

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 611.711.8-091(045)

Д. И. Анисимов

КОРРЕЛЯЦИИ РАЗМЕРОВ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА, ЕГО ОТДЕЛОВ И ОТДЕЛЬНЫХ ПОЗВОНКОВ ВЗРОСЛЫХ ЛЮДЕЙ¹

Аннотация. С целью выявления сопряженности размеров позвонков с размерами отделов позвоночного столба проводили морфометрию позвоночного столба и позвонков докрестцового отдела традиционными методиками на препаратах 60 скелетов взрослых людей 20–60 лет без грубой патологии опорно-двигательного аппарата из фундаментального музея кафедры анатомии человека Саратовского государственного медицинского университета им. В. И. Разумовского. Выявили наиболее значимые связи параметров позвоночного столба с параметрами отдельных позвонков. Увеличение длины позвоночного столба ведет к увеличению продольного и поперечного размеров тел позвонков шейного и поясничного отделов.

Ключевые слова: позвонки, отделы позвоночного столба, корреляции.

D. I. Anisimov

CORRELATIONS BETWEEN SPINAL COLUMN SIZE AND SEPARATE VERTEBRA IN ADULTS

Abstract. In order to identify the associativity of the sizes of vertebrae with the sizes of departments of a spine column the author has carried out morphometry of a spine column by traditional techniques on the preparations of 60 skeletons of adult people of 20–60 years without rough pathology of the musculoskeletal device from a fundamental museum of the human anatomy sub-department of Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky. The researcher reveals the most significant communications of parameters of a spine column with parameters of separate vertebrae. The increase of a spine column in length leads to an increase of the longitudinal and cross-section sizes of vertebrae bodies in cervical and lumbar departments.

Key words: vertebrae, departments of a spine column, correlation.

Введение

В соответствии с законом сохранения энергии кости приобретают определенную форму как генетически фиксированный результат длительных

¹ Работа выполнена в рамках научного направления НИР кафедры анатомии человека Саратовского государственного медицинского университета им. В. И. Разумовского «Изучение конструктивной изменчивости и биомеханических свойств скелетной, кровеносной систем, органов чувств. Медицинская антропология». Номер государственной регистрации 0203042330329.

пластических деформаций вследствие действия на костную ткань внутренних сил механической энергии. Архитектоника костной ткани по закону Вольфа – Лесгафта находится в зависимости от ее функции и способна трансформироваться при ее изменениях [1–4]. Возрастающая в краниокаудальном направлении массивность позвонков, изменение ориентации костных структур позвонков относительно координатных плоскостей, закономерно изменяющиеся соотношения продольных и поперечных диаметров позвонков и их отверстий обеспечивают позвоночному столбу и содержимому позвоночного канала необходимые свойства, направленные, с одной стороны, на поддержание стабильности, а с другой – на сохранение достаточной подвижности шейного и поясничного отделов позвоночника [5].

Цель: выявление уровней наиболее значимых связей параметров позвонков, что поможет выявить факторы, определяющие позвоночный столб как целостную конструкционную кинематическую цепь, состоящую из отдельных звеньев – позвоночно-двигательных сегментов.

1. Материал и методы

Морфометрию позвоночного столба и позвонков докрестцового отдела проводили традиционными методиками на препаратах 60 скелетов взрослых людей 20–60 лет без грубой патологии опорно-двигательного аппарата из фундаментального музея кафедры анатомии человека ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского» Минздравсоцразвития России.

Полученные количественные данные обрабатывали вариационно-статистическими методами с применением корреляционного анализа с предварительной проверкой на присутствие «выскакивающих вариантов» на IBM PC/AT Pentium IV в среде Windows XP с использованием пакета прикладных программ Statistica-6 (Statsoft-Russia, 1999) и Microsoft Excel Windows 2000.

Для изученных параметров определяли минимальное (Min) и максимальное (Max) значения, среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m), стандартное отклонение (σ). Вариабельность признаков оценивали коэффициентом вариации (Cv , %), которую считали слабой, если Cv не превышал 10 %, средней, когда Cv составлял 11–25 %, значительной при $Cv > 25$ %. Различия средних арифметических величин считали достоверными при 99 %-м ($p < 0,01$) и 95 %-м ($p < 0,05$) порогах вероятности.

Оценку характера взаимосвязи параметров проводили по коэффициенту корреляции (r) [6, 7]. При $r < 0,3$ корреляция считалась слабой, при $r = 0,3–0,49$ – средней или умеренной силы, при $r > 0,5$ – сильной или тесной [8].

2. Результаты исследований и их обсуждение

Средние значения длины позвоночного столба без учета возрастной изменчивости и полового диморфизма составляют $702,1 \pm 2,1$ мм. Амплитуды размаха значений составляют 600,0–840,0 мм. Длина шейного отдела варьирует от 95,0 до 160,0 мм, грудного – от 245,0 до 330,0 мм, поясничного – от 120,0 до 210,0 мм, крестца – от 100,0 до 160,0 мм, копчика – от 14,0 до 30,0 мм. Коэффициент вариации достаточно низкий – от 2,3 до 13,6 %.

Анатомо-морфологические характеристики позвонков проявляют достаточно выраженную изменчивость тесноты или степени сопряженности с морфологическими параметрами скелета. Так, размеры позвонка (продольный и поперечный диаметры) характеризуются различной степенью корреляции с длиной позвоночного столба (рис. 1). Средние значения коэффициента корреляции таких признаков, как длина позвоночника и продольный диаметр позвонка в шейном отделе, составляют 0,47; в грудном – 0,46 и в поясничном – 0,39. Умеренная положительная связь отмечена на уровнях: $C_{III} - 0,57 \pm 0,085$; $C_{VI} - 0,52 \pm 0,087$; $C_{VII} - 0,51 \pm 0,086$; $Th_I - 0,54 \pm 0,085$; $Th_V - 0,51 \pm 0,087$; $Th_{XI} - 0,50 \pm 0,091$. В поясничном отделе также отмечена умеренная связь этих признаков, коэффициент корреляции не превышает $0,48 \pm 0,090$.

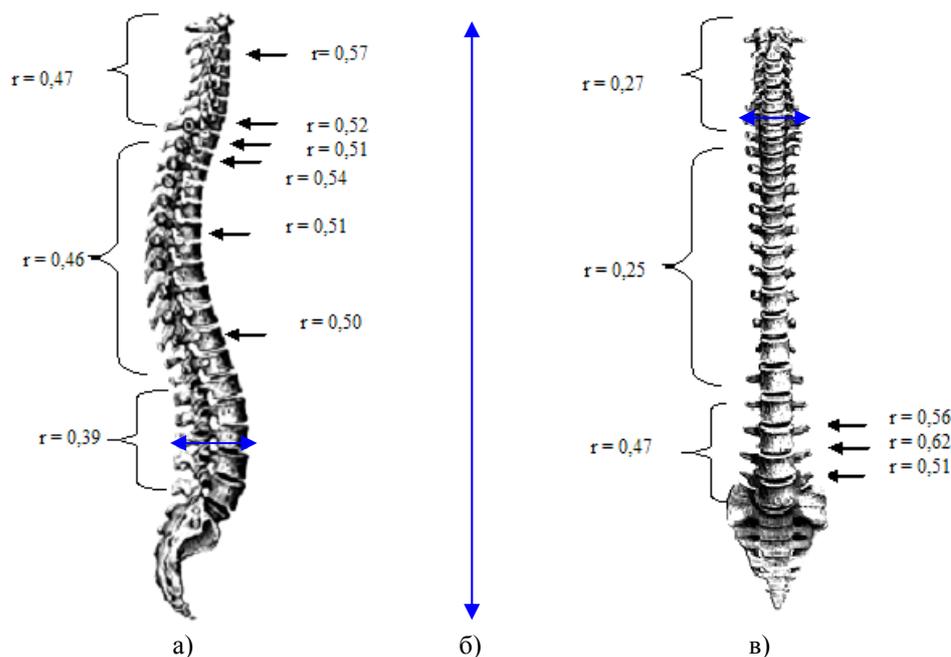


Рис. 1. Средние значения коэффициентов корреляции различных отделов позвоночного столба, уровни и значения наиболее выраженных корреляций между (а) продольным, (в) поперечным диаметрами позвонка и (б) длиной позвоночника

Средние значения коэффициента корреляции между поперечным диаметром позвонка и длиной позвоночного столба в шейном и грудном отделах показывают слабую связь, в поясничном – умеренную ($r = 0,47$). Умеренная и значительная степень связи данных параметров отмечена на уровнях: $L_{II} - 0,56 \pm 0,087$; $L_{III} - 0,62 \pm 0,078$; $L_{IV} - 0,51 \pm 0,087$.

Изменчивость корреляций размеров тела позвонка с длиной позвоночного столба достаточно высока, варьирование связей данных признаков находится в пределах от 0,17 до 0,74. Средние значения коэффициентов корреляции продольного, поперечного диаметров и высоты тела позвонка соответственно составляют: в шейном отделе – 0,49; 0,46; 0,28, в грудном – 0,38; 0,52; 0,45, в поясничном – 0,47; 0,55; 0,18 (рис. 2).

Наиболее значимые корреляции длины позвоночника с продольным диаметром тела позвонка отмечены на уровнях: $C_{II} - 0,54 \pm 0,086$; $C_{III} - 0,52 \pm 0,087$; $C_V - 0,52 \pm 0,087$; $C_{VII} - 0,80 \pm 0,056$; $Th_{VIII} - 0,61 \pm 0,078$; $Th_{IX} - 0,53 \pm 0,087$; $Th_{XI-XII} - 0,58 \pm 0,08$; $L_{II} - 0,52 \pm 0,087$; $L_{III} - 0,53 \pm 0,087$; $L_V - 0,51 \pm 0,09$. В переходном $C-Th$ отделе отмечается резкое снижение связи данных признаков до слабой $- 0,38 \pm 0,113$ у Th_I . В $Th-L$ переходе также наблюдается снижение коэффициента корреляции, но не столь значительное $-$ до $0,48 \pm 0,10$ у L_I .

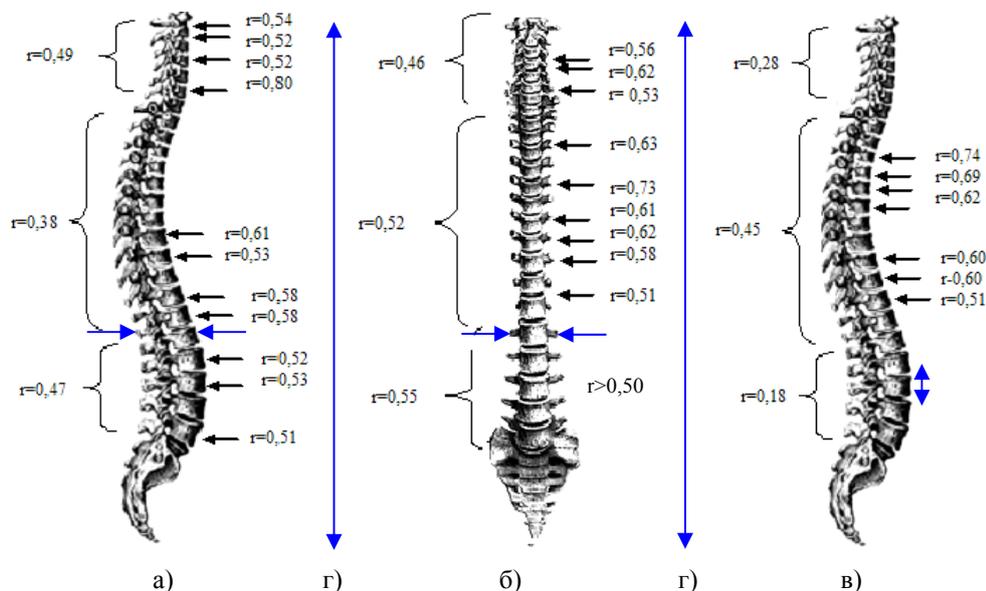


Рис. 2. Средние значения коэффициентов корреляции различных отделов позвоночного столба, уровни и значения наиболее выраженных корреляций между (а) продольным, (б) поперечным диаметрами, (в) передней высотой тела позвонка и (г) длиной позвоночника

Значительные связи длины позвоночного столба с поперечным диаметром тела позвонка характерны для уровней: $C_{IV} - 0,56 \pm 0,087$; $C_V - 0,62 \pm 0,076$; $C_{VII} - 0,53 \pm 0,087$; $Th_{IV} - 0,63 \pm 0,076$; $Th_{VI} - 0,73 \pm 0,075$; $Th_{VII} - 0,61 \pm 0,077$; $Th_{VIII} - 0,62 \pm 0,076$; $Th_{IX} - 0,58 \pm 0,088$; $Th_X - 0,51 \pm 0,09$; в поясничном отделе на всех уровнях $r > 0,50$. Передняя высота тела позвонка имеет значительную сопряженность с длиной позвоночного столба лишь в грудном отделе позвоночного столба, $r > 0,50$ отмечен на уровнях: $Th_{IV} - 0,74 \pm 0,068$; $Th_V - 0,69 \pm 0,078$; $Th_{VI} - 0,62 \pm 0,079$; $Th_{IX-X} - 0,60 \pm 0,079$; $Th_{XI} - 0,59 \pm 0,087$.

Таким образом, увеличение длины позвоночного столба ведет к увеличению продольного и поперечного размеров тел позвонков шейного отдела. Поперечный диаметр тела позвонка значительно коррелирует с длиной позвоночника практически на протяжении всего грудного отдела, тогда как продольный диаметр $-$ лишь в нижнем грудном. В поясничном отделе оба размера тел позвонков значительно положительно связаны с длиной позвоночника. Передняя высота тела позвонка тесно сопряжена с длиной позво-

ночного столба на уровне грудного отдела, но на вершине грудного кифоза корреляции ослабевают ($r = 0,34$). На этом уровне задняя высота тел позвонков превалирует над передней.

Сопряженность размеров отверстий позвонков с длиной позвоночного столба неустойчива на протяжении докрестцового отдела позвоночного столба. В шейном и поясничном отделах отмечена отрицательная связь разной степени. Значительных и умеренных отрицательных величин корреляции продольного диаметра отверстий с длиной позвоночника достигают на уровнях: C_{II} ($-0,58 \pm 0,078$); C_{IV} ($-0,68 \pm 0,067$); C_{VII} ($-0,49 \pm 0,112$); L_{II} ($-0,49 \pm 0,112$); L_{IV} ($-0,65 \pm 0,067$); L_V ($-0,74 \pm 0,06$), поперечного – на уровнях: C_{IV} ($-0,54 \pm 0,055$); C_{VI} ($-0,57 \pm 0,067$); C_{VII} ($-0,50 \pm 0,054$); L_{IV} ($-0,73 \pm 0,063$); L_V ($-0,62 \pm 0,067$). В грудном отделе позвоночного столба отмечена положительная связь данных признаков различной выраженности, тесные связи отмечены на уровне Th_1 , коэффициент корреляции продольного размера составляет $0,83 \pm 0,052$, поперечного – $0,82 \pm 0,054$.

Закономерно значительное изменение направления и величины корреляций в переходных зонах позвоночного столба.

В $C-Th$ переходе коэффициент корреляции от отрицательных умеренных значений ($r_{длины} = -0,48$; $r_{ширины} = -0,50$ у C_{VII}) изменяется к значительным положительным ($r_{длины} = 0,83$; $r_{ширины} = 0,82$ у Th_1). В $Th-L$ переходе корреляции изменяются от слабых положительных значений до умеренных и слабых отрицательных. Подобная изменчивость корреляционных отношений основных морфометрических параметров позвонков сохраняется и с длиной различных отделов позвоночного столба.

Заключение

Продольный диаметр шейных и грудных позвонков в большей степени коррелирует с длиной позвоночника, чем поясничных, тогда как поперечный диаметр поясничных позвонков характеризуется значительной связью с длиной позвоночника по сравнению с шейными и грудными позвонками. Значительные корреляционные взаимоотношения продольного диаметра позвонка с длиной позвоночника определяют устойчивость позвоночно-двигательных сегментов в грудном отделе. Тесные связи поперечного диаметра позвонка с длиной позвоночного столба в поясничном отделе обуславливают, с одной стороны, подвижность, с другой стороны, стабильность за счет увеличения массивности позвонков при действии большей нагрузки. Значительные изменения значений коэффициента корреляции отмечены в переходных «опасных» зонах позвоночного столба.

Список литературы

1. **Нечаев, В. И.** Локомоторная морфология позвоночного столба: Теория и практика / В. И. Нечаев. – Смоленск : Смядынь, 2005. – 68 с.
2. **Нечаев, В. И.** Позвоночный столб человека – система составных рычагов / В. И. Нечаев, Е. В. Малащенко // Электронный математический и медико-биологический журнал. – 2007. – Т. 6, вып. 3. – С. 9.
3. **Нечаев, В. И.** Основы теории локомоторной морфологии позвоночного столба человека / В. И. Нечаев, Е. В. Малащенко // Электронный математический и медико-биологический журнал. – 2007. – Т. 6, вып. 3. – С. 23.

4. **Юдельсон, Я. Б.** Морфо-функциональные аспекты вертеброневрологии / Я. Б. Юдельсон, В. И. Нечаев // Неврологический журнал. – 2000. – Т. 5. – С. 33–36.
5. **Анисимова, Е. А.** Закономерности изменчивости формы и размеров костных структур позвонков на протяжении докрестцового отдела позвоночного столба / Е. А. Анисимова // Забайкальский медицинский вестник. Спец. выпуск, посвящ. 70-летию академика РАМН В. Н. Иванова. – Чита : Изд-во ЧГМА, 2008. – С. 21–24.
6. **Плохинский, Н. А.** Алгоритмы биометрии / Н. А. Плохинский. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – 150 с.
7. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1973. – 342 с.
8. **Власов, В. В.** Проблемы стандартизации в здравоохранении / В. В. Власов. – 2008. – № 1. – С. 45–47.

References

1. **Nechayev, V. I.** Lokomotornaya morfologiya pozvonochnoho stolba: Teoriya i praktika / V. I. Nechayev. – Smolensk : Smyadyn', 2005. – 68 s.
2. **Nechayev, V. I.** Pozvonochnyy stolb cheloveka – sistema sostavnykh rychagov / V. I. Nechayev, Ye. V. Malashchenkova // Elektronnyy matematicheskiy i mediko-biologicheskiy zhurnal. – 2007. – Т. 6, вып. 3. – С. 9.
3. **Nechayev, V. I.** Osnovy teorii lokomotornoj morfologii pozvonochnoho stolba cheloveka / V. I. Nechayev, Ye. V. Malashchenkova // Elektronnyy matematicheskiy i mediko-biologicheskiy zhurnal. – 2007. – Т. 6, вып. 3. – С. 23.
4. **Yudel'son, YA. B.** Morfo-funktsional'nyye aspekty vertebronevrologii / YA. B. Yudel'son, V. I. Nechayev // Nevrologicheskiy zhurnal. – 2000. – Т. 5. – С. 33–36.
5. **Anisimova, Ye. A.** Zakonomernosti izmenchivosti formy i razmerov kostnykh struktur pozvonkov na protyazhenii dokresttsovogo otdela pozvonochnoho stolba / Ye. A. Anisimova // Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik. Spets. vypusk, posvyashch. 70-letiyu akademika RAMN V. N. Ivanova. – Chita : Izd-vo CHGMA, 2008. – С. 21–24.
6. **Plokhinskiy, N. A.** Algoritmy biometrii / N. A. Plokhinskiy. – М. : Izd-vo MGU, 1980. – 150 s.
7. **Lakin, G. F.** Biometriya / G. F. Lakin. – М. : Vysshaya shkola, 1973. – 342 s.
8. **Vlasov, V. V.** Problemy standartizatsii v zdravookhranении / V. V. Vlasov. – 2008. – № 1. – С. 45–47.

Анисимов Дмитрий Игоревич

аспирант, Саратовский государственный
медицинский университет
им. В. И. Разумовского (г. Саратов,
ул. Казачья Большая, 112)

E-mail: eaan@mail.ru

Anisimov Dmitriy Igorevich

Postgraduate student, Saratov State Medical
University named after V. I. Razumovsky
(Saratov, 112 Kazachya Bolshaya str.)

УДК 611.711.8-091(045)

Анисимов, Д. И.

Корреляции размеров позвоночного столба, его отделов и отдельных позвонков взрослых людей / Д. И. Анисимов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2013. – № 1 (25). – С. 5–10.