

УДК 611.61-073.43-037-055.1-053.7:572(477.62)

О.А. Бешуля, Р.В. Басий, Д.С. Скиба, Е.С. Селиванова, К.А. Муреиси

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк

## МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

По данным ВОЗ заболевания мочевой системы характерны для различных групп людей, независимо от возраста [1]. В последнее время растет показатель распространенности заболеваний почек, что, прежде всего, связано с повышением эффективности их ранней диагностики за счет повсеместного внедрения ультразвукового [2].

При скрининговом обнаружении патологии почек ультразвуковая диагностика занимает безальтернативную лидирующую позицию, а возможности визуализации делают ее независимой от субъективного мнения специалиста [3]. Знание и понимание средних размеров, отличительных особенностей и вариантов размерных параметров строения почек чрезвычайно важно в таких отраслях медицины, как нефрология, урология, трансплантология, лучевая диагностика, и составляет основы диагностических критериев многих заболеваний, а также функциональной анатомии почек [4, 5].

В работе представлены математические модели прогнозирования, которые позволят рассчитывать количественные параметры почек в индивидуальном порядке для определенного представителя мужского пола юношеского возраста Донецкого региона в зависимости от антропометрических особенностей. Учитывая, что многие авторы указывают на некоторые отличительные особенности размеров почек в зависимости от этнической принадлежности, полученные сведения представляют большой интерес для медицины нашего региона [6, 7].

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Построение математической модели прогнозирования индивидуальных ультразвуковых количественных показателей почек у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона в зависимости от антропометрических параметров.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились 218 полипозиционных ультразвуковых скана почек услов-

но здоровых лиц мужского пола юношеского возраста (17-21 лет). Сканы получены в ходе исследования в В-режиме серой шкалы в стандартных положениях (на спине и боку) аппаратом Radmir, конвексным датчиком. Полученные данные обрабатывались в программе Microsoft Excel 2019. Антропометрические измерения проводили по общепринятой методике В.В. Бунака (1941). Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 13. Для построения математических моделей прогнозирования использовали множественный линейный регрессионный анализ. Отбор независимых переменных производился методом пошаговой прямой селекции с использованием в качестве критерия исключения статистики Вальда. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании применялся метод анализа ROC-кривых. С его помощью определялось оптимальное разделяющее значение количественного признака, обладающее наилучшим сочетанием чувствительности и специфичности. Качество прогностической модели, полученной данным методом, оценивалось исходя из значений площади под ROC-кривой со стандартной ошибкой и 95% доверительным интервалом (ДИ) и уровня статистической значимости.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для уравнений регрессии были отобраны предикторы, которые имели статистически значимую корреляционную связь с прогнозируемым признаком, но не были взаимосвязаны друг с другом. У лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона построены модели прогнозирования длины и ширины почек в зависимости от индекса массы тела, дистального диаметра предплечья, дистального диаметра

**Таблица 1.**

Результаты множественной линейной регрессии для длины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона

Переменная	Оценка коэффициента	Стандартная ошибка	р – уровень значимости
Свободный член уравнения	7,766		<0,001
Индекс массы тела	0,135	0,073	0,047
Дистальный диаметр предплечья	0,061	0,075	0,042
Дистальный диаметр бедра	-0,112	0,076	0,015
Дистальный диаметр голени	0,173	0,078	0,028

**Таблица 2.**

Результаты множественной линейной регрессии для ширины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона

Переменная	Оценка коэффициента	Стандартная ошибка	р-уровень значимости
Свободный член уравнения	2,208		<0,001
Индекс массы тела	0,148	0,072	0,001
Дистальный диаметр предплечья	-0,060	0,074	0,042
Дистальный диаметр бедра	-0,104	0,075	0,017
Дистальный диаметр голени	0,297	0,077	0,013

тра бедра и дистального диаметра голени (табл. 1., табл. 2.).

Уравнение прогнозирования длины и ширины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона имело следующий вид:

$$Y = H_0 + X_1 \times \text{ИМТ} \pm X_2 \times \text{ДД предплечья} + X_3 \times \text{ДД бедра} + X_4 \times \text{ДД голени}$$

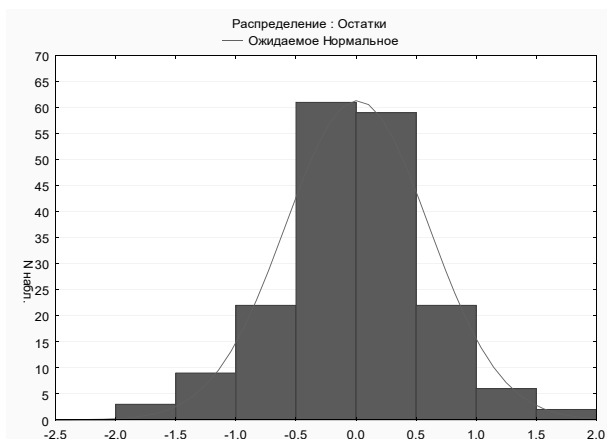
где у – резульативный количественный признак;  $H_0$  – свободный член;  $X_1$  – коэффициент «индекс массы тела»;  $X_2$  – коэффициент «дистальный диаметр предплечья»;  $X_3$  – коэффициент «дистальный диаметр бедра»;  $X_4$  – коэффициент «дистальный диаметр голени».

Диагностическая чувствительность данной модели составляет 84,3 %; диагностическая специфичность – 77,2 %; диагностическая эффективность – 76,9%.

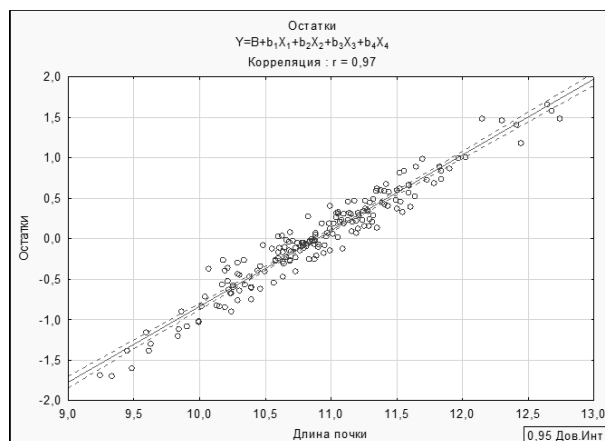
Статистическая значимость переменных уравнения подтверждается нормальностью распределения остатков (рис. 1-4.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

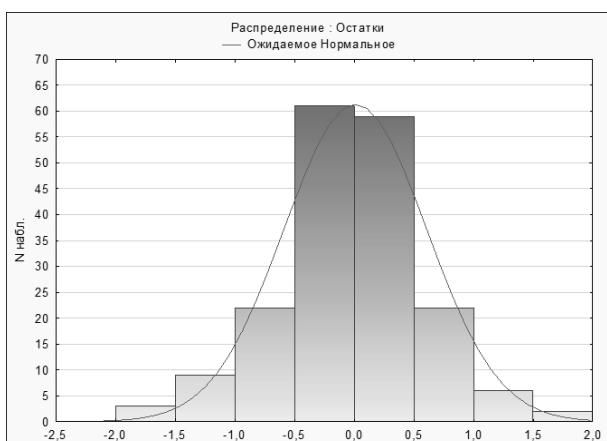
Таким образом, построены математические модели прогнозирования количественных параметров почек в зависимости от антропометрических характеристик у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона. Построены уравнения множественной линейной регрессии для длины и ширины почек в зависимости от индекса массы тела, дистального диаметра предплечья, дистального диаметра бедра и дистального диаметра голени. Полученные модели статистически достоверны ( $p < 0,05$ ), математически адекватны, что подтверждается результатами расчета спецификационных коэффициентов.



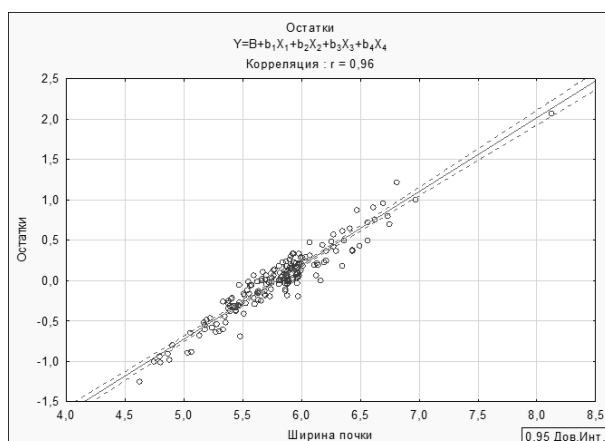
**Рис. 1.** Оценка согласованности остатков для модели прогнозирования длины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона с ожидаемым нормальным распределением.



**Рис. 2.** Оценка согласованности остатков для модели прогнозирования длины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона.  $Y$  – длина почки;  $V$  – свободный член регрессионного уравнения = 7,766;  $b$  – коэффициенты регрессии:  $b_1 = 0,135$ ;  $b_2 = 0,061$ ;  $b_3 = -0,112$ ;  $b_4 = 0,173$ ;  $X_1$  – индекс массы тела, кг/м<sup>2</sup>;  $X_2$  – дистальный диаметр предплечья, см;  $X_3$  – дистальный диаметр бедра, см;  $X_4$  – дистальный диаметр голени, см.



**Рис. 3.** Оценка согласованности остатков для модели прогнозирования ширины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона с ожидаемым нормальным распределением.



**Рис. 4.** Оценка согласованности остатков для модели прогнозирования ширины почки у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона. Примечание:  $Y$  – ширина почки;  $V$  – свободный член регрессионного уравнения = 2,208;  $b$  – коэффициенты регрессии:  $b_1 = 0,148$ ;  $b_2 = -0,060$ ;  $b_3 = 0,104$ ;  $b_4 = 0,297$ ;  $X_1$  – индекс массы тела, кг/м<sup>2</sup>;  $X_2$  – дистальный диаметр предплечья, см;  $X_3$  – дистальный диаметр бедра, см;  $X_4$  – дистальный диаметр голени, см.

*О.А. Бешуля, Р.В. Басий, Д.С. Скиба, Е.С. Селиванова, К.А. Мурейси*

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк*

**МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧЕК  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
У ЛИЦ МУЖСКОГО ПОЛА ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА**

Целью работы являлось построение математической модели прогнозирования индивидуальных ультразвуковых количественных показателей почек у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона в зависимости от антропометрических параметров.

Материалы и методы: объектом исследования явились 218 полипозиционных ультразвуковых скана почек условно здоровых лиц мужского пола юношеского возраста (17-21 лет). Сканы получены в ходе исследования в В-режиме серой шкалы в стандартных положениях (на спине и боку) аппаратом Radmir, конвексным датчиком. Полученные данные обрабатывались в программе Microsoft Excel 2019. Антропометрические измерения проводили по общепринятой методике В.В. Бунака (1941). Для построения математических моделей прогнозирования использовали множественный линейный регрессионный анализ. Расчеты проводили в программе Statistica 13, полученные результаты заносили в таблицы при помощи Microsoft Office Excel 2019.

Результаты. В работе представлены уравнения регрессии длины и ширины почек в зависимости от индекса массы тела, дистального диаметра предплечья, дистального диаметра бедра и дистального диаметра голени.

Заключение. Построены математические модели прогнозирования количественных параметров почек в зависимости от антропометрических характеристик у лиц мужского пола юношеского возраста Донецкого региона. Построены уравнения множественной линейной регрессии для длины и ширины почек в зависимости от индекса массы тела, дистального диаметра предплечья, дистального диаметра бедра и дистального диаметра голени. Полученные модели статистически достоверны ( $p < 0,05$ ), математически адекватны, что подтверждается результатами расчета спецификационных коэффициентов.

**Ключевые слова:** почки, антропометрические параметры, математическая модель, юношеский возраст.

*O.O. Beshulia, R.V. Basii, D.S. Skiba, E.S. Selivanova, K.A. Mureisi*

*FSBEI HE «M. Gorky Donetsk State Medical University» MOH Russia, Donetsk*

**PREDICTION MODEL OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF KIDNEYS  
DEPENDING ON ANTHROPOMETRIC PARAMETERS  
IN YOUNG MALES OF DONETSK REGION**

The purpose of the work was to build a mathematical model for predicting individual ultrasound quantitative indicators of the kidneys in male youth of the Donetsk region, depending on anthropometric parameters.

Materials and methods: the subject of the study was 218 polyposite ultrasound kidney scans of conditionally healthy male adolescents (17-21 years old). Scans were obtained during the study in B-mode of the gray scale in standard positions (on the back and side) with a Radmir apparatus, a convex sensor. The data obtained was processed in Microsoft Excel 2019. Anthropometric measurements were carried out according to the generally accepted method of V.V. Bunak (1941). Multiple linear regression analyses were used to construct mathematical prediction models. Calculations were carried out in Statistica 13, the results obtained were entered into tables using Microsoft Office Excel 2019.

Results. The paper presents equations of regression of kidney length and width depending on body mass index, distal forearm diameter, distal thigh diameter and distal shin diameter.

Conclusion. Mathematical models of prediction of quantitative kidney parameters depending on anthropometric characteristics in male youth of the Donetsk region were built. Equations of multiple linear regression are constructed for kidney length and width depending on body mass index, distal forearm diameter, distal thigh diameter and distal shin diameter. The obtained models are statistically significant ( $p < 0.05$ ), mathematically adequate, which is confirmed by the results of calculation of specification coefficients.

**Key words:** kidneys, anthropometric parameters, mathematical model, youthful age.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мировая статистика здравоохранения, 2020 г: мониторинг показателей здоровья в отношении ЦУР, целей в области устойчивого развития. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2020. Лицензия: CC BYNC-SA 3.0 IGO. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>
2. Ларюшкина А. В., Ботвич Т.А. Рентгенографические цифровые системы в исследовании нормальной анатомии почек. Научное обозрение. Медицинские науки. 2017; 1: 12-13
3. Chatterjee P., Chakraborty A., Mukherjee A.K. Phase composition and morphological characterization of human kidney stones using IR spectroscopy, scanning electron microscopy and X-ray Rietveld analysis. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2018; 200: 33-42. doi: 10.1016/j.saa.2018.04.005
4. Опарин А.А., Федченко Ю.Г., Кореновский И.П., Новохатня А.Ю. Ультразвуковое исследование почек в норме и патологии. *Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини*. 2016; 2016 (1): 57-67. doi: 10.15407/internalmed2016.01.057
5. Монастырский В. Н., Пивторак В.И. Соматотипологические особенности топографической анатомии почек пациентов без заболеваний почек и мочевых путей. *Biomedical and Biosocial Anthropology*. 2018; 30: 56-61
6. Chhapola V., Tiwari S., Deepthi B., Henry B.M., Brar R., Kanwal S.K. Are normative sonographic values of kidney size in children valid and reliable? A systematic review of the methodological quality of ultrasound studies using the Anatomical Quality Assessment (AQUA) tool. *Journal of Nephrology*. 2018; 32 (3): 335-345. doi: 10.1007/s40620-018-0500-8
7. Calle-Toro J.S., Back S.J., Viteri B., Andronikou S., Kaplan S.L. Liver, Spleen, and Kidney Size in Children as Measured by Ultrasound: A Systematic Review. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019; 39 (2): 223-230. doi: 10.1002/jum.15114

## REFERENCES

1. Mirovaja statistika zdravooohranenija, 2020 g: monitoring pokazatelej zdorov'ja v otnoshenii CUR, celej v oblasti ustojchivogo razvitija. Zheneva: Vsemirnaja organizacija zdravooohranenija; 2020. Licenzija: CC BYNC-SA 3.0 IGO. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>
2. Larjushkina A.V., Botvich T.A. Rentgenograficheskie cifrovye sistemy v issledovanii normal'noj anatomii pochk. *Nauchnoe obozrenie. Medicinskie nauki*. 2017; 1: 12-13
3. Chatterjee P., Chakraborty A., Mukherjee A.K. Phase composition and morphological characterization of human kidney stones using IR spectroscopy, scanning electron microscopy and X-ray Rietveld analysis. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2018; 200: 33-42. doi: 10.1016/j.saa.2018.04.005
4. Oparin A.A., Fedchenko Ju.G., Korenovskij I.P., Novohatnja A.Ju. Ul'trazvukovoe issledovanie pochk v norme i patologii. *Shidnoevropejs'kij zhurnal vnutrishn'oi ta simejnoi medicini*. 2016; 2016 (1): 57-67. doi:10.15407/internalmed2016.01.057
5. Monastyrskij V.N., Pivtorak V.I. Somatotipologicheskie osobennosti topograficheskoi anatomii pochk pacientov bez zabojevanij pochk i mochevyh putej. *Biomedical and Biosocial Anthropology*. 2018; 30: 56-61.
6. Chhapola V., Tiwari S., Deepthi B., Henry B.M., Brar R., Kanwal S.K. Are normative sonographic values of kidney size in children valid and reliable? A systematic review of the methodological quality of ultrasound studies using the Anatomical Quality Assessment (AQUA) tool. *Journal of Nephrology*. 2018; 32 (3): 335-345. doi:10.1007/s40620-018-0500-8
7. Calle-Toro J.S., Back S.J., Viteri B., Andronikou S., Kaplan S.L. Liver, Spleen, and Kidney Size in Children as Measured by Ultrasound: A Systematic Review. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019; 39 (2): 223-230. doi:10.1002/jum.15114