — 78.6 % and in dogs of small breeds — 78.5 %, in large breed dogs — only 26.3 %, and deformations were more frequent than in cats and small dogs (2.7 times more). The cervical vertebrae bodies density in all groups decreased toward the caudal direction with a difference of 18.1 % in humans. In cats — 2.7 %, in dogs of small breeds, it was higher (7.5 %), and in large breed dogs, it reached 14.3 %. The maximum deviations of the studied indicators were found in humans and maximally coincided with those in dogs of large breeds. **Conclusions.** Thus, animals, especially dogs of large breeds, can serve as a model for studying etiopathogenetic factors, the course, prognosis of degeneration of the bone-cartilage apparatus.

Keywords: spine degenerative-dystrophic pathology; cervical region; people; animals; pain; ischemia; neurological disorders; computer tomography; densitometry