

## СООТНОСИТЕЛЬНЫЙ САГИТТАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ПОЯСНИЧНОГО ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА

*А. В. Белецкий, В. Т. Пустовойтенко, В. Я. Асанович, И. Н. Сомова*  
Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии,  
г. Минск, Беларусь

### **CORRELATIVE SAGITTAL DIAMETER OF LUMBAR SPINAL CANAL**

*A. V. Bielietskiy, V. T. Pustovoitenko, V. Ya. Asanovich, I. N. Somova*

*The new method of measuring of sagittal diameter of lumbar vertebra canal taking into account the length of lumbar spine according to the mathematical statistics rules were developed and approved for 105 patients. The formula of calculation of correlative (correlatively to the growth of the patient) sagittal diameter of the each lumbar vertebra was striken. The significant formula element is the multiplication of the real sagittal diameter by the length of the lumbar spine.*

*Key words: lumbar spinal canal, sagittal diameter, length of lumbar spine.*

### **СПІВВІДНОСНИЙ САГИТАЛЬНИЙ ДІАМЕТР ПОПЕРЕКОВОГО ХРЕБЕТНОГО КАНАЛУ**

*А. В. Бєлєцький, В. Т. Пустовойтенко, В. Я. Асанович, І. Н. Сомова*

*Розроблено й апробований на 105 хворих новий спосіб виміру сагітального діаметра каналу поперекових хребців, що враховує довжину поперекового відділу хребта за законами математичної статистики. Виведено формулу розрахунку співвідносного (співвідносно з ростом пацієнта) сагітального діаметра кожного поперекового хребця. Важливим елементом формули є множення фактичного сагітального діаметра на довжину поперекового відділу хребта.*

*Ключові слова: поперековий хребетний канал, сагітальний діаметр, довжина поперекового відділу хребта.*

В последние годы внимание ученых и практических врачей различных специальностей привлекает проблема *стеноза позвоночного канала*, которой посвящено много монографий и других публикаций [1–3].

Проблема дефицита площади позвоночного канала возникает при различных поражениях позвоночника — травмах, остеохондрозе, нестабильности позвонков, опухолевых процессах, врожденных аномалиях и др.

Издавна по методу Хинка и соавт. (1965) [4] сагиттальный диаметр позвоночного канала размером 14 мм и менее считался у взрослых пациентов стенозом. Эту величину нельзя считать бесспорной и объективной. Возьмем простой пример. Сагиттальный диаметр позвоночного канала 14 мм у пациента низкого роста и астеника и у пациента высокого роста атлетического телосложения. У первого пациента сагиттальный диаметр можно считать нормой, но у второго пациента это будет стеноз, т.е. для объективной оценки размера сагиттального диаметра необходимо учитывать рост и телосложение пациента.

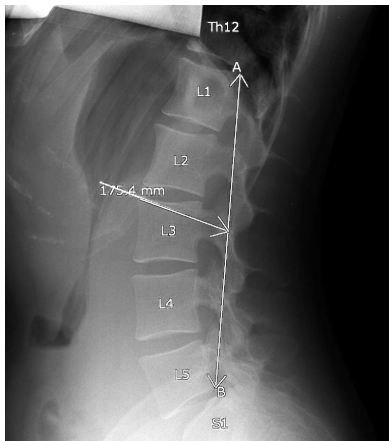
**Цель работы** — объективизировать величину сагиттального диаметра канала поясничных позвонков с учетом роста пациента, поскольку известно, что между ростом пациента и длиной его позвоночника существует прямая связь: *чем выше рост пациента, тем больше длина позвоночника.*

Нами предложен **новый рентгенометрический способ измерения сагиттального диаметра канала каждого поясничного позвонка**. Суть его заключается

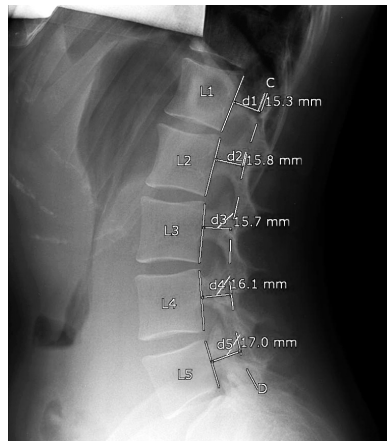
в том, что учитывается длина поясничного отдела позвоночника и фактические анатомо-рентгенологические размеры канала поясничных позвонков. Для этого на боковой спондилограмме поясничного отдела измеряют длину поясничного отдела позвоночника в миллиметрах от верхнезаднего угла тела первого поясничного позвонка до нижнезаднего угла тела пятого поясничного позвонка (линия АВ) (рис. 1).

Затем по методу Хинка измеряют среднесагиттальный диаметр канала каждого поясничного позвонка от задней поверхности тела поясничного позвонка до внутренней поверхности дуги у основания остистого отростка этого же позвонка (рис. 2).

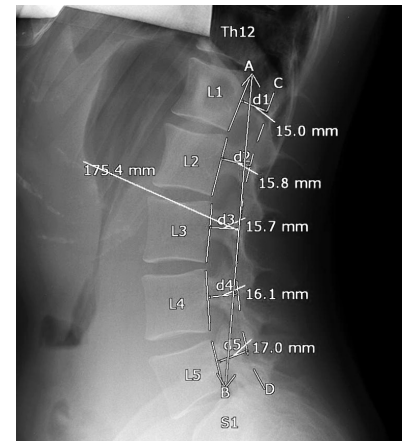
При использовании компьютерного томографа сагиттальный размер позвоночного канала поясничных позвонков измеряется по аксиальным КТ-топограммам, проходящим через середину тела позвонка и его дуги, от заднего края тела позвонка до переднего отдела дуги по середине линии. Изображение для каждого позвонка строится индивидуально с целью соблюдения вышеописанных условий (горизонтальная ось должна проходить строго через середину тела и дуги позвонка независимо от естественных или патологических искривлений позвоночника). Длина поясничного отдела позвоночника измеряется по КТ-топограмме от задневерхнего угла тела L<sub>1</sub> до задненижнего угла тела L<sub>5</sub>. Схематическое изображение методики измерения сагиттального диаметра поясничного позвоночного канала представлено на рис. 3.



**Рис. 1.** Боковая спондилограмма б-й Б. — измерение длины поясничного отдела позвоночника



**Рис. 2.** Боковая спондилограмма б-й Б. от 01.09.2010 — измерение среднесагиттального диаметра канала каждого поясничного позвонка по методу Хинка



**Рис. 3.** Боковая спондилограмма б-й Б. — схематическое изображение методики измерения сагиттального диаметра поясничного позвоночного канала

Недостатком метода Хинка и соавт. [4] является недостаточная точность вследствие того, что не учитывается важный антропометрический признак — рост пациента, т.е. длина поясничного отдела позвоночника.

Имея 6 измеренных величин (см. рис. 3), вычисляют искомый сагиттальный диаметр конкретно каждого поясничного позвонка ( $i$ ) по формуле:

$$\text{ИСД} = L_i \times \text{Дл} \times a_i + K_i,$$

где ИСД — искомый сагиттальный диаметр в миллиметрах,  $L_i$  — фактический диаметр канала конкретного поясничного позвонка, Дл — длина поясничного отдела позвоночника,  $a_i$  — тангенс угла наклона линии регрессии для каждого позвонка в отдельности,  $K_i$  — коэффициент уравнения линейной регрессии для каждого позвонка в отдельности; причем  $a_1$  — тангенс угла наклона линии регрессии для первого поясничного позвонка равен 0,003, для второго — 0,004, для третьего — 0,004, для четвертого — 0,005, для пятого — 0,005, а  $K_1$  — коэффициент уравнения линейной регрессии для первого поясничного позвонка равен 7,123, для второго — 5,010, для третьего — 4,020, для четвертого — 3,427, для пятого — 1,972.

Для получения относительного (относительно к росту пациента) сагиттального диаметра поясничного позвоночного канала достаточно провести измерения на рентгенограмме в боковой проекции каналов поясничных позвонков, измеренную фактическую величину сагиттального диаметра  $L_i$  этого позвонка умножить на длину поясничного отдела позвоночника Дл, полученный результат в миллиметрах умножить на соответствующий тангенс угла наклона линии регрессии  $a_i$  и прибавить коэффициент уравнения линейной регрессии  $K_i$  для каждого позвонка в отдельности. Сумма относительных сагиттальных диаметров каналов поясничных позвонков дает картину поясничного позвоночного канала в целом.

В обобщенном виде приводится формула расчетов для каждого поясничного позвонка в отдельности.

Формулы расчета относительного сагиттального диаметра от  $L_1$  до  $L_5$  поясничных позвонков согласно предложенному способу:

$$\begin{aligned} D_1 &= L_1 \times \text{Дл} \times 0,003 + 7,123; \\ D_2 &= L_2 \times \text{Дл} \times 0,004 + 5,010; \\ D_3 &= L_3 \times \text{Дл} \times 0,004 + 4,020; \\ D_4 &= L_4 \times \text{Дл} \times 0,005 + 3,437; \\ D_5 &= L_5 \times \text{Дл} \times 0,005 + 1,972. \end{aligned}$$

На основе законов статистики [5] разработана программа в пакете *Excel*, которая позволяет получить информацию о диаметре любого позвонка практически сразу после соответствующих измерений у пациента длины поясничного отдела позвоночника  $L_1-L_5$  и фактических значений сагиттального диаметра канала конкретного поясничного позвонка [4].

Предложенный рентгенометрический способ оценки сагиттального диаметра канала поясничных позвонков основан на анализе и математической обработке 105 наблюдений над взрослыми больными и различными проявлениями поясничного остеохондроза.

Рентгенометрический способ измерения относительного сагиттального диаметра канала поясничных позвонков иллюстрирован на рис. 1–3, где представлены рентгенограммы поясничного отдела позвоночника в боковой проекции конкретной больной. На рис. 1 представлена рентгенограмма поясничного отдела позвоночника (спондилограмма) больной с линией АВ — линией длины поясничного отдела от верхнезаднего угла тела  $L_1$  позвонка до нижнезаднего угла тела  $L_5$  позвонка (линия  $L_1-L_5$ ) с указанием ее конкретной длины — 175,4 мм. Символами обозначены:

- Th<sub>12</sub> — 12-й грудной позвонок,
- L<sub>1</sub> — 1-й поясничный позвонок,
- L<sub>2</sub> — 2-й поясничный позвонок,
- L<sub>3</sub> — 3-й поясничный позвонок,
- L<sub>4</sub> — 4-й поясничный позвонок,
- L<sub>5</sub> — 5-й поясничный позвонок.

На рис. 2 представлена рентгенограма б-й Б. с нанесеними лініями по задній поверхності тел L<sub>1</sub>–L<sub>5</sub> позвонков, штрихпунктирною лінією СД – по внутрішній поверхності дуги у основанні остистих отростків L<sub>1</sub>–L<sub>5</sub> позвонков і измеренними сагітальними діаметрами D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub> от L<sub>1</sub> до L<sub>5</sub> позвонков с конкретними розмірами діаметрів: 15,0; 15,8; 15,7; 16,1; 17,0 мм.

Результати розрахунків відносного сагітального діаметра поясничних позвонков:

$$\begin{aligned} D_1 &= 15,0 \times 175,4 \times 0,003 + 7,123 = 15,01; \\ D_2 &= 15,8 \times 175,4 \times 0,004 + 5,010 = 16,09; \\ D_3 &= 15,7 \times 175,4 \times 0,004 + 4,020 = 15,03; \\ D_4 &= 16,1 \times 175,4 \times 0,005 + 3,437 = 17,54; \\ D_5 &= 17,0 \times 175,4 \times 0,005 + 1,972 = 16,88. \end{aligned}$$

Таким образом, фактичні і розрахункові діаметри оказались однаковыми у L<sub>1</sub> позвонка, менше – у L<sub>3</sub> і L<sub>5</sub> позвонков і більше – у L<sub>2</sub> і L<sub>4</sub> позвонков.

На рис. 4 зображена остаточна і повна схема рентгенограми поясничного відділа позвоночника другого больного со всіма позначеннями згідно розробленому способу вимірювання с довжиною поясничного відділа 135 мм і фактичними діаметрами поясничних позвонков: D<sub>1</sub> = 12 мм; D<sub>2</sub> = 13 мм; D<sub>3</sub> = 14 мм; D<sub>4</sub> = 12 мм; D<sub>5</sub> = 11 мм.

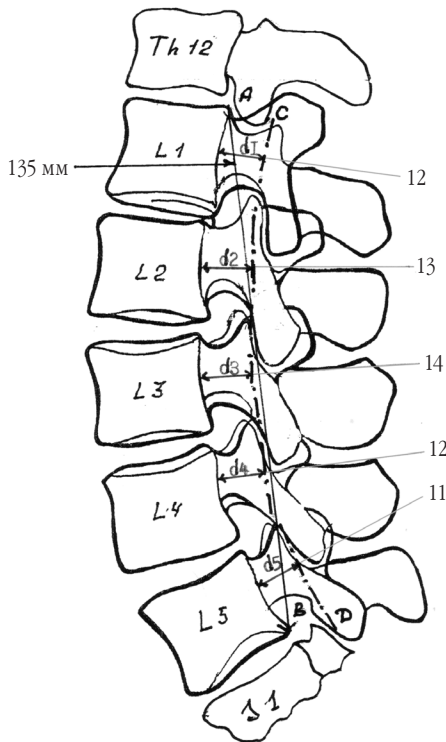


Рис. 4. Остаточная и полная схема спондилограммы б-го X.

Соотносительные сагітальные діаметры конкретно у этого больного:

$$\begin{aligned} D_1 &= 12 \times 135 \times 0,003 + 7,123 = 11,98; \\ D_2 &= 13 \times 135 \times 0,004 + 5,010 = 12,03; \\ D_3 &= 14 \times 135 \times 0,004 + 4,020 = 11,58; \\ D_4 &= 12 \times 135 \times 0,005 + 3,437 = 11,53; \\ D_5 &= 11 \times 135 \times 0,005 + 1,972 = 9,39. \end{aligned}$$

У приведенного больного соотносительные сагітальные діаметры каналов поясничных позвонков оказались меньше фактических. Если учесть тот факт, что на рентгенограмме позвоночника изображение оказывается несколько увеличенным по физическим причинам из-за разницы в расстоянии “объект – рентгеновская пленка” [6, 7], то соотносительный діаметр оказывается объективно более точным, в чем мы видим преимущество разработанного нами метода измерения сагітального діаметра.

Данное утверждение подтверждается статистической характеристикой [5] сагітального діаметра пяти поясничных позвонков поясничного позвоночного канала.

*Статистическая характеристика соотносительного сагітального діаметра (ССД) пяти поясничных позвонков* (R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации измеряет долю разброса относительно среднего значения; R – коэффициент корреляции, указывающий на силу связи между переменными величинами):

$$\begin{aligned} \text{ССД } L_1 &= \text{ИсД } L_1 \times \text{Дл} \times 0,003 \times 7,123 & R^2 &= 0,601 & R &= 0,775 \\ \text{ССД } L_2 &= \text{ИсД } L_2 \times \text{Дл} \times 0,004 \times 5,010 & R^2 &= 0,659 & R &= 0,812 \\ \text{ССД } L_3 &= \text{ИсД } L_3 \times \text{Дл} \times 0,004 \times 4,020 & R^2 &= 0,708 & R &= 0,814 \\ \text{ССД } L_4 &= \text{ИсД } L_4 \times \text{Дл} \times 0,005 \times 3,437 & R^2 &= 0,809 & R &= 0,899 \\ \text{ССД } L_5 &= \text{ИсД } L_5 \times \text{Дл} \times 0,005 \times 1,972 & R^2 &= 0,861 & R &= 0,928 \end{aligned}$$

Наши расчеты указывают на достаточно сильную связь между переменными – длиной поясничного відділа позвоночника и исходным сагітальным діаметром канала поясничного позвонка. Степень достоверности приближается к единице (R = 0,928).

В результате исследования выявлено, что наибольшее отклонение от среднестатистического значения сагітального діаметра наблюдаются у старших возрастов (60 лет и более). Наиболее подвержены деформации последние два позвонка – L<sub>4</sub> и L<sub>5</sub>.

Для подтверждения значения длины поясничного відділа позвоночника приводим результаты измерений у двух больных с одинаковыми параметрами каналов поясничных позвонков, но с разной длиной поясничного відділа (табл. 1).

Здесь выявляется четкая закономерность: соотносительные сагітальные діаметры у всех поясничных позвонков меньше фактических размеров сагітальных діаметров.

Таблица 1

**Результаты расчетов фактического и соотносительного сагітального діаметра канала поясничных позвонков у 2-х больных с одинаковыми параметрами каналов поясничных позвонков, но с разной длиной поясничного відділа**

№ п/п	Виды размеров сагітальных діаметров	Длина, мм	Размеры сагітальных діаметров позвонков, мм				
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
1	Фактический	165	17	17	17	18	21
	Искомый		15,53	16,23	15,24	18,28	19,29
2	Фактический	169	17	17	17	18	21
	Искомый		15,74	16,50	15,51	18,64	19,71

Таблиця 2

**Сопоставление измерений фактического и относительного канала поясничных позвонков у 2-х больных с одинаковой длиной поясничного отдела позвоночника, но с разными сагиттальными диаметрами**

№ п/п	Виды размеров сагиттальных диаметров	Длина, мм	Размеры сагиттальных диаметров позвонков, мм				
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
3	Фактический	152	15	16	16,4	15,8	15,6
	Искомый		13,96	14,73	13,99	15,43	13,82
4	Фактический	152	17,5	17,2	15,5	16	16
	Искомый		15,10	15,46	13,44	15,58	14,13

Такая же закономерность прослеживается у больных с одинаковой длиной поясничного отдела, но с разными сагиттальными диаметрами (табл. 2).

У этих больных длина поясничного отдела оказывает свое влияние в сторону объективности: относительные сагиттальные диаметры меньше фактических.

**Выводы**

1. Разработан и апробирован у 105 пациентов принципиально новый метод измерения размеров канала поясничных позвонков, учитывающий такой важный антропометрический признак, как рост пациента, в частности, длину поясничного отдела позвоночника.

2. На основании законов математической статистики составлена формула расчета с выделением в формулу, кроме длины поясничного отдела позвоночника, фактических размеров сагиттальных диаметров позвонков, еще тангенса угла наклона линии регрессии и коэффициента уравнения линейной регрессии для каждого позвонка в отдельности.

3. Соотносительные сагиттальные диаметры канала поясничных позвонков закономерно меньше фактических размеров сагиттальных диаметров, что свидетельствует о более точной и объективной характеристике поясничного позвоночного канала.

**Литература**

1. Антипко Л.Э. Стеноз позвоночного канала / Л. Э. Антипко. — Воронеж : ИПФ "Воронеж", 2001. — 211 с.
2. Орлов С.В. Математический расчет геометрии позвоночного канала при его реконструкции / Орлов С.В., Щедренко В.В., Мозучая О.В. // Полновские чтения : тр. науч.-практ. конф. 6–10 апреля 2010 г. — СПб. : Человек и здоровье, 2010. — С. 149.
3. Ульрих Э.В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках / Э.В. Ульрих, А.Ю. Мушкин. — СПб. : ЭЛБИ-СПБ, 2002. — С. 42.
4. Hinck V. C. Sagittal diameter of the lumbar spinal canal in children and adults / Hinck V. C., Hopkins C. T., Clark W. M. // Radiology. — 1965. — № 89. — P. 929–937.
5. Халафян А.А. Учебник статистика 6. Статистический анализ данных / А.А. Халафян. — М. : Бинном — Пресс, 2008. — С. 59–74.
6. Меллер Т.В. Атлас рентгенологических укладок / Т.В. Меллер, Э. Рейтер. — М. : Мед. литература, 2008. — С. 56–62.
7. Михайлов А.Н. Руководство по медицинской визуализации / А.Н. Михайлов. — Минск : Высш. шк., 1996. — 368 с.

УДК 616–001.616–007.17.616–08–039.76.9

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ СУСТАВНОЙ ГУБЫ (ЛАБРУМА) У ВЗРОСЛЫХ БОЛЬНЫХ С ДИСПЛАЗИЕЙ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА, ЛЕЧЕННЫХ ПЕРИАЦЕТАБУЛЯРНОЙ ОСТЕОТОМИЕЙ ПО GANZ**

А. Г. Гахраманов<sup>1</sup>, Б. Атилла<sup>2</sup>, В. Г. Вердиев<sup>1</sup>, М. Алтаслан<sup>2</sup>, Д. Аксой<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Университет Хаджеттепе, кафедра травматологии и ортопедии, г. Анкара, Турция

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии, г. Баку, Азербайджан

**LABRUM RECONSTRUCTION IN ADULT PATIENTS WITH HIP DYSPLASIA TREATED BY PERIACETABULAR OSTEOTOMY (GANZ PROCEDURE)**

A. G. Gabramanov, B. Atilla, V. G. Verdiyev, M. Alpaslan, D. Aksoy

Examination and treatment results of 71 patients (83 joints) with hip dysplasia and arthritis treated by Ganz procedure (periacetabular osteotomy) are reported. In 25 patients by clinical examination positive impingement test was revealed. In this group of patients magnetic resonance tomography was performed extra. The mean age of patients was 23 years. Among 25 patient undergone osteotomy there were 14 women