

© И.А. Меньщикова, В.Н. Тимофеев, 2002

**Морфометрия позвоночного столба с позиций его фиксации металлоконструкциями***(Обзор литературы)***И.А. Меньщикова, В.Н. Тимофеев****Morphometry of the spine fixed using metal instrumentations***(Review of literature)***I.A. Menshchikova, V.N. Timofeyev**

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган  
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Широкое применение в клинической вертебрологии различных металлоконструкций потребовало определенных знаний топографо-анатомических особенностей позвоночного столба, спинного мозга, жизненно важных органов и образований. К настоящему времени морфогенез и топография позвоночного столба изучены целым рядом исследователей [3, 6, 8, 12, 15, 18, 19]. В отечественной, а в большей степени, в зарубежной литературе имеются работы, посвященные морфометрии позвоночника и способам его внутренней транспедикулярной фиксации.

М.М. Panjabi с соавт. изучали морфометрические характеристики позвонков и затем обосновали применение внутренних транспедикулярных фиксаторов [31, 32, 36, 62]. Актуальность исследования авторы обосновывают тем, что "важность количественной анатомии первично заложена в разработку математических моделей позвоночника, хотя имеет большое значение и клиническое использование при диагностике заболеваний или травм и для проектирования хирургических имплантатов и процедур".

В.Д. Doherty, М.Н. Hegeness сообщают о результатах количественной анатомии атланта. На большом количестве материала (n=285) они определили, что средняя толщина дуги С1 составляет  $6 \pm 1$  мм, а задней -  $8 \pm 2$  мм [38]. Они же приводят данные количественной анатомии второго шейного позвонка [39].

По данным М.М. Panjabi с соавт., от С2 до С7 возрастают фронтальный и сагиттальный размеры как верхней, так и нижней концевой пластин тел позвонков. У верхней концевой пластины С7 обнаруживалось значительное увеличение этих размеров, а для нижних концевых пластин наибольшее увеличение фронталь-

ного размера было на С6, а сагиттального - на С5 с уменьшением на С7. Фронтальный размер тел позвонков С2-С7 всегда был больше их сагиттальных размеров. При этом верхние концевые пластинки тел позвонков ориентированы с наклоном  $2-5^\circ$  от поперечной плоскости, а нижние -  $2-4^\circ$ . Различия в углах наклона между верхней и нижней концевыми пластинами было меньше  $2^\circ$  на всех уровнях, без значительных отклонений [32]. Аналогичные данные приводит J. Lu с соавт.: сагиттальный размер тела С3 -  $14,7 \pm 1,1$  мм, С7 -  $16,1 \pm 1,5$  мм; фронтальный размер тела С3 -  $19,2 \pm 1,8$  мм, С7 -  $25,6 \pm 2,0$  мм [34]. Однако кранио-каудальный размер тел шейных позвонков в работе М.М. Panjabi [32] меньше на 2-3 мм, чем в работах М. Nissan [50] и С.С. Francis [40].

Хирурги, оперирующие на шейном отделе позвоночника, всегда должны помнить о возможности повреждения позвоночной артерии при работе вблизи поперечных отростков или при отклонении от срединного отдела тела позвонка [14]. Имеются работы, в которых говорится о различии в диаметрах правых и левых интракраниальных участков позвоночных артерий [44], а также рассматривается скелетотопия экстракраниальных их участков [52, 53]. В работах по остеометрии поперечных отверстий поразному оценивается риск повреждения позвоночной артерии при внутренней фиксации верхних и нижних шейных позвонков. Так, S. Kasan с соавт. говорят о большом риске повреждения позвоночной артерии при проведении трансартикулярной атланто-осевой фиксации [29]. С.Г. Papatoglu с соавт. отмечают, что из-за большой индивидуальной вариабельности расположения позвоночной артерии данную фиксацию нельзя использовать у 18-23% пациентов [54].

А. Abou Madavi с соавт. наблюдают большой

процент (у 11 из 50 мацерированных препаратов) асимметрии в расположении поперечных отверстий на уровне второго шейного позвонка [63]. На уровне седьмого шейного позвонка поперечные отверстия вариабельны в своих размерах или могут отсутствовать [43,64].

В то же время имеются работы, в которых определяются параметры безопасного введения фиксаторов в шейные позвонки [37, 41, 46, 58, 59]. J.S. Gebhard с соавт. предлагают для трансартрикулярного размещения винтов использовать нацеливающее устройство В. Jeanneret [41]. По их данным, длина винта для фиксации C1 и C2 должна составлять 45 мм, а размещать винт необходимо на расстоянии 7,5 мм кзади от переднего бугорка C1, определенного по боковой рентгенограмме.

При транспедикулярном введении винтов определяющую роль играет оценка морфометрических размеров ножки дуги позвонка. Фронтальный размер ножки дуги осевого позвонка в 12,5% случаев меньше 6 мм [29]. Другие авторы отмечают половые различия по высоте ножки дуги C6 и углу наклона ножки дуги (pedicle sagittal angle) C4 [45]. Они же приводят размеры ножек дуги позвонка от C3 до C6 и говорят о том, что результаты анатомии, дополняя результаты томографии и стандартной рентгенографии могут расширить безопасность применения транспедикулярной фиксации в нижнешейном отделе позвоночного столба [45]. E.L. Jones с соавт. оценивают анатомическую выполнимость и проводят биомеханическое сравнение фиксации через ножки дуги с фиксацией боковых масс второго - седьмого шейных позвонков. Используя винт с длиной 3,5 мм, они считают, что большая вариабельность в морфометрии и ориентации ножки дуги требует очень осторожной предоперационной оценки пригодности транспедикулярной фиксации [33]. R.M. Miller с соавт., сравнивая открытое (с частичной ламинэктимией) и закрытое размещение транспедикулярных винтов в шейном отделе позвоночника, отдают предпочтение открытой внутренней транспедикулярной фиксации [28].

Следует отметить, что наиболее часто транспедикулярный способ используется для фиксации нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника. Поэтому и имеется больше сообщений о количественных анатомических исследованиях грудных и поясничных позвонков [25, 56, 69].

Для применения транспедикулярного способа фиксации одной из анатомических предпосылок, по определению A.D. Steffee, является понятие *force nucleus* (силовое ядро-центр). По его мнению, эта точка находится на ножке дуги позвонка, в связи с тем, что здесь сходятся все задние костные элементы, а мышцы прикрепляются к добавочному и сосцевидному отрост-

кам сразу позади этой точки. Автор делает вывод о том, что при проведении винтов через эти точки можно достичь полного контроля над позвонком [22]. Считается, что первыми стали использовать данную точку для фиксации позвоночника D. King и Н.Н. Boucher. В настоящее время наиболее распространенной точкой введения транспедикулярного винта является точка Roy-Camille [13].

G. Saillant обосновал морфологические предпосылки для транспедикулярной фиксации. Он утверждал, что самая прочная часть позвонка – "овальной формы кортикальная кость с небольшого диаметра губчатой сердцевинкой", т.е. имеется в виду основание ножки дуги позвонка [61].

M.R. Zindrick и соавторы, рентгенометрически, по данным компьютерной томографии и на трупах рассчитали количественные показатели корня дуги грудных и поясничных позвонков [21, 27]. При этом основное внимание придавалось размеру корня во фронтальной плоскости и также, как и у G. Saillant, углу инклинации корня. M.H. Krag и соавт. на 91 позвонке у 41 больного при помощи компьютерной томографии исследовали морфологию позвонка [26]. Из более поздних исследований следует отметить работу P. Scoles с соавт. [65]. Однако авторами изучались только первый, третий, шестой, девятый, двенадцатый грудные и первый, третий, пятый поясничные позвонки.

Сравнивая результаты, полученные этими авторами, следует отметить, что, по данным G. Saillant, фронтальный размер ножки дуги от Th12 до L5 изменялся в диапазоне от 0,9 до 1,5 см [61], а по данным P. Scoles, – от 6,4 до 10,2 мм [65]. M. R. Zindrick и соавторы отмечают, что наименьший обнаруженный размер корня дуги был на уровне Th5 – 4,5мм, а наибольший на L1 – 18 мм [21,27]. В то же время M.H. Krag и соавторы говорят, что поперечник корня дуги ниже Th10 ни разу не был меньше 5 мм, а чаще был более 8 мм (в 35% на уровне Th9 и в 100% случаев на уровне L5) [26]. Такие же размеры приводят и S. Stanescu с соавт. - на уровне Th5 средняя ширина ножки дуги составляет 4,4 мм, увеличиваясь к Th10 до 7,8 мм [47]. Краниокаудальный размер ножки дуги от Th12 до L5 был более стабилен и равнялся 1,5 см [62], а другие авторы говорят о том, что данный размер на уровне Th12 составлял 14,8±1,4 мм, L1 - 14,5±1,4 мм, L3 - 14,0±1,5 мм, а L5 - 18,5±2,4 мм [27].

По данным одних авторов, угол наклона ножки дуги позвонка на поясничном уровне составлял от 10-12° до 25° [26, 65], а других – на уровне L5 он достигал 30° [22]. Y.R. Chen приводит данные угла наклона ножки дуги позвонка чуть больше, чем у других авторов, на 3-4° [35].

Имеются работы, в которых рассматривается взаиморасположение ножки дуги позвонка и поперечного отростка [30, 55]. У первого грудного позвонка поперечный отросток расположен на расстоянии  $5,45 \pm 1,2$  мм роstralнее середины ножки дуги позвонка, постепенно изменяясь в расположении так, что у Th12 он расположен на расстоянии  $6,6 \pm 2,4$  мм каудальнее середины ножки дуги позвонка [30]. На уровне L1 середина поперечного отростка находится на расстоянии 3,9 мм каудальнее ножки дуги; L2 - 2,8 мм, L3 - 1,4 мм. На уровне L4 и L5 ось поперечного отростка совпадает с осью ножки дуги позвонка [55].

Почти всеми авторами не найдено корреляции и прогностических, объективных признаков между размерами корней дужек и другими показателями позвонка. По данным морфометрии тел грудных и поясничных позвонков также можно встретить противоречивые данные: кранио-каудальный размер тел позвонков равномерно возрастает от Th1 до L5 позвонка [65]; тело L3 имеет наибольший кранио-каудальный размер, а L5 - наименьший [42].

Различий между полами не обнаружено ( $p < 0,05$ ). Незначительная разница между препаратами мужчин и женщин, по их мнению, обусловлена размерами туловища и поэтому в среднем не влияет на размеры транспедикулярно вводимого фиксатора [49]. Некоторыми авторами обнаружена четкая корреляция высоты позвонка с ростом человека [60] и возрастом [24, 66].

При сравнении данных анатомии с результатами рентгенометрии, R.A. Robertson и N.R. Stewart отмечают, что на уровне L5 и S1 анатомически определяются меньшие размеры ножки дуги позвонка [57].

Встречаются работы, в которых говорится о статистически значимых различиях в морфометрических размерах ножки дуги позвонка у представителей различных национальностей [48, 51, 67]. У корейцев в грудном отделе позвоночного столба, в отличие от европейцев, опасно использовать транспедикулярный винт с длиной более 40 мм [48]. У китайцев по сравнению с индийцами определяются большие средние диаметры позвоночного канала и тела позвонка (за исключением высоты) [67]. Венгерские авторы говорят о том, что коэффициенты высоты тел позвонков изменяются как между, так внутри совокупностей выборок по национальной принадлежности [51].

Поэтому, рассматривая вопросы морфометрии позвоночника, мы считаем, что, с позиций антропометрии, целесообразнее изучать данные отечественных авторов.

В.В. Бунак отмечал, что для того чтобы учесть все особенности отдельного позвонка, необходимо провести несколько десятков раз-

личных измерений [4]. Е.В. Зверев определил, что высота тел позвонков в передних отделах от девятого грудного до пятого поясничного возрастает почти прямо пропорционально в каудальном направлении [10].

Х.М. Шульман, при изучении изолированных поясничных позвонков 20-и трупов людей (из них 8 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 20-и до 78-и лет, отметил, что форма тел поясничных позвонков приближается к цилиндрической, с небольшой разницей между передними и задними вертикальными размерами. При этом у четырех верхних поясничных позвонков передний вертикальный размер больше соответствующего заднего размера [20].

Другие авторы [2, 9], при морфометрическом изучении поясничных позвонков, с последующей статистической обработкой результатов, на достаточно большом количестве препаратов (от 60-и до 100) выявили, что высота переднего отдела тел первого и второго поясничных позвонков меньше заднего, а у L4 и L5 позвонков, наоборот, высота задних отделов меньше передних. Тело L3 имеет правильную прямоугольную форму: высота передних и задних его отделов почти одинакова. Высота тел поясничных позвонков уменьшалась от L2 к L5 во всех возрастных группах. Тогда как сагиттальные диаметры тел поясничных позвонков у 22-60-летних увеличивались от L1 до L4, а у 61-74-летних от L1 до L3. Наиболее выраженную клиновидную форму имело тело пятого поясничного позвонка [1].

А.В. Еремейшвили определил на 68-и препаратах поясничного отдела позвоночника увеличение длины остистых отростков от L1 к L3 с последующим уменьшением к L5 позвонку. Самым длинным являлся остистый отросток третьего, а коротким - пятого поясничного позвонка. Однако изучались препараты только взрослых мужчин [9].

Анализ геометрии позвоночного канала показал, что по своей протяженности позвоночный канал имеет три расширения в сагиттальной (C1; C5-Th1; Th10-L5) и фронтальной (L1; S3-7; L4-S2) плоскостях и два сужения (C3 и L2-3). Начиная со зрелого возраста расширения канала в сагиттальной плоскости сглаживаются [5, 14]. Площадь сечения позвоночного канала не одинакова, наибольшая отмечается на уровне L5 позвонка ( $3,2 \text{ см}^2$ ) и C7 ( $2,9 \text{ см}^2$ ), в других отделах она меньше и составляет  $2,3-2,5 \text{ см}^2$ . При операциях она кажется максимальной в шейном отделе [14]. По другим данным, наибольших своих абсолютных значений площадь поперечного сечения позвоночного канала достигает на уровне C1, C5-C7, Th12-L5, а наименьших - на уровне Th4 [17]. В то же время, в шейном отделе позвоночника, М.М. Panjabi определил максимальную площадь на уровне C2, а минималь-

ную - на С7 [32]. Он же говорит от том, что в грудном отделе позвоночного столба от Th3 до Th9 достаточно опасно проводить транспедикулярную фиксацию из-за узкого позвоночного канала и "критического сосудистого обеспечения" [62]. Форма поперечного сечения позвоночного канала человека на его протяжении различна: эллипс (С2, С3), треугольное приближение (С4-С7) [68], овал с вытянутой задней стенкой (L1-3), поперечный овал (L4- L5) [5, 14]. Некоторые авторы говорят, что в поясничном отделе позвоночного столба, на уровне ножки дуги позвонка, форма позвоночного канала овальная или круглая, а ниже ножки дуги - треугольная [10, 68].

Рядом авторов была изучена морфометрия межпозвоночных отверстий [20, 23]. Они выявили, что в шейном отделе размеры межпозвоночных отверстий больше площади нервных корешков в 2-3 раза, в среднем грудном - в 8-9 раз; в поясничном - в 4-5 раз; в крестцовом на уровне I-II отверстия - в 10 раз, на уровне III-IV отверстия - в 40 раз [5]. Однако, с практических позиций, данные авторов кажутся несколько завышенными. Так, Л.А. Ковбасенко приводит данные о том, что диаметр крестцовых отверстий в среднем составляет  $0,7 \pm 0,3$  см, а толщина нерва - в 2-3 раза меньше. Вертикальные размеры межпозвоночных отверстий всегда больше горизонтальных в 1,5-2 раза [11]. Авторы отмечают, что в шейном отделе наибольшая площадь у 7, 8-го корешков, наименьшая - у 4-го шейного, в грудном отделе наименьшая площадь у 4-го, наибольшая - у 12 грудного, в поясничном наибольшая площадь у 3-го нервного корешка.

Таким образом, к настоящему времени достаточно подробно изучена топография позвоночного столба и околопозвоночного простран-

ства; выявлены возрастные и индивидуальные особенности. Однако в большинстве случаев авторами изучались лишь определенные отделы позвоночника, а не рассматривался позвоночный столб в целом. Кроме того, не встречается работ, посвященных морфометрии позвоночника с точки зрения его наружной фиксации.

Приводящиеся в литературе данные морфометрических исследований свидетельствуют о том, что несмотря на многообразие размеров и типов анатомических образований позвоночного столба, все они имеют участки, пригодные для введения фиксирующих элементов. Этими участками, как правило, являются тела, основания ножек дуг позвонков и задний опорный комплекс (отростки позвонка), которые обладают достаточными размерами и плотностью, обеспечивающей жесткое сцепление с фиксирующими элементами. В практическом плане это обеспечивает возможность фиксации одновременно нескольких позвонковых сегментов, что позволяет осуществлять управление их пространственным положением.

Вследствие этого, собственно фиксирующие элементы также должны иметь большую вариативность типо-размеров и быть изготовлены из различных видов материалов, что в процессе их оперативной установки позволит быстро подобрать фиксатор необходимого размера и формы для конкретного позвонка и места введения у индивидуально каждого пациента.

Одновременно, крепление фиксаторов на внешних опорных элементах должно осуществляться без их дополнительного осевого изгиба, создающего в костной ткани избыточное напряжение. Т.е. крепление фиксаторов должно осуществляться строго соответственно углам его введения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич А.И. Анатомические и рентгенологические особенности позвоночного столба человека в возрастном аспекте и их практическое значение: Автореф. дис...д-ра мед. наук. - Л., 1967. - 24 с.
2. Борисевич А.И. Морфогенез позвоночного столба человека // Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза. - Ярославль, 1986. - С.3-17.
3. Боровик Л.В. Структурно-функциональные и клинические особенности шейного отдела позвоночника у людей различного возраста: Автореф. дис...канд. мед. наук. - Киев, 1982. - 25 с.
4. Бунак В.В. Размеры и форма позвонков и их изменения в период роста // Антропология: Учен. зап. Москов. ун-та. - Вып. 34. - М., 1940. - С.126-154.
5. Бурдей Г.Д. Спинной мозг. - Саратов, 1984. - 236 с.
6. Гладков А.В., Гусев А.Ф. Морфометрия позвонков // Повреждения и заболевания позвоночника: Сб. науч. трудов ЛНИИТО. - Л., 1986. - С.84-91.
7. Гладков А.В., Пронских И.В. Геометрия позвоночного столба // Актуальные вопросы вертебрологии: сб. науч. трудов ЛНИИТО. - Л., 1988. - С.114-116.
8. Годованик О.О. К вопросу о методике измерения и оценки размеров позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника в рентгеновском изображении // Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза. - Ярославль, 1980. - С.99-103.
9. Еремейшвили А.В. Размеры и форма позвоночного канала человека в онтогенезе (поясничный отдел) // Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза. - Ярославль, 1985. - С.36-46.
10. Зверев Е.В. Консервативное лечение переломов позвоночника в нижнегрудном и поясничном отделах, не осложненных повреждением спинного мозга: Автореф. дис... канд. мед. наук. - М., 1982. - 27 с.
11. Ковбасенко Л.А. Операции на крестце с сохранением крестцовых нервов и опороспособности таза, их анатомо-хирургическое обоснование: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1984. - 37 с.
12. Коновалов А.И. Морфологические особенности строения остистых отростков грудных позвонков // Компенсаторно-

- приспособ. механизмы внутр. органов и головного мозга в норме, патологии и эксперименте. - Тюмень, 1989. - С.139-140.
13. Костиев Е.П. Ошибки и осложнения остеосинтеза при повреждениях грудного отдела позвоночника: Автореф. дис... канд. мед. наук. - Уфа, 2000. - 21 с.
14. Костная и металлическая фиксация позвоночника при заболеваниях, травмах и их последствиях / Г.Д. Никитин, Г.П. Салдун, Н.В. Корнилов и др. - СПб., 1998. - 448 с.
15. Мархашов А.М. Индивидуальные различия в строении вен позвоночника и их прикладное значение: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Саратов, 1974. - 23 с.
16. Резник Г.А. Хирургическая анатомия тел поясничных позвонков в аспекте стабилизирующих операций.: Автореф. дис... канд. мед. наук. - М., 1974. - 32 с.
17. Родионов А.А. Эпидуральный комплекс позвоночного канала человека в онтогенезе.: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Новосибирск, 1991. - 29 с.
18. Фортушнов Д.И. Некоторые возрастные и индивидуальные особенности строения позвонков // Труды пятой научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии при АПН РСФСР. - М., 1962. - С.430-432.
19. Чаплин В.Д. Анатомо-физиологические данные о позвоночнике // Ортопедия.-Т.2.- М.:Медгиз,1975.- С.367-369.
20. Шульман Х.М. Некоторые данные о топографической анатомии поясничного отдела позвоночника в свете их прикладного значения // Профилактика и лечение травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата: Некоторые вопросы нейрохирургии.- Казань, 1963.- Т 10.- С.224-229.
21. A biomechanical study of intrapeduncular screw fixation in the lumbosacral spine / M. R. Zindrick, L.L. Wiltse, E.H. Widell et al. // Clin. Orthop. - 1986. - N 203. - P. 99-111.
22. A morphometric study of human lumbar and selected thoracic vertebrae / J.L. Berry, J.M. Moran, W.S. Berg, A.D. Steffee // Spine. - 1987. - Vol. 12 - P. 362-367.
23. A morphometric study of the lumbar foramen. Influence of flexion-extension movements and of isolated disc collapse / M.A. Mayoux-Benhamou, M. Revel, C. Aaron et al. // Surg. Radiol. Anat. - 1989. - Vol. 11, N 2. - P. 97-102.
24. Aging changes in vertebral morphometry / D. Diacinti, M. Acca, E. D'Erasmus et al. // Calcif. Tissue Int. - 1995. - Vol. 57, N 6. - P. 426-429.
25. Amon K. Wirbelkorperaufrichtung mit Fixateur-interne-Vermeidung von Fehlplatzierungen des Knochenmaterials bei der transpedikulaeren Spongiosaplastik // Akt. Traumatol. - 1990. - Bd. 20, H. 2. - S. 62-63.
26. An internal fixator for posterior application to short segments of the thoracic, lumbar or lumbosacral spine / M.H. Krag, B.S. Beynnon, M.H. Pope et al. // Clin. Orthop. - 1986. - N 203. - P. 75-98.
27. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles / M.R. Zindrick, L.L. Wiltse, E.N. Widell et al. // Spine. - 1987. - Vol. 12. - P. 160-166.
28. Anatomic consideration of transpedicular screws placement in the cervical spine. An analysis of two approaches / R.M. Miller, N.A. Ebraheim, R. Xu, R.A. Yeasting // Spine. - 1996. - Vol. 21, N 20. - P. 2317-2322.
29. Anatomical evaluation of the groove for the vertebral artery in the axis vertebrae for atlanto-axial transarticular screw fixation technique / S. Kazan, F. Yildirim, M. Sindel, R. Tuncer // Clin. Anat. - 2000. - Vol. 13, N 4. - P. 237-243.
30. Anatomy of the thoracic pedicle / B.M. McCormack, E.C. Benzel, M.S. Adams et al. // Neurosurgery. - 1995. - Vol. 37, N 2. - P. 303-308.
31. Articular facets of the human spine. Quantitative three-dimensional anatomy / M. M. Panjabi, T. Oxland, K. Takata et al. // Spine. - 1993. - Vol. 18, N 10. - P. 1298-1310.
32. Cervical human vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy of the middle and lower regions / M.M. Panjabi, J. Durancieu, V. Goel et al. // Spine. - 1991. - Vol. 16, N 8. - P. 861-869.
33. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison / E.L. Jones, J.G. Heller, D.H. Silcox, W.C. Hutton // Spine. - 1997. - Vol. 22, N 9. - P. 977-982.
34. Cervical unciniate process: an anatomic study for anterior decompression of the cervical spine / J. Lu, N.A. Ebraheim, H. Yang et al. // Surg. Radiol. Anat. - 1998. - Vol. 20, N 4. - P. 249-252.
35. Chen Y.R. Anatomic observation and clinical significance of vertebral pedicle // Chung. Hua. Wai. Ko. Tsa. Chih. - 1989. - Vol. 27, N 10. - P. 578-580.
36. Complexity of the thoracic spine pedicle anatomy / M.M. Panjabi, J.D. O'Holleran, J.J. Crisco, R. Kothe // Europ. Spine J. - 1997. - Vol. 6, N 1. - P. 19-24.
37. Cooper P.R. Posterior stabilization of the cervical spine // Clin. Neurosurg. - 1993. - Vol. 40. - P. 286-320.
38. Doherty B.J., Heggeness M.N. The quantitative anatomy of the atlas // Spine. - 1994. - Vol. 19, N 22. - P. 2497-2500.
39. Doherty B.J., Heggeness M.N. Quantitative anatomy of the second cervical vertebra // Spine. - 1995. - Vol. 20, N 5. - P. 513-517.
40. Francis C.C. Dimensions of the cervical vertebrae // Anat. Res. - 1955. - Vol. 122. - P. 603-609.
41. Gebhard J.S., Schimmer R.S., Jeanneret B. Safety and accuracy of transarticular screw fixation C1-C2 using an aiming device. An anatomic study // Spine. - 1998. - Vol. 23, N 20. - P. 2185-2189.
42. Gilad I.A., Nissan M. Sagittal evaluation of elemental geometrical dimensions of human vertebrae // J. Anat. - 1985. - Vol. 143. - P. 115-120.
43. Jovanovic M.S. A comparative study of the foramen transversarium of the sixth and seventh cervical vertebrae // Surg. Radiol. Anat. - 1990. - Vol. 12, N 3. - P. 167-172.
44. Mitchell J., McKay A. Comparison of left and right vertebral artery intracranial diameters // Anatomical Record. - 1995. - Vol. 242, N 3. - P. 350-354.
45. Morphometric evaluation of lower cervical pedicle and its projection / N.A. Ebraheim, R. Xu, T. Knight, R.A. Yeasting // Spine. - 1997. - Vol. 22, N 1. - P. 1-6.
46. Morphology of the second cervical vertebra and the posterior projection on the C2 pedicles axis / R. Xu, M.C. Nadaud, N.A. Ebraheim, R.A. Yeasting // Spine. - 1995. - Vol. 20, N 3. - P. 259-63.
47. Morphometric evaluation of the cervico-thoracic junctions for posterior fixation of the spine / S. Stanescu, N.A. Ebraheim, R. Yeasting et al. // Spine. - 1994. - Vol. 19, N 18. - P. 2082-2088.
48. Morphometric study of the pedicles of thoracic and lumbar vertebrae in Koreans / N.H. Kim, H.M. Lee, I.H. Chung et al. // Spine. - 1994. - Vol. 19, N 12. - P. 1390-1394.
49. Morphometry of the lumbar spine: anatomical perspectives related to transpedicular fixation / J.M. Olsewsky, E.H. Simmons, F.C. Kallen et al. // J. Bone Jt. Surg. - 1990. - Vol. 72, N 4. - P. 541-549.
50. Nissan M, Gilad I. The cervical and lumbar vertebra: An anthropometric model // Eng. Med. - 1984. - Vol. 13, N 3. - P. 111-114.
51. Normal values of vertebral heights in a representative population survey in Hungary / C. Kiss, M. Szilagyi, D. Felsenberg et al. // Orv. Hetil. - 1999. - Vol. 140, N 7. - P. 347-352.
52. Oh S.H., Perin N.I., Cooper P.R. Quantitative three-dimensional anatomy of the subaxial cervical spine: implication for anterior spinal surgery // Neurosurgery. - 1996. - Vol. 38, N 6. - P. 1139-1144.

53. Pait T.G., Killefer J.A., Arnautovic K.I. Surgical anatomy of the anterior cervical spine: the disc space, vertebral artery and associated bony structures // Neurosurgery. – 1996. – Vol. 39, N 4. – P. 769-776.
54. Paramore C.G., Dickman C.A., Sonntag V.K. The anatomical suitability of the C1-2 complex for transarticular screw fixation // J. Neurosurgery. – 1996. – Vol. 85, N 2. – P. 221-224.
55. Projection of the lumbar pedicle and its morphometric analysis / N.A. Ebraheim, J.R. Rollins, R. Xu, R.A. Yeasting // Spine. – 1996. – Vol. 21, N 11. – P. 1296-1300.
56. Reliability of axial landmarks screw placement in the lower lumbar spine / P.A. Robertson, J.E. Novotny, L.J. Grobler, J.U. Agbai // Spine. – 1998. – Vol. 23, N 1. – P. 60-66.
57. Robertson P.A., Stewart N.R. The radiologic anatomy of the lumbar and lumbosacral pedicles // Spine. – 2000. – Vol. 25, N 6. – P. 709-715.
58. Surgical anatomy of the vertebral arteries / R.F. Heary, T.J. Albert, S.C. Ludwig et al. // Spine. – 1996. – Vol. 21, N 18. – P. 2074-2080.
59. The quantitative anatomy of the vertebral groove of atlas and its to the posterior atlantoaxial approach / N.A. Ebraheim, R. Xu, M. Ahmad, B. Heck // Spine. – 1998. – Vol. 23, N 3. – P. 320-323.
60. The quantitative anatomy of the laminae of the spine / R. Xu, A. Bargar, N.A. Ebraheim, R.A. Yeasting // Spine. – 1999. – Vol. 24, N 2. – P. 107-113.
61. Treatment of lower cervical spine injuries - C3-7 / R. Roy-Camille, G. Sallant, C. Laville et al. // Spine. – 1992. – Vol. 17, N 10. – P. 442-446.
62. Thoracic human vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy / M. M. Panjabi, K. Takata, V. Goel et al. // Spine. – 1991. – Vol. 16, N 8. – P. 888-901.
63. Variation of the groove in the axis vertebrae for the vertebral artery. Implication for instrumentation / A. Abou Madawi, G. Solanki, A.T. Cazeay, H.A. Crookard // J. Bone Jt. Surg. – 1997. – Vol. 79, N 5. – P. 820-823.
64. Vasudeva N.A., Kumar R. Absence of foramen transversarium in the human atlas vertebra: a case report // Acta Anat. – 1995. – Vol. 152, N 3. – P. 230-233.
65. 66. Vertebral body and posterior element morphology: the normal spine in middle life / P.V. Scoles, A.E. Linton, B. Latimer et al. // Spine. – 1988. – Vol. 13, N 10. – P. 1082-1086.
66. Vertebral morphometry: normative data / J.C. Gallagher, L.R. Hedlund, S. Stoner, C. Meeger // Bone Miner. – 1988. – Vol. 4, N 2. – P. 189-196.
67. Wang T.M., Shin A. Morphometric variation of the lumbar vertebrae between Chinese and Indian adults // Acta Anat. – 1992. – Vol. 144, N 1. – P. 23-29.
68. Zarzur E. The shape of the human lumbar vertebral canal // Arch. Neuropsychiatry. – 1996. – Vol. 54, N 3. – P. 451-454.
69. Zindrick M.R. The role of transpedicular fixation systems for stabilization of the lumbar // Orthop. Clin. North Am. – 1991. – Vol. 22, N 2. – P. 333-344.

Рукопись поступила 12.11.01.

**Рекламируемые книги предназначены для травматологов-ортопедов, хирургов, преподавателей и студентов медицинских учебных заведений.**

**Книги высылаются наложенным платежом.**

**Заказы направлять Таушкановой Лидии Федоровне – главному библиографу-маркетологу ОНМИ Российского научного центра "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова, по адресу:**

**ул. М. Ульяновой, 6, г. Курган, 640014, Россия**

**Тел. (35222) 30989**

**E-mail: gip@rncvto.kurgan.ru**

**Internet: <http://www.ilizarov.ru>**