

Остеометрия позвоночного столба человека зрелого возраста Уральского региона

Ирина Анатольевна Меньщикова*

Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия

Реферат

Цель. Выявить закономерности изменений остеометрических характеристик позвоночного столба взрослого человека-жителя Уральского региона.

Методы. Исследовали 56 трупов людей зрелого возраста (28 женщин в возрасте от 21 до 55 лет и 28 мужчин в возрасте от 22 до 60 лет) — жителей Уральского региона. Для распределения материала по возрастным группам была использована схема, рекомендованная симпозиумом по возрастной периодизации в Институте возрастной физиологии в 1969 г. Применяли остеометрический и статистический методы.

Результаты. В шейном отделе наибольший сагиттальный размер определяли у остистого отростка VII шейного позвонка ($30,9 \pm 1,79$ мм), в грудном отделе — у VII грудного позвонка ($41,5 \pm 2,4$ мм), в поясничном — у III поясничного позвонка ($36,4 \pm 0,95$ мм). Фронтальный размер тел позвонков увеличивался от выше- к нижележащим позвонкам, но от I грудного до VI грудного позвонка зарегистрировано снижение фронтального размера тел позвонков, а начиная с уровня VII грудного позвонка — дальнейшее его увеличение. Сагиттальный размер тела позвонка увеличивался только от II шейного до III поясничного позвонка. Сагиттальный размер тел III–V поясничных позвонков был в диапазоне от 32 до 34 мм. Размеры ножки дуги позвонка позволяют проводить транспедикулярную фиксацию на уровне всех позвонков, но необходимо учитывать, что у V и VI грудных позвонков фронтальные размеры ножки дуги наименьшие по сравнению с другими уровнями. Фронтальные размеры позвоночного канала больше, чем сагиттальные, на уровнях всех позвонков, за исключением атланта и V грудного позвонка.

Вывод. Результаты могут служить базисом при проведении любых оперативных вмешательств на позвоночном столбе и выступать в качестве нормы для оценки его патологических изменений.

Ключевые слова: позвонок, остеометрия, шейный, грудной, поясничный, крестец, человек.

Для цитирования: Меньщикова И.А. Остеометрия позвоночного столба человека зрелого возраста Уральского региона. *Казанский мед. ж.* 2019; 100 (4): 622–628. DOI: 10.17816/KMJ2019-622.

Osteometry of the human spine at the age of maturity in the Ural region

I.A. Men'shchikova

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Aim. To reveal the patterns of the changes of osteometric characteristics of the adults living in the Ural region.

Methods. 56 cadavers of human beings at the age of maturity were analyzed (28 women aged 21 to 55 years, and 28 men aged 22 to 60 years) being the residents of the Ural region. The scheme recommended by the Symposium on Age Periodization at the Institute of Age Physiology in 1969, was used for distribution by age groups. Osteometry and statistical method were used.

Results. In the cervical spine, the greatest sagittal size was determined in the spinal process of the VII cervical vertebra (30.9 ± 1.79 mm), in the thoracic spine — in the VII thoracic vertebra (41.5 ± 2.4 mm), and in lumbar spine — in the III lumbar vertebra (36.4 ± 0.95 mm). The frontal size of vertebral bodies increased from overlying vertebrae to underlying ones, however, the decrease in the frontal size of vertebral bodies was noted from the I thoracic to the VI thoracic vertebra, and starting from the VII thoracic vertebra its further increase was observed. The sagittal size of vertebral body increased only from the II cervical vertebra to the III lumbar one. The sagittal size of the bodies of the III–V vertebrae was within the range of 32–34 mm. The sizes of vertebral arch pedicle allow conducting the

transpedicular fixation at the level of all vertebrae, but it should be taken into account that in V and VI thoracic vertebrae frontal size of arch pedicle is the least as compared to other levels. The frontal sizes of spinal canal were more than sagittal ones at the levels of all vertebrae, with the exception of atlas and the V thoracic vertebra.

Conclusion. The results can serve as the basis for performing any surgical interventions on the spine and as the norm for evaluation of its pathological changes.

Keywords: vertebra, osteometry, cervical, thoracic, lumbar, sacrum, human.

For citation: Men'shchikova I.A. Osteometry of the human spine at the age of maturity in the Ural region. *Kazan medical journal*. 2019; 100 (4): 622–628. DOI: 10.17816/KMJ2019-622.

В настоящее время для лечения травм и заболеваний позвоночника широко используют различные металлоконструкции, порой с заменой костного участка позвонка. При разработке вариантов фиксации встаёт вопрос о средних морфометрических величинах позвонков, закономерностях их изменений в различных отделах позвоночного столба [1–3]. Кроме того, существуют исследования, в которых доказана корреляционная связь между величиной позвонка с ростом человека [4].

Вместе с тем, в большинстве работ изучены лишь отделы позвоночного столба (чаще поясничный отдел), а не рассмотрен позвоночный столб целиком. Кроме того, у представителей различных национальностей есть различия в размерах структур позвонка [5]. Индийские пациенты по сравнению с популяциями в странах Западной и Южной Азии имеют меньшие анатомические размеры шейных позвонков, за исключением C_{VII} , что приводит к невозможности использования стандартных винтов для трансламинарной фиксации [6]. С другой стороны, анализируя данные англоязычных исследователей, М. Chazono и соавт. не обнаружили существенного этнического неравенства в размерах шейных и грудных позвонков [7].

Исходя из вышеизложенного, с позиций антропометрии необходимо набирать базу по вертеброметрии, используя данные отечественных авторов.

Цель настоящего исследования — выявить закономерности изменений остеометрических характеристик позвоночного столба взрослого человека-жителя Уральского региона.

Морфометрические исследования проведены на мацерированных препаратах позвоночного столба 56 людей в возрасте от 20 до 60 лет (28 женщин в возрасте от 21 до 55 лет и 28 мужчин в возрасте от 22 до 60 лет). Распределение материала по возрастным группам проведено по схеме, рекомендованной симпозиумом по возрастной периодизации в Институте возрастной физиологии в 1969 г. [8].

Остеометрические измерения проведены согласно схеме, представленной на рис. 1.

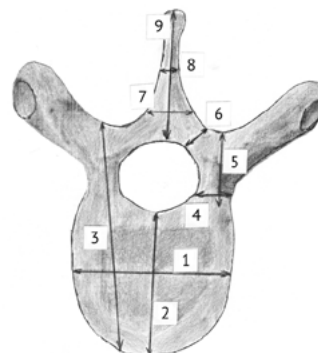


Рис. 1. Схема остеометрии позвонка: 1 — фронтальный размер тела позвонка; 2 — сагиттальный размер тела позвонка; 3 — транспедикулярный размер тела позвонка; 4 — фронтальный размер ножки дуги позвонка; 5 — краниокаудальный размер ножки дуги позвонка; 6 — толщина пластинки дуги позвонка; 7, 8 — фронтальные размеры остистого отростка (7 — на уровне основания отростка, 8 — на уровне его середины); 9 — сагиттальный размер остистого отростка

Проведена стандартная статистическая обработка полученных результатов с использованием параметрического критерия Стьюдента и непараметрического критерия Уилкоксона–Манна–Уитни.

Краниокаудальный размер передней дуги атланта варьировал в пределах 6–9 мм, задней дуги — 9–11 мм, то есть высота задней дуги атланта больше, чем передней. Размеры остистых отростков в шейном отделе позвоночного столба от II до V позвонка изменялись незначительно — от 16 до 18 мм, а у VI позвонка сагиттальный размер остистого отростка составлял $21,5 \pm 1,5$ мм. VII шейный позвонок из-за длинного остистого отростка называют выступающим — его сагиттальный размер в среднем составлял $30,9 \pm 1,8$ мм.

В грудном отделе позвоночного столба сагиттальные размеры наибольшими были у остистых отростков VI ($40,8 \pm 2,7$ мм) и VII ($41,5 \pm 2,4$ мм) грудных позвонков. От VII до XII грудного позвонка отмечено постепенное уменьшение данного размера. В поясничном отделе позвоночного столба зафиксировано увеличение сагиттального размера остистого отрост-

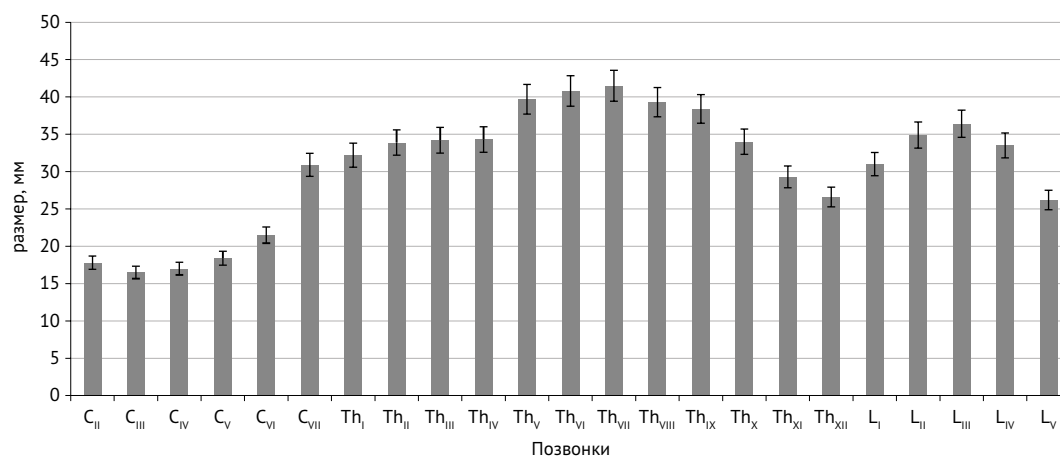


Рис. 2. Динамика изменений сагиттального размера остистого отростка позвонка в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночного столба

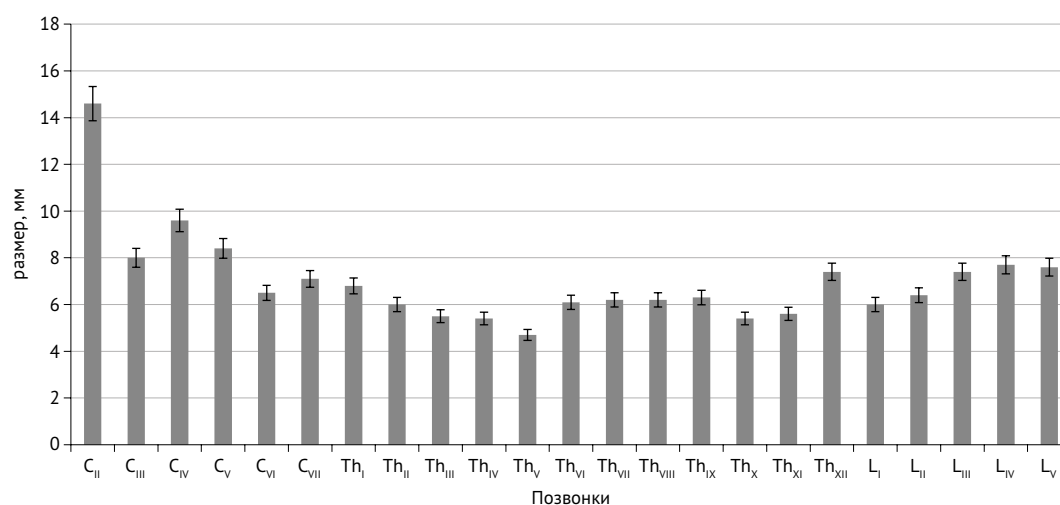


Рис. 3. Динамика изменений фронтального размера остистых отростков позвонков в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночного столба

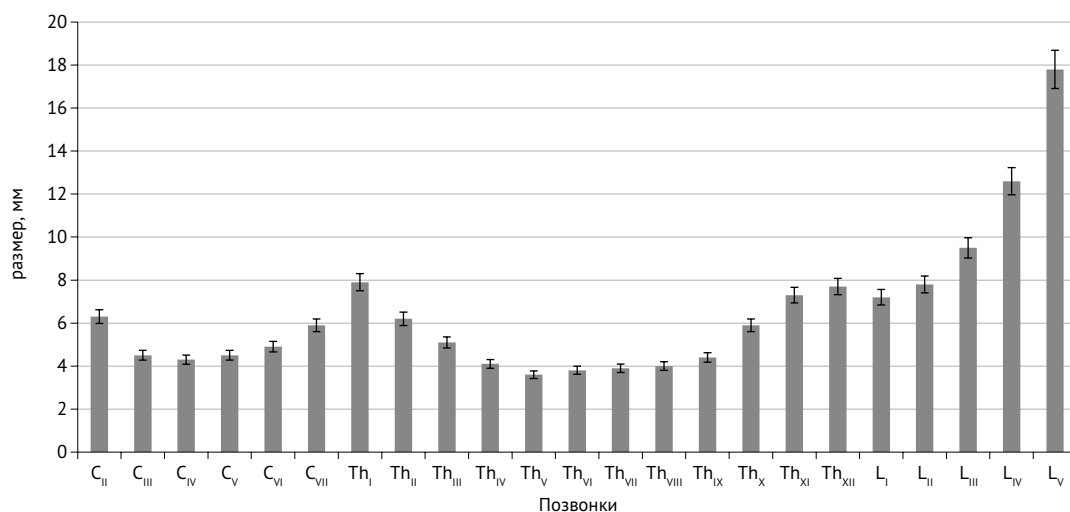


Рис. 4. Динамика изменений фронтального размера ножек дуг позвонков в шейном, грудном и поясничном отделах позвоночного столба

Таблица 1. Данные остеометрии позвонков ($M \pm m$, мм, $n=56$)

Позвонки	Транспедикулярный размер ножки дуги	Кранио-каудальный размер ножки дуги	Фронтальный размер тела позвонка	Сагиттальный размер тела позвонка	Сагиттальный размер позвоночного отверстия	Фронтальный размер позвоночного отверстия
C _{II}	28,4±1,6	9,2±0,5	19,2±1,6	14,9±0,6	12,3±0,9	17,3±0,6
C _{III}	31,9±1,0	6,2±0,3	19,8±0,6	15,3±0,4	13,2±0,6	17,8±0,8
C _{IV}	32,1±0,5	6,6±0,3	20,1±0,7	14,7±0,4	12,5±0,5	18,6±0,9
C _V	32,6±1,0	6,4±0,3	21,2±0,5	15,3±0,5	12,1±0,5	19,6±0,7
C _{VI}	31,4±1,3	6,4±0,4	24,4±0,6	16,4±1,0	13,2±0,6	20,7±0,6
C _{VII}	30,9±0,8	6,7±0,2	26,4±1,2*	15,5±0,8	13,9±0,6	21,4±0,8
Th _I	34,0±0,7	7,9±0,3	27,9±0,5	16,1±0,6	14,6±0,3	20,9±0,5
Th _{II}	33,7±1,3	10,3±0,4	27,4±0,9	17,3±0,5	14,8±0,6	17,0±0,4
Th _{III}	33,9±1,3	10,9±0,5	25,9±1,2	18,9±0,6	15,3±0,3	16,8±0,3
Th _{IV}	35,8±1,2	10,9±0,5	24,1±0,9	20,9±0,6	15,1±0,3	15,8±0,4
Th _V	38,0±1,4	10,4±0,4	23,8±0,5*	21,6±0,6	15,8±0,4	15,9±0,4
Th _{VI}	40,0±1,2	10,6±0,6	25,2±0,5	24,0±0,5	15,5±0,3	16,2±0,5
Th _{VII}	40,8±1,9	11,4±0,7	27,0±0,8	25,0±0,5	15,4±0,4	16,7±0,6
Th _{VIII}	42,7±2,0	11,4±0,4	28,5±0,7	26,5±0,6	15,4±0,3	16,8±0,6
Th _{IX}	43,6±1,4	12,5±0,4	29,3±0,7	27,8±0,8	15,3±0,3	16,6±0,6
Th _X	43,8±1,0	13,8±0,5	30,8±0,9	27,5±1,0	15,9±0,4	16,8±0,6
Th _{XI}	45,4±1,2	16,3±0,3*	32,9±0,8	27,4±1,0	16,2±0,4	17,9±0,6
Th _{XII}	45,7±2,2	15,7±0,4	34,8±0,7	28,1±0,8	17,5±0,4	21,0±1,0
L _I	52,0±1,1	15,7±0,5	35,7±1,0	30,9±1,0	17,5±0,5	22,9±0,5
L _{II}	53,7±1,1	15,2±0,5	37,5±1,0	32,4±0,7	16,4±0,3	23,4±0,5
L _{III}	54,6±1,7	14,8±0,6	39,4±1,0	33,3±0,7	15,8±0,4	23,7±0,5
L _{IV}	54,3±1,7	14,3±0,5	42,7±0,8	33,7±0,7	16,2±0,6	23,9±0,5
L _V	54,5±2,0	14,8±0,6	43,9±1,3*	33,9±0,8	17,2±0,8	26,6±0,7

Примечание: * $p < 0,05$ по сравнению с вышележащим позвонком: для шейного отдела по сравнению с размером C_{II}, грудного — Th_I, поясничного — L_I.

ка III поясничного позвонка — 36,4±1,0 мм, а у V поясничного позвонка длина отростка уменьшалась до 26,2±1,6 мм (рис. 2).

По сравнению с другими шейными позвонками у II шейного позвонка определены наибольшие фронтальные размеры остистого отростка на уровнях его верхушки, середины и основания. Фронтальные размеры уменьшались у остистого отростка VI шейного позвонка (по сравнению с C_{II} практически на 50%): C_{II} — 14,6±1,2 мм, C_{VI} — 6,5±1,1 мм. В грудном и поясничном отделах позвоночного столба фронтальные размеры остистых отростков варьировали в пределах 4–9 мм, наибольшими она были у XII грудного, III–V поясничных позвонков (рис. 3).

В настоящее время в клинической практике при повреждениях и заболеваниях позво-

ночного столба достаточно широко применяют транспедикулярную фиксацию [9, 10]. Транспедикулярный размер определяли от дорсальной поверхности ножки дуги в соответствии с углом наклона ножки до вентральной поверхности тела позвонка. Транспедикулярный размер в шейном отделе позвоночника составлял от 28 до 33 мм. В грудном отделе данный показатель увеличивался: на уровне I грудного — 34,0±0,7 мм, на уровне VI — 40,0±1,2 мм, на уровне XII грудного позвонка — 45,7±2,2 мм (табл. 1). Толщина пластинки дуги позвонка составляла от 3 до 5 мм.

Фронтальный размер ножки дуги позвонка статистически значимо был больше ($p < 0,031$) у III–V поясничных позвонков (рис. 4).

У II шейного позвонка краниокаудальный размер ножки дуги (высота) был 9,2±0,5 мм.

В грудном отделе показатель составлял 10–11 мм, а у XI грудного позвонка краниокаудальный размер ножки дуги позвонка увеличивался до $16,3 \pm 0,3$ мм. В поясничном отделе отмечено уменьшение краниокаудального размера ножек дуг III–V поясничных позвонков до 14 мм (см. табл. 1).

Как известно из учебника по анатомии человека [11], тела позвонков увеличиваются от выше- к нижележащим отделам. По нашим данным, площадь тела II шейного позвонка в среднем была $243,7 \pm 16,2$ мм², увеличиваясь у VII шейного позвонка до $377,5 \pm 14,2$ мм². У I грудного позвонка площадь его тела составляла $434,4 \pm 29,1$ мм², а у XII — $1022,9 \pm 54,91$ мм². У I поясничного позвонка данный показатель был близок к величине Th_{XII} — $1030 \pm 60,3$ мм². Самой большой была площадь тела V поясничного позвонка — $1303,1 \pm 120,5$ мм².

Сагиттальный размер тел позвонков был равномерным от II шейного до I грудного позвонка, а затем происходило увеличение от выше- к нижележащим отделам. В отличие от сагиттального фронтальный размер тел позвонков изменялся неравномерно. Фронтальный размер тела I грудного позвонка статистически значимо ($p < 0,04$) был больше, чем тела V грудного позвонка: Th_I — $27,9 \pm 0,5$ мм, Th_V — $23,8 \pm 0,5$ мм. Только начиная с уровня VI грудного позвонка, зафиксировано увеличение данного размера. P.V. Scoles приводит аналогичные результаты изменений фронтального размера тел грудных позвонков, но динамику не прослеживает из-за выборочности измерений только I, III, VI, IX и XII позвонков [12].

Наибольшие размеры позвоночного отверстия (канала) определены на уровне атланта, при этом сагиттальный размер был меньше, чем фронтальный. У всех остальных позвонков (от C_{VI} до L_5 , за исключением Th_V) фронтальные размеры позвоночного канала были статистически значимо больше, чем сагиттальные ($p < 0,047$). В грудном отделе позвоночного столба сагиттальный размер позвоночного отверстия наименьшим был у I и II позвонков, а фронтальный — у VI и V позвонков. В поясничном отделе наименьший сагиттальный размер позвоночного канала зарегистрирован у III позвонка, фронтальный — у I поясничного позвонка.

Остеометрия отверстий поперечных отростков позволила определить их средние размеры и оценить риск повреждения позвоночных артерий на уровне шейного отдела позвоночного столба. Вентродорсальный размер отверстия поперечного отростка у I шейного позвонка составлял $7,6 \pm 0,49$ мм. От II до V шейного позвонка показа-

тель был примерно одинаков: C_{II} — $5,4 \pm 0,21$ мм, C_{III} — $5,5 \pm 0,28$ мм, C_{IV} — $5,3 \pm 0,07$ мм, C_V — $5,6 \pm 0,41$ мм, увеличиваясь у C_{VI} до $6,0 \pm 0,76$ мм и уменьшаясь к C_{VII} до $3,9 \pm 0,37$ мм. Фронтальные же размеры поперечного отверстия варьировали не так значительно: C_I — $6,4 \pm 0,36$ мм, C_{II} — $6,8 \pm 0,38$ мм, C_{III} — $6,4 \pm 0,12$ мм, C_{IV} — $6,3 \pm 0,21$ мм, C_V — $6,0 \pm 0,35$ мм, C_{VI} — $5,9 \pm 0,19$ мм, C_{VII} — $5,3 \pm 0,44$ мм.

Следовательно, от II до VII позвонка отверстие поперечного отростка больше в латерально-медиальном направлении, а у I — в переднезаднем. Отверстие поперечного отростка по отношению к дорсальной срединной линии на уровне атланта было на расстоянии 21,0–24,0 мм, от II до VII позвонка — на расстоянии 10,0–16,0 мм.

При остеометрии крестца выявлено, что от срединного крестцового гребня первое дорсальное крестцовое отверстие расположено на расстоянии $20,3 \pm 0,95$ мм. Далее расстояние постепенно уменьшается: S_{II} — $17,9 \pm 1,02$ мм, S_{III} — $15,8 \pm 0,81$ мм, S_{IV} — $15,0 \pm 0,53$ мм. Краниокаудальный размер дорсальных крестцовых отверстий также уменьшался от выше- к нижележащим структурам: S_I — $12,1 \pm 0,87$ мм, S_{II} — $9,9 \pm 0,59$ мм, S_{III} — $8,1 \pm 0,55$ мм, S_{IV} — $7 \pm 0,93$ мм. Фронтальные размеры дорсальных крестцовых отверстий, напротив, изменялись незначительно: S_I — $8,1 \pm 0,35$ мм, S_{II} — $8,9 \pm 0,59$ мм, S_{III} — $8,3 \pm 0,69$ мм, S_{IV} — $8,0 \pm 0,89$ мм.

На вентральной поверхности крестца по сравнению с задней поверхностью размеры крестцовых отверстий были больше как по высоте, так и по ширине. Краниокаудальный размер отверстия S_I составлял $15,0 \pm 0,57$ мм, S_{II} — $15,3 \pm 0,71$ мм, уменьшаясь у третьего тазового крестцового отверстия до $12,4 \pm 0,96$ мм. Фронтальные размеры тазовых крестцовых отверстий также уменьшались от выше- к нижележащим отделам: первого — $13,9 \pm 0,59$ мм, второго — $16,3 \pm 1,0$ мм, третьего — $13,3 \pm 1,1$ мм. У четвертых тазовых крестцовых отверстий определялись самые малые размеры: краниокаудальный — $7,6 \pm 0,76$ мм, фронтальный — $9,3 \pm 0,42$ мм.

При необходимости фиксации задних структур крестца необходимо учитывать, что толщина пластинки дорсальной поверхности крестца составляет $4,4 \pm 0,44$ мм. Наилучшие возможности проведения фиксаторов — через основание срединного крестцового гребня на уровне первого крестцового сегмента: фронтальный размер основания — $9,1 \pm 0,59$ мм.

Высота (краниокаудальный размер) I крестцового позвонка составляла $33,0 \pm 1,13$ мм, уменьшаясь к V позвонку до $22,0 \pm 2,08$ мм (на

44%). Сагиттальный размер тела от I к V крестцовому сегменту уменьшался на 58%: S_I — $26,6 \pm 1,58$ мм, S_{II} — $11,0 \pm 2,08$ мм. Фронтальные размеры тел крестцовых сегментов уменьшались на 14%: на вентральной поверхности крестца фронтальный размер перехода S_{I-II} составлял — $30,4 \pm 1,26$ мм, S_{II-III} — $29,4 \pm 1,32$ мм, S_{III-IV} — $27,9 \pm 1,44$ мм, S_{IV-V} — $26,3 \pm 1,14$ мм.

Краниокаудальный размер основания боковой части на уровне S_I составлял $19,3 \pm 0,92$ мм, её фронтальный размер — $36,1 \pm 1,35$ мм, а сагиттальный — $30,0 \pm 1,51$ мм. На уровне S_{II} краниокаудальный размер боковой части (по тазовой поверхности) составлял $13,1 \pm 0,75$ мм, а на уровне S_{III} — $9,3 \pm 0,65$ мм. Их сагиттальные размеры были равны: на уровне S_{II} — $20,4 \pm 1,31$ мм, S_{III} — $16,0 \pm 1,1$ мм. Фронтальный размер боковой части S_{II} составлял $31,2 \pm 1,23$ мм, S_{III} — $29,6 \pm 1,47$ мм.

Полученные морфометрические данные дополняют результаты выполненных ранее исследований. В шейном отделе наибольший сагиттальный размер определён у VII шейного позвонка, в грудном — у VII грудного позвонка, в поясничном — у III поясничного позвонка. Размеры ножки дуги позвонка позволяют проводить транспедикулярную фиксацию на уровне всех позвонков, но необходимо учитывать, что у V и VI грудных позвонков фронтальные размеры ножки дуги наименьшие по сравнению с другими уровнями.

Фронтальный размер тел позвонков увеличивался от II до VII шейного позвонка, затем снижался от I до V и VI грудных позвонков, а начиная с уровня VII грудного позвонка, происходило дальнейшее его увеличение. Сагиттальный размер тела позвонка увеличивался только от II шейного до III поясничного позвонка. Сагиттальный размер тел III–V поясничных позвонков составлял от 32 до 34 мм. На уровнях всех позвонков фронтальные размеры позвоночного канала превышали сагиттальные, за исключением атланта и V грудного позвонка. Данные сагиттальных размеров тел поясничных позвонков и позвоночного канала на этом уровне согласуются с результатами А. Риегго и соавт. [13].

ВЫВОД

Результаты могут служить базисом при проведении любых оперативных вмешательств на позвоночном столбе и выступать в качестве нормы для оценки его патологических изменений.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайворонский И.В., Мануковский В.А., Кац А.В. Морфометрические характеристики поясничных позвонков взрослого человека и возможность прогнозирования объёма их тела при чрескожной вертебропластике. *Морфология*. 2009; 136 (5): 67–72. [Gayvoronskiy I.V., Manukovskiy V.A., Kats A.V. Morphometric characteristics of lumbar vertebrae of adult individuals and the feasibility of their body volume prediction in percutaneous vertebroplasty. *Morfologiya*. 2009; 136 (5): 67–72. (In Russ.)] PMID: 20210101.
2. Гладков А.В., Комиссаров В.В. Морфометрия как первый шаг по пути моделирования двигательного сегмента позвоночника. *Вестн. Сибирского ун-та потребности кооперации*. 2015; (2): 93–102. [Gladkov A.V., Komissarov V.V. Morphometry as a starting point in modeling spinal motion segment. *Vestnik Sibirskogo universiteta potrebitel'skoy kooperatsii*. 2015; (2): 93–102. (In Russ.)]
3. Островский В.В., Нинель В.Г., Анисимова Е.А. Морфометрическое обоснование использования вентральной фиксации при хирургической реабилитации пациентов с подаксиальными повреждениями шейного отдела позвоночника. *Саратовский науч.-мед. ж.* 2009; 5 (1): 100–103. [Ostrovskiy V.V., Ninel' V.G., Anisimova E.A. Morphometrical substantiation of ventral fixation use in surgical rehabilitation of patients with subaxial damages of cervical department of spinal column. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2009; 5 (1): 100–103. (In Russ.)]
4. Oura P., Korpinen N., Niinimäki J. et al. Estimation of stature from dimensions of the fourth lumbar vertebra in contemporary middle-aged Finns. *Forensic Sci. Intern.* 2018; 292: 71–77. DOI: 10.1016/j.forsciint.2018.09.001.
5. Ji G.Y., Oh C.H., Park S.H. et al. Feasibility of translaminar screw placement in Korean population: morphometric analysis of cervical spine. *Yonsei Med. J.* 2015; 56 (1): 159–166. DOI: 10.3349/ymj.2015.56.1.159.
6. Srivastava A., Nanda G., Mahajan R. et al. Feasibility of sub-axial cervical laminar screws, including C7, in the Indian population: A study on 50 patients using computed tomography-based morphometry measurements. *Asian Spine J.* 2018; 18: 132–135. DOI: 10.31616/asj.2018.0110.
7. Chazono M., Tanaka T., Kumagai Y. et al. Ethnic differences in pedicle and bony spinal canal dimensions calculated from computed tomography of the cervical spine: a review of the English-language literature. *Eur. Spine J.* 2012; 21 (8): 1451–1458. DOI: 10.1007/s00586-012-2295-y.
8. Семёнова Л.К. Исследования по возрастной морфологии за последние пять лет и перспектива их развития. *Арх. анатомии, гистол. и эмбриол.* 1986; (11): 80–85. [Semenova L.K. Studies of age-related morphology during the last 5 years and perspective of its development. *Arkhiv anatomii, gistologii i ehmbriologii*. 1986; (11): 80–85. (In Russ.)]
9. Алейник А.Я., Млявых С.Г., Боков А.Е. Транспедикулярная фиксация в шейном отделе позвоночника: обзор литературы и клинические данные. *Хирургия позвоночника*. 2017; 14 (3): 47–53. [Aleynik A.Ya., Mlyavyykh S.G., Bokov A.E. Transpedicular screw fixation of the cervical spine: literature review and clinical data. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2017; 14 (3): 47–53. (In Russ.)] DOI: 10.14531/ss2017.3.47-53.
10. Афаунов А.А., Кузменков А.В. Транспедикулярная фиксация при повреждении грудного и поясничного отделов позвоночника, сопровождающихся травматическим стенозом позвоночного канала. *Хирургия позвоночника*. 2011; (4): 8–17. [Afaunov A.A., Kuzmen-

kov A.V. Transpedicular fixation for thoracic and lumbar spine injury with post-traumatic spinal stenosis. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2011; (4): 8–17. (In Russ.)] DOI: 10.14531/ss2011.4.8-17.

11. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. *Анатомия человека*. Учебник. СПб: СПб МАПО. 2017; 720 с. [Prives M.G., Lysenko N.K., Bushkovich V.I. *Anatomiya cheloveka*. (Human anatomy.) Textbook. Saint. Petersburg: SpB MAPO. 2017; 720 p. (In Russ.)]

12. Scoles P.V., Linton A.E., Latimer B. Vertebral body and posterior element morphology: the normal spine in middle life. *Spine*. 1988; 13 (10): 1082–1086. PMID: 3206263.

13. Pierro A., Cilla S., Maselli G. et al. Sagittal normal limits of lumbosacral spine in a large adult population: A quantitative magnetic resonance imaging analysis. *J. Clin. Imaging Sci*. 2017; (7): 35. DOI: 10.4103/jcis.JCIS_24_17.