

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 611.711.1/6:572.512.7]:612.6.05(045)

Е. А. Анисимова

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАЗМЕРОВ И ФОРМЫ ПОЗВОНКОВ ДОКРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Аннотация. С целью выявления закономерностей индивидуальной, возрастной, билатеральной изменчивости и полового диморфизма размеров и формы позвонков изучали препараты позвонков 60 скелетов взрослых людей 20–60 лет. Определили, что размеры позвонков и их соотношения изменяются на протяжении докрестцового отдела позвоночного столба и характеризуются определенными закономерностями. Частота встречаемости различных сочетаний индексов позвонков на разных уровнях позвоночного столба, видимо, обеспечивает оптимальные механобиологические характеристики позвоночника как кинематической цепи двигательных сегментов.

Ключевые слова: позвонки, докрестцовый отдел позвоночного столба, размеры, указатели.

Abstract. For the purpose of revealing of laws individual, age, bilateral variability and sexual dimorphism the sizes and the form of vertebrae studied preparations of vertebrae of 60 skeletons of adult people of 20–60 years. Have defined that the sizes of vertebrae and their parity change on an extent presacral department of a vertebral column which are characterised by certain laws. Frequency of occurrence of various combinations of indexes of vertebrae at different levels of a vertebral column, probably, provides optimum mechanicobiological characteristics of the vertebral column, as kinematic chain of motor segments.

Keywords: vertebrae, presacral vertebral column department, the sizes, indexes.

Введение

Сложные преобразования позвоночного столба в процессе эволюционного, фило- и онтогенетического развития привели к недостаточной его стабильности и надежности. Гипотетически можно предположить, что эти процессы еще не закончились, они продолжаются [1, с. 50–76]. Разнообразные патологические процессы, развивающиеся в позвоночнике, являются причиной страданий людей разного возраста – от раннего детского до старческого [2, 3]. Изменчивость морфogeометрических и биомеханических закономерностей конструкции позвоночного столба с его сложной кинематикой является актуальной проблемой современной нейровертебрологии, функциональной анатомии, ортопедии, судебной экспертизы, космической медицины, а также трудового и физического воспитания [4]. В настоящее время при проведении

хирургической коррекции патологий позвоночного столба используются аппараты, в основе которых лежит принцип установки фиксаторов как непосредственно в тела (винты вентральных конструкций), так и через задние структуры позвонков (педикулярные ламинарные крюки-упоры, полисегментарная система с транспедикулярными винтами) [5]. Сведения о возрастной динамике, половом диморфизме, индивидуальной и топографической изменчивости позвоночного столба в целом, его отделов, отдельных позвонков и их частей имеют важное теоретическое значение и находят применение в практическом здравоохранении [6].

1 Материал и методы

Морфометрию позвонков докрестцового отдела позвоночного столба проводили на препаратах 60 скелетов взрослых мужчин и женщин 20–60 лет без патологии опорно-двигательного аппарата из фундаментального музея кафедры анатомии человека Саратовского государственного медицинского университета. Выделили две возрастные группы: I – 20–40 лет и II – 41–60 лет.

Размеры (передняя высота тела, поперечный и продольный диаметры позвонка) определяли цифровым штангенциркулем. Широтно-длиннотный, высотно-широтный и высотно-длиннотный индексы позвонков определяли как процентное отношение соответствующих размеров позвонков.

2 Результаты исследования и их обсуждение

Средние значения высоты передней поверхности тела позвонка уменьшаются от C_{II} до C_V от $20,0 \pm 0,4$ до $12,3 \pm 0,3$ мм, далее волнообразно увеличиваются в сакральном направлении до $27,0$ – $28,0$ мм у поясничных позвонков (рис. 1).

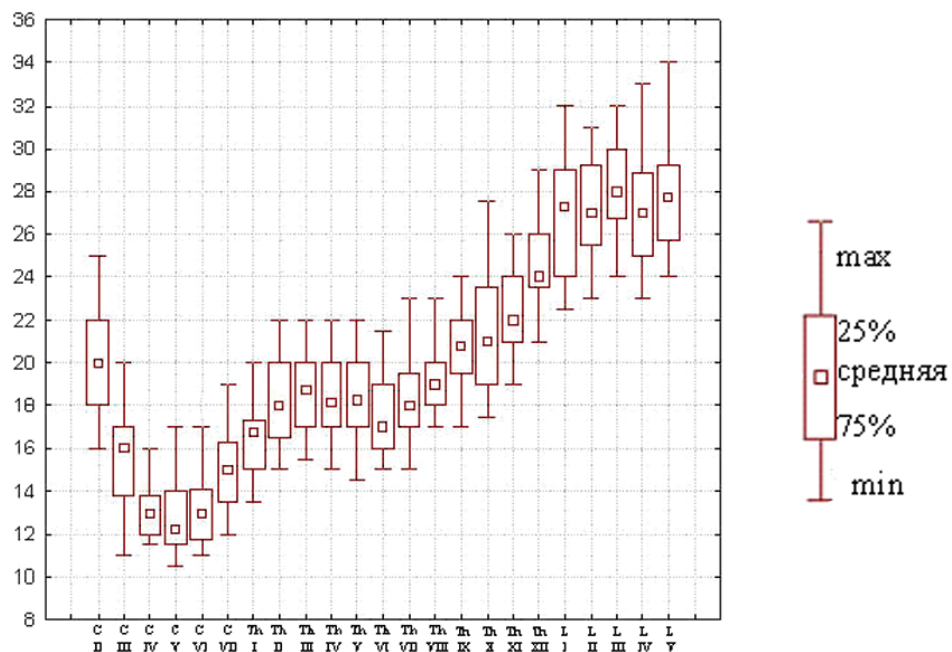


Рис. 1 Передняя высота тел позвонков (мм)

Во всех диаграммах диапазонов («коробочных» графиках) используются обозначения, где указываются: среднее, максимальное и минимальное значения параметра, 25-й и 75-й процентиля, которые показывают по одной четвертой части наиболее низких и наиболее высоких значений параметров.

В мужских группах значения данного параметра в основном выше, чем в женских, причем в I группе они несколько выше по сравнению со II на 0,5–3,0 мм, максимальные различия отмечены в поясничном отделе позвоночного столба, при $p > 0,05$, т.е. высота позвонка с возрастом несколько уменьшается. У позвонков женщин на уровнях C_{II} – C_{IV} , Th_V , L_I с возрастом несколько увеличивается на 1,0–2,5 мм, различия также статистически незначимы (рис. 2).

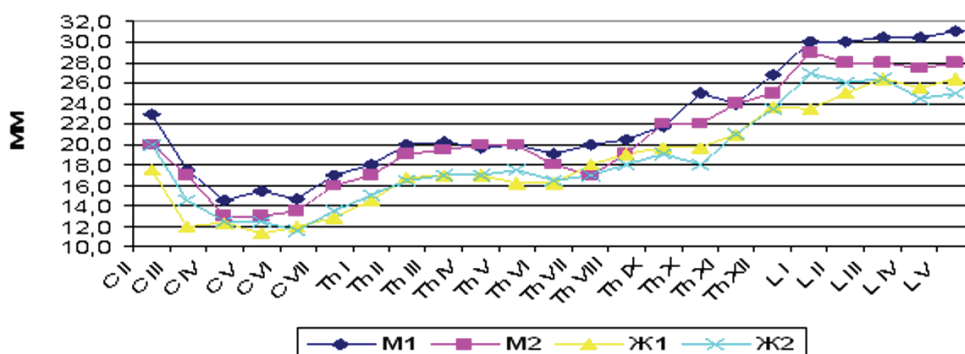


Рис. 2 Возрастная и половая изменчивость передней высоты тел позвонков (M1 – I мужская, M2 – II мужская, Ж1 – I женская, Ж2 – II женская группы)

Поперечный размер позвонков (расстояние между удаленными точками поперечных отростков) в шейном отделе позвоночного столба постепенно уменьшается от C_{II} ($55,8 \pm 1,3$ мм) к C_{IV} ($53,5 \pm 1,1$ мм), затем постепенно увеличивается к C_{VII} ($65,8 \pm 1,1$ мм), в C – Th переходе увеличивается до $76,5 \pm 0,8$ мм у Th_I (рис. 3).

В грудном отделе ширина позвонка волнообразно уменьшается к Th_{XII} до $47,0 \pm 0,9$ мм, в Th – L переходе наблюдается резкий «скачок» данного размера до $80,0 \pm 1,9$ мм у L_I , причем здесь же отмечена самая высокая амплитуда значений поперечного размера позвонков (49,0–87,0 мм).

В поясничном отделе данный параметр увеличивается к L_{III} до $90,3 \pm 1,3$ мм, затем снижается до $82,0 \pm 0,8$ мм у L_{VI} и вновь несколько увеличивается к L_V до $85,3 \pm 0,8$ мм.

Продольный размер (длина) позвонков от C_{II} к C_{III} несколько снижается от $53,0 \pm 0,9$ мм до $47,0 \pm 0,6$ мм, затем прослеживается общая тенденция к постепенному увеличению длины к L_{III} до $83,8 \pm 1,2$ мм, к L_V – некоторое снижение до $70,0 \pm 1,1$ мм. Резких изменений продольного размера позвонков в переходных отделах позвоночного столба не отмечено (рис. 4).

Широтно-длиннотный указатель позвонков самый низкий у Th_{XII} ($64,4 \pm 0,8$), самый высокий – у L_V ($124,0 \pm 1,7$). У C_{II} данный индекс равен $107,4 \pm 1,7$, к C_{III} он увеличивается до $116,7 \pm 1,7$, затем значения указателя уменьшаются к Th_{XII} до $64,4 \pm 0,8$. В Th – L переходе замечен резкий «скачок» параметра до $98,6 \pm 1,4$ с последующим увеличением в каудальном направлении до $124,0 \pm 1,7$ у L_V . Максимальные амплитуды значений поперечно-

продольного указателя приходятся на следующие уровни: C_{II} (90,6–129,0), C_{III} (100,0–142,6), L_I (72,4–104,9) и L_V (107,9–144,3) (рис. 5).

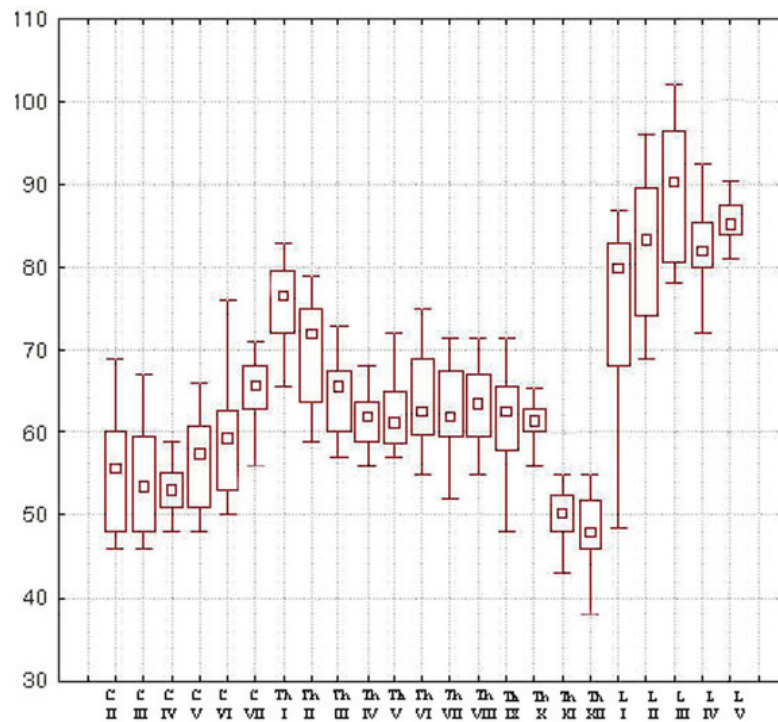


Рис. 3 Поперечный диаметр позвонков (мм)

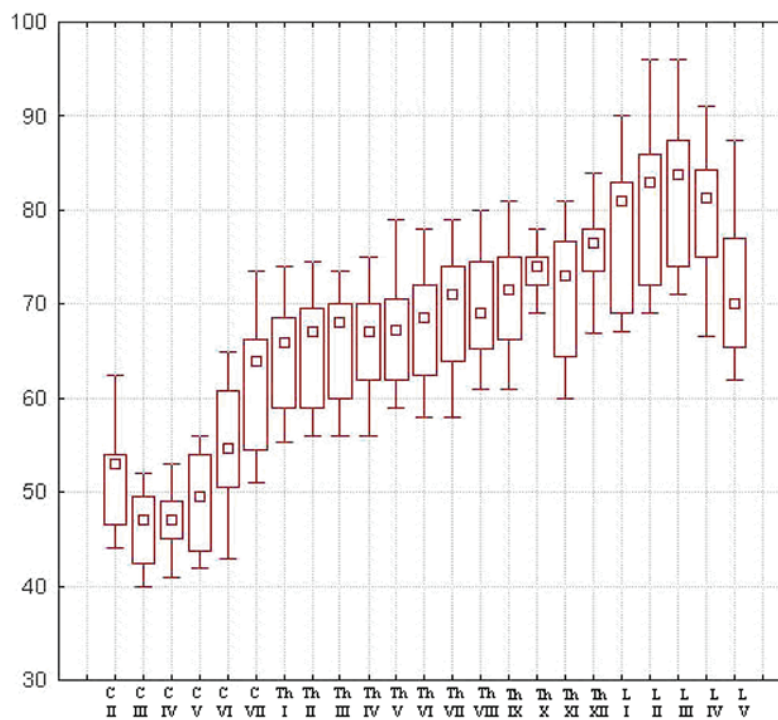


Рис. 4 Продольный размер позвонков (мм)

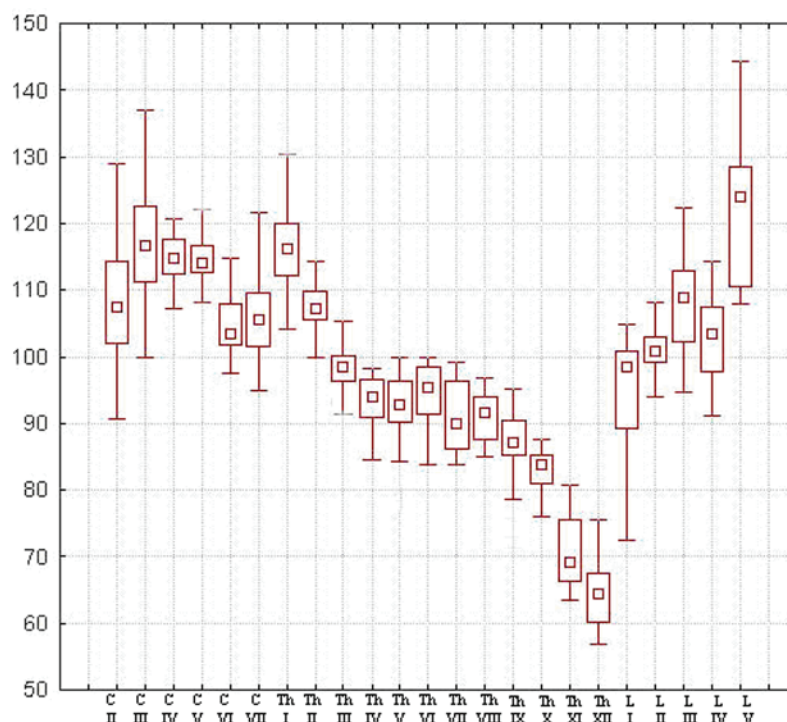


Рис. 5 Широтно-длиннотный указатель позвонков

На уровнях C_{II} – Th_{II} , L_{III} и L_V поперечный размер превалирует над продольным. При этом соотношении размеров позвонков значения поперечно-продольного индекса имеют высокие значения. При сближении размеров позвонков (у C_{II} , C_{VII} , L_{II} и L_{IV}) указатель приближается к 100. На уровнях Th_{IV} – L_I продольный размер преобладает над поперечным, при этом широтно-длиннотный индекс имеет минимальные значения. Самому минимальному значению индекса соответствует максимальное преобладание продольного диаметра позвонка над поперечным (у Th_{XII}) (рис. 6).

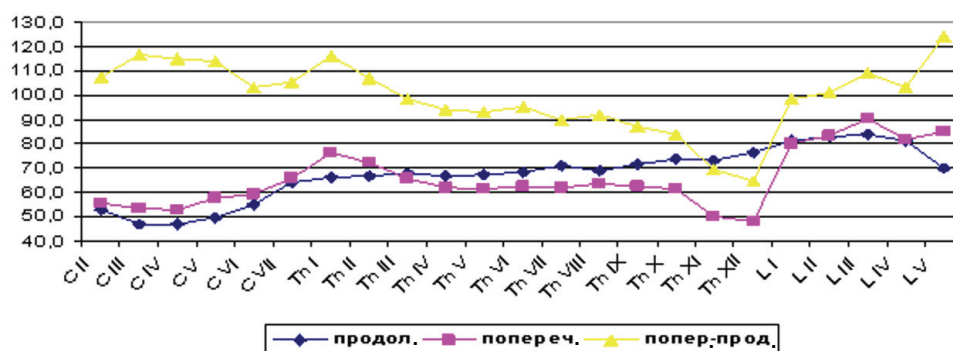


Рис. 6 Соразмерность продольного, поперечного размеров и поперечно-продольного индекса позвонков взрослых людей

Возрастно-половые изменения размеров позвонков характеризуются преобладанием размеров позвонков у мужчин по сравнению с женщинами, а также изменением размеров позвонков с возрастом, особенно у женщин (рис. 7–9).

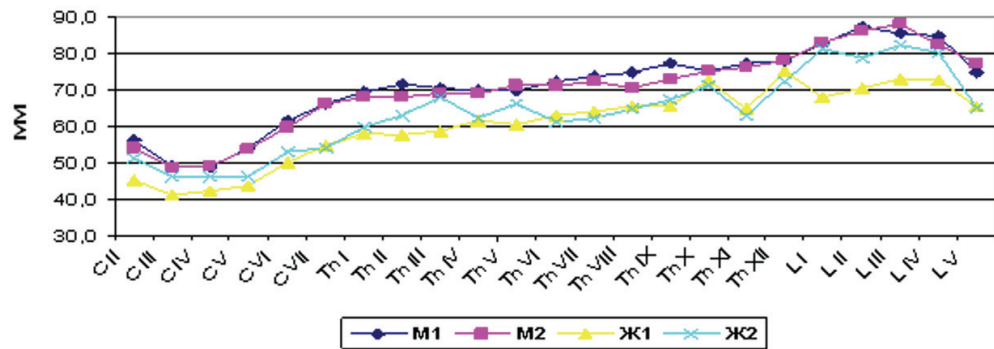


Рис. 7 Возрастная и половая изменчивость продольного размера позвонков

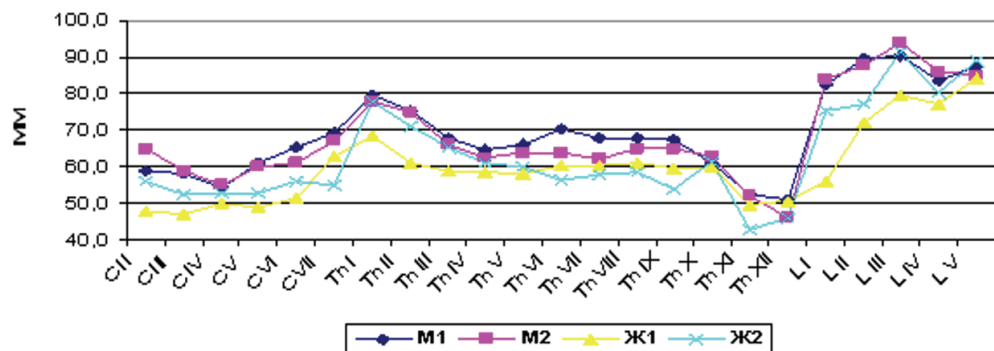


Рис. 8 Возрастная и половая изменчивость поперечного размера позвонков

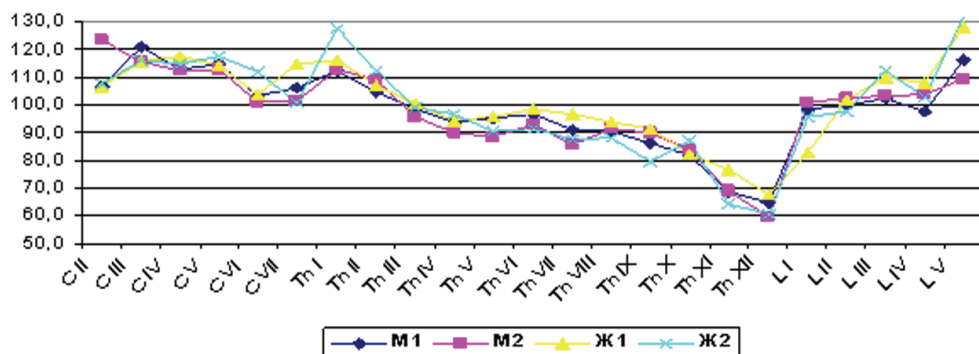
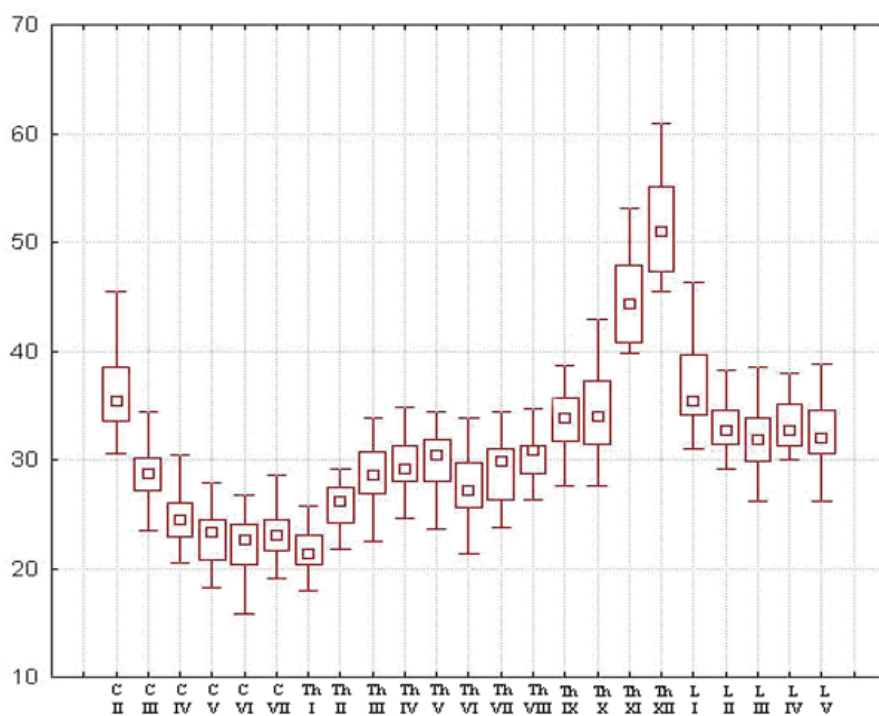


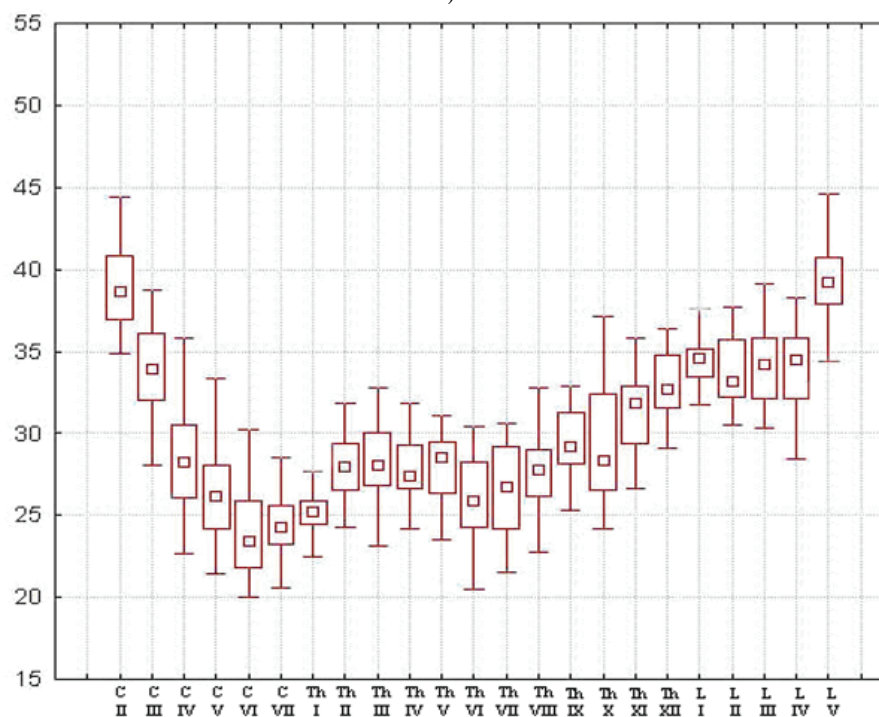
Рис. 9 Возрастная и половая изменчивость поперечно-продольного индекса позвонков

Половые различия поперечно-продольного индекса выражены неочетливо. Возрастные различия характеризуются преобладанием индекса во II возрастной группе у мужчин у CII и LIV, у женщин – на уровнях CV, ThI и ThX. Высотно-широтный указатель позвонков от CII к C-Th переходу уменьшается от $35,4 \pm 0,6$ до $21,3 \pm 0,3$, затем постепенно увеличивается к Th-L переходу, где отмечается «скачок» значений до $51,1 \pm 0,8$ у ThXII и уменьшение – к LV до $32,0 \pm 0,5$. Высотно-длиннотный указатель уменьшается от $38,7 \pm 0,4$ у CII до $24,3 \pm 0,3$ у CVII. В грудно-поясничном отделе средние значения индекса постепенно увеличиваются до $39,2 \pm 0,6$ у LV (рис. 10). Высотно-широтный индекс значительно преобладает над высотно-длиннотным индексом.

сом на уровне Th_{XI-XII}, где наблюдаются минимальные значения широтно-длиннотного указателя (рис. 11).



а)



б)

Рис. 10 Высотно-длиннотный (а) и высотно-широтный (б) индексы позвонков

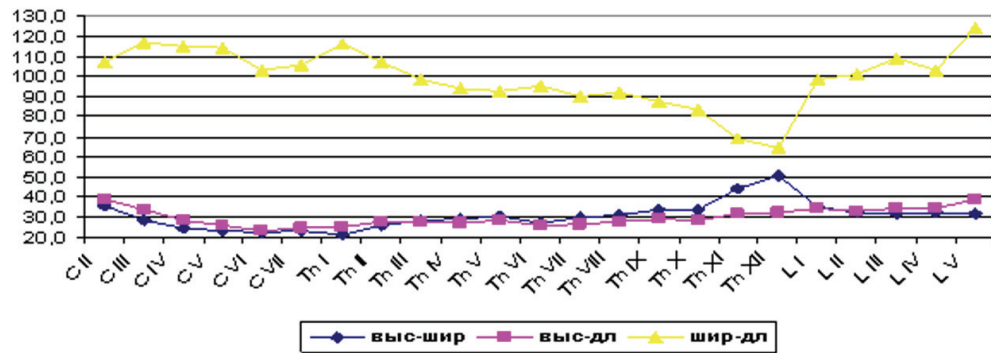


Рис. 11 Соразмерность широтно-длинного, высотно-широтного и высотно-длинного индексов позвонков взрослых людей

Позвонки по величине указателей (индексов – Ind) позвонков делятся на мезо- ($Ind = 99,5 \pm 5,9$; $105,4-93,6$), долихо- ($Ind < 93,6$) и брахивертебральные ($Ind > 105,4$) – по широтно-длинному указателю; мезо- ($Ind = 30,8 \pm 0,3$; $33,8-27,8$), лепто- ($Ind < 27,8$) и эйри-широтноверттебральные ($Ind > 33,8$) – по высотно-широтному указателю; мезо- ($Ind = 30,0 \pm 2,5$; $32,5-27,5$), лепто- ($Ind < 27,5$) и эйри-длиннотноверттебральные ($Ind > 32,5$) – по высотно-длинному указателю (рис. 12, 13).

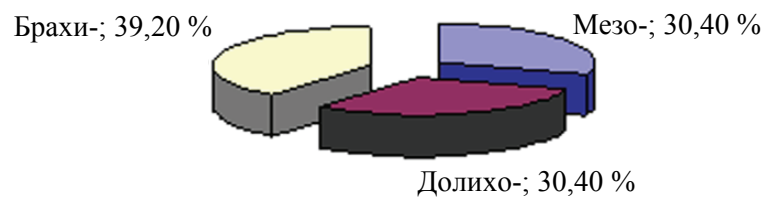


Рис. 12 Распределение позвонков по широтно-длинному индексу позвонков

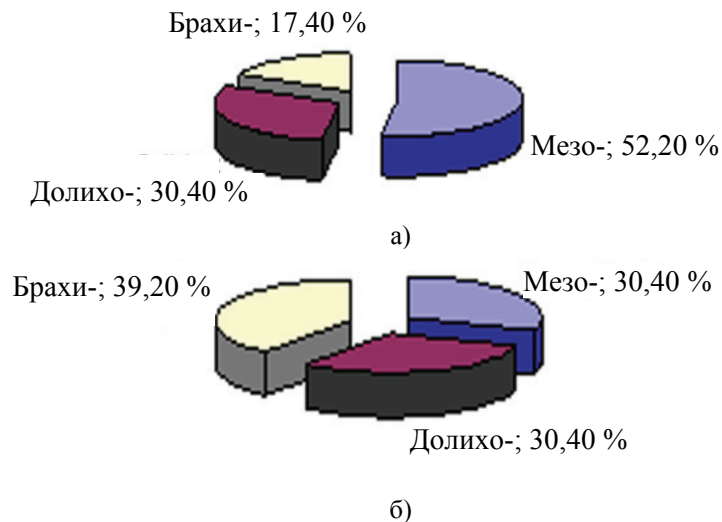


Рис. 13 Распределение позвонков по высотно-широтному (а) и высотно-длинному (б) индексам позвонков

Брахиморфные формы позвонков чаще встречаются в шейном и поясничном отделах позвоночного столба, мезо- и долихоморфные – в грудном. В 21,7 % случаев сочетаются брахиverteбральные, эйри-широтные и эйри-длиннотнотвертебральные; в 13 % случаев – брахиverteбральные, мезо-широтнотвертебральные, эйри-длиннотнотвертебральные; долихотвертебральные, мезо-широтные и мезо-длиннотнотвертебральные; остальные сочетания встречались в 8,7 % случаев и реже (табл. 1).

Таблица 1

Сочетания поперечно-продольного, высотного-широтного
и высотного-длиннотного индексов позвонков
(Б – брахи-, М – мезо-, Д – долихо-, Э – эйри-, Л – лепто-)

Позвонки Ind	Шир.-дл.	Выс.-шир.	Выс.-дл.	Шир.-дл.	Выс.-шир.	Выс.-дл.
C _{II}	107,4	35,4	38,7	Б	Э	Э
C _{III}	116,7	28,7	33,9	Б	М	Э
C _{IV}	114,9	24,5	28,3	Б	Л	Л
C _V	114,1	23,3	26,2	Б	Л	Л
C _{VI}	103,4	22,6	23,4	М	Л	Л
C _{VII}	105,5	23,1	24,3	Б	Л	Л
Th _I	116,2	21,3	25,2	Б	Л	Л
Th _{II}	107,1	26,2	28,0	Б	Л	М
Th _{III}	98,6	28,6	28,1	М	М	М
Th _{IV}	94,0	29,1	27,4	М	М	Л
Th _V	92,9	30,4	28,6	Д	М	М
Th _{VI}	95,3	27,1	25,9	М	Л	Л
Th _{VII}	89,9	29,8	26,8	Д	М	Л
Th _{VIII}	91,7	30,8	27,8	Д	М	М
Th _{IX}	87,2	33,8	29,2	Д	М	М
Th _X	83,8	34,0	28,3	Д	М	М
Th _{XI}	69,3	44,4	31,9	Д	Э	М
Th _{XII}	64,4	51,1	32,7	Д	Э	Э
L _I	98,6	35,4	34,6	Д	Э	Э
L _{II}	100,9	32,7	33,1	Д	М	Э
L _{III}	108,9	31,9	34,2	Б	М	Э
L _{IV}	103,3	32,6	34,5	М	М	Э
L _V	124,0	32,0	39,2	Б	М	Э

Размеры позвонков и их соотношения значительно изменяются на протяжении докрестцового отдела позвоночного столба, что характеризуется определенными закономерностями [7]. Так, средние величины поперечного размера позвонков, в отличие от продольного диаметра, статистически значимо меняют свои значения в переходных, так называемых «опасных», зонах – в С–Th и Th–L переходах [8]. На этих же уровнях статистически значимо изменяется и широтно-длиннотный индекс. Данные изменения определяют условия для формирования физиологических изгибов позвоночного столба и переход подвижного шейного отдела позвоночника в стабильный – грудной и стабильного – в еще более подвижный – поясничный [9, 10].

Таким образом, частота встречаемости различных сочетаний индексов позвонков на разных уровнях позвоночного столба, видимо, обеспечивает оптимальные механобиологические характеристики позвоночника как кинематической цепи двигательных сегментов. Так, брахиморфные формы позвонков чаще встречаются в шейном и поясничном, т.е. в подвижных отделах позвоночного столба; мезо- и долихоморфные – в грудном, т.е. в стабильном.

Список литературы

1. **Баландин, И. Ф.** О происхождении кривизн позвоночника / И. Ф. Баландин. – СПб. : Книга, 1976.
2. **Рябыкин, М. Г.** Хронические болевые синдромы при постганглионарном поражении нервных структур, формирующихся из корешков спинного мозга / М. Г. Рябыкин // Тезисы докладов на заседании Московского общества нейрохирургов (26 ноября 2003 г.). – М. : Медиа Сфера, 2003. – С. 1.
3. **Годзенко А. А., Бадюкин В. В.** // Русский медицинский журнал. – 2006. – Т. 14. – № 4. – С. 286–289.
4. **Антипко, Л. Э.** Современное состояние вертебологии / Л. Э. Антипко // Актуальные вопросы вертебро-медуллярной нейрохирургии / под ред. акад. АПК, проф. Л. Я. Лифшица. – Балаково : Элита-принт, 2003. – С. 27–30.
5. **Матюшин, А. Ф.** Многосегментарная этапная реконструкция позвоночника васкуляризированным трансплантатом ребра в условиях задней инструментальной фиксации / А. Ф. Матюшин, А. В. Карлов // Гений ортопедии. – 2005. – № 4. – С. 6–8.
6. **Фарион, А. О.** Передний спондилодез в хирургическом лечении нестабильных переломов позвоночника / А. О. Фарион, Р. В. Паськов, К. С. Сергеев и др. // Восстановительная травматология и ортопедия. Молодые ученые: новые идеи и открытия : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (14–16 июня 2006 г.). – Курган : Светич, 2006. – С. 167–169.
7. **Михайловский, М. В.** Хирургия деформаций позвоночника / М. В. Михайловский, Н. Г. Фомичев. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2002. – 432 с.
8. **Нечаев, В. И.** Основы теории локомоторной морфологии позвоночного столба человека / В. И. Нечаев, Е. В. Малащенко // Электронный математический и медико-биологический журнал. – Вып. 4. – 2006. – Т. 5. – № 12. – 26 с.
9. **Рубашкин, С. А.** Характеристика морфометрических показателей позвонков, используемых для введения транспедикулярных винтов при коррекции сколиотических деформаций / С. А. Рубашкин // Восстановительная травматология и ортопедия. Молодые ученые: новые идеи и открытия : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (14–16 июня 2006 г.). – Курган : Светич, 2006. – С. 139–140.
10. **Шульга, А. Е.** Особенности травматических переходов в грудопоясничном переходе позвоночного столба / А. Е. Шульга // Восстановительная травматология и ортопедия. Молодые ученые: новые идеи и открытия : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (14–16 июня 2006 г.). – Курган : Светич, 2006. – С. 193–194.

Анисимова Елена Анатольевна

кандидат медицинских наук, доцент,
кафедра анатомии человека,
Саратовский государственный
медицинский университет

E-mail: eaan@mail.ru

Anisimova Elena Anatolyevna

Candidate of medical sciences, associate
professor, human anatomy sub-department,
Saratov State Medical University

УДК 611.711.1/6:572.512.7]:612.6.05(045)

Анисимова, Е. А.

Закономерности изменчивости размеров и формы позвонков докрестцового отдела позвоночного столба / Е. А. Анисимова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – № 2 (10). – С. 3–13.