

**А.А.Инджикулян**

Днепропетровская государственная медицинская академия

УДК 616.127-577.95-092.9

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЦА МУЖЧИН ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

*Исследование проведено в рамках научно-исследовательской работы „Морфогенез сердца и сосудов после экспериментальных воздействий” (номер государственной регистрации 0106U012193).*

**Ключевые слова:** соматотип, конституция, антропометрия.

**Резюме.** Цель проводимого исследования – создать математические модели морфометрических показателей сердца у мужчин зрелого возраста в зависимости от антропосоматических параметров строения тела. Материалом исследования послужили 196 мужчин зрелого возрастного периода. Для выполнения поставленной цели были использованы результаты обследования с измерением 55 антропометрических показателей (тотальных, продольных, поперечных, обхватных размеров тела, толщины кожно-жировых складок) с последующим вычислением расчетных показателей и индексов. Было установлено, что масса, длина, толщина, периметры сердца, аорты и легочного ствола зависят от суммарного комплекса антропометрических и соматотипологических характеристик организма больше, чем на 50%. Для таких морфометрических показателей сердца, как толщина стенок правого, левого желудочка, а также межжелудочковой перегородки, было установлено достоверное влияние антропо-соматотипологических составляющих организма, однако точность описания данных показателей находится в пределах 35-45%. В модели морфометрических показателей сердца чаще всего входят обхватные размеры тела, продольные и поперечные размеры грудной клетки, длина туловища, поперечные размеры таза, обхваты бедра и широкой части голени, толщина кожно-жировых складок, а также показатель отношения дельтовидного диаметра к длине тела и индекс Бругша. Из показателей компонентного состава массы тела в модели входит мышечный компонент.

*Надійшла: 03.05.2007*

*Прийнята: 08.06.2007*

**Indzhikulyan A.A. Mathematical design of morphometric indexes of heart of men of mature age.**

**Summary.** Purpose of the conducted research is to create the mathematical models of morphometric indexes of heart for the men of mature age depending on the anthropometric and somatic parameters of structure of body. As research material served 196 men of the first and second mature age period. Measuring of 55 anthropometric indexes (total, longitudinal, transversal, circumferences sizes of body, thickness of leather-fatty folds) was made with the subsequent calculation of different indexes. It was established that mass, length, thickness, perimeters of heart, aorta and pulmonary barrel depend on the total complex of anthropometric and somatic type's descriptions of body more than on 50%. For such morphometric indexes of heart, as a thickness of walls of right, left ventricle, and also interventricular septum, the reliable depending of anthropometric and somatic parameters body was set, however much exactness of description of these indexes is within the limits of 35-45%. The sizes of circumferences of body, longitudinal and transversal sizes of thorax, length of trunk, transversal sizes of pelvis, circumferences of thigh and wide part of shin, thickness of leather-fatty folds, and also index of relation of deltoid diameter to length of body and index of Brugsh, are more frequent than all included in the models of morphometric indexes of heart. From the indexes of component composition of body's mass a muscular component is included in models.

**Key words:** somatic type, constitution, anthropometry, model.

### Введение

В последнее время в литературе все чаще приводятся данные, показывающие взаимосвязь отдельных соматотипологических и антропологических параметров (Бутова О.А., Лисова И.М., 2001), в том числе с морфофункциональными особенностями отдельных органов и систем, как в норме (Мороз В.М. и соавт., 2003; Гудзевич Л.С., Кухар И.Д., 2005; Сарафинюк Л.А. и соавт., 2006), так и в патологии, в частности, для оценки риска возникновения разнообразных патологиче-

ских состояний различных органов и систем (Пиллюко Н.В., Каблукова О.К., 2005; Гунас И.В. и соавт., 2004; Паршин В.С. и соавт., 1997).

Знание антропометрических и соматотипологических особенностей морфологических показателей сердца необходимо каждому специалисту, что позволяет индивидуализировать анатомо-физиологические особенности организма человека, а также диагностические и лечебные мероприятия. Знание этих особенностей необходимо для корректного определения таких состояний

организма, как норма и патология, здоровье и болезнь.

Среди большого количества доступных работ имеется множество научных фактов, свидетельствующих о взаимосвязях отдельных конституциональных параметров с параметрами сердечно-сосудистой системы, в частности, посвященных изучению таких взаимосвязей с морфометрическими (Иванов В.А., Косоуров А.К., 2002) и физиологическими параметрами как сердца в отдельности, так и сердечно-сосудистой системы в целом (Щедрина А.Г. и соавт., 1996; Гунас И.В. и соавт., 2004; Шапаренко Е.Г., 2005). В большинстве случаев такого рода зависимости изучались без использования корреляционного анализа, часто при недостаточном количестве исследуемых в группах и совсем редко – на здоровой группе людей. В то же время, среди работ, выполненных на достаточном количестве здоровых исследуемых, достаточно подробно освещен только подростковый и юношеский этап онтогенеза – периоды, на протяжении которых сердце, как и остальные внутренние органы, претерпевают существенные изменения. Таким образом, данная группа работ освещает взаимосвязи параметров сердца с параметрами соматотипа на этапах постнатального формирования сердца, при этом, не проводя таких взаимосвязей в зрелом периоде онтогенетического развития – этапе, когда нормальное сердце претерпевает минимум изменений, тем самым проявляя наибольшее постоянство взаимосвязей.

К тому же, большинство работ, посвященных изучению взаимосвязи конституциональных характеристик с параметрами сердца, выполнены в клинических условиях при помощи неинвазивных методов исследования, таких как электрокардиографическое и эхокардиографическое (Сарафинюк П.В. 2003; Сарафинюк П.В. и соавт., 2004; Жвавый Н.Ф. и соавт., 2003), пренебрегая морфологическими методами исследования.

### **Цель**

Создать математические модели морфометрических показателей сердца у мужчин зрелого возраста в зависимости от антропосоматических параметров строения тела.

### **Материалы и методы**

Материалом проведенного исследования послужили 198 мужчин первого и второго зрелого возрастного периода. Для выполнения поставленной цели исследования было использовано исследование с измерением 55 антропометрических показателей согласно рекомендациям В.В. Бунака (3 тотальных, 7 продольных, 19 поперечных, 17 обхватных размеров тела, толщины кожно-жировых складок в 9 точках) с последующим вычислением 13 расчетных показателей, характеризующих компонентный состав массы тела (мышечный, жировой и костный), компонентный состав соматотипа (экоморфный, эндоморфный и эктоморфный), площадь поверхности тела, а также 21 индекса (Пинье, Таннера, Эрисмана, массы тела, роста-веса коэффициента

массы тела, роста-веса коэффициента, Бругша, Кетле и пр.) и показателей соотношения наиболее часто используемых продольных и поперечных показателей (отношение длины туловища к длине тела; дельтовидного диаметра к длине тела; длины туловища к длине руки, ноги). При оценке типа конституции использовали математическую схему соматотипирования по Хит-Картер. Размеры обхватов измеряли с точностью до 0,1 см, ширину дистальных эпифизов, диаметры и поперечные размеры – штангенциркулем и толстотным циркулем с точностью до 0,1 см, толщину подкожно-жировых складок – калиперциркулем с площадью контактных поверхностей 90 мм<sup>2</sup> и постоянным давлением 10 г/мм<sup>2</sup>. Массу тела определяли на специальных медицинских весах с точностью до 0,1 кг. После извлечения сердца из грудной полости и промывания его камер проводили измерение массы (г), объема (мл), длины (расстояние от верхушки сердца до венечной борозды по задней поверхности сердца), ширины, толщины (максимальный передне-задний размер сердца) и периметров сердца на уровне венечной борозды и на уровне полувисоты желудочков, периметров аорты и легочного ствола, а также толщины стенок его желудочков по задней поверхности на уровне средней трети.

Статистическая обработка полученных данных включала в себя расчет средних значений, ошибки средних, их среднеквадратические отклонения, а также пошаговый регрессионный анализ. Все расчеты проведены в пакете программ “STATISTICA 5.5” для Windows (принадлежит ЦНИЛ ВНМУ им. М.И.Пирогова, лицензионный №АХХR910A374605FA) с использованием рекомендаций по статистическому анализу медицинских данных (Реброва О.Ю., 2002).

### **Результаты и их обсуждение**

Для достижения максимально возможного сопоставления результатов морфометрического исследования сердца и антропометрических методов исследования нами был проведен регрессионный анализ имеющихся данных с выполнением нескольких условий. Во-первых – конечный результат регрессионного полинома должен иметь коэффициент детерминации ( $R^2$ ) не меньше 0,50; т. е. точность описания моделируемого признака не менее 50%. Второе условие – значение F-критерия Фишера в процессе регрессионного анализа не меньше 2,0. Третье условие – количество свободных членов, которые включаются в полином, должна быть минимальной.

Уравнение линейной регрессии представляет собой такую комбинацию независимых признаков, которые «лучше» прогнозируют значение зависимого признака. Следует также отметить, что при использовании прямой пошаговой процедуры, на каждом шаге включается тот независимый признак, который в наибольшей (по сравнению с другими, не включенными в модель признаками) степени (при уже включенных в модель на более ранних шагах процедуры признаках)

влияет на зависимый признак. Результаты регрессионного анализа применимы только к тому интервалу значений данных, на которых они получены.

Нами установлено, что для всех приведенных ниже моделей коэффициент детерминации  $R^2$ , как показателя более точного прогнозирова-

ния значения зависимого признака, более чем на 50% аппроксимирует допустимо зависимую величину, рассчитанный F-критерий значительно больше расчетного (критического) значения, что позволяет утверждать о высокой статистической значимости регрессионных полиномов. Модели имеют вид следующих линейных уравнений:

*Масса сердца* =  $-865 + 48,68 \times \text{обхват широкой части правой голени} - 30,79 \times \text{абсолютное значение мышечного компонента массы тела} + 23,35 \times \text{обхват узкой части правого предплечья} + 9,89 \times \text{передне-подмышечный диаметр} - 6,7 \times \text{сагиттальный диаметр грудной клетки} - 2,65 \times \text{обхват шеи}$ .

*Длина сердца* =  $6,18 + 0,25 \times \text{толщина кожно-жировой складки на предплечье} + 0,26 \times \text{индекс Бругша} - 0,13 \times \text{обхват грудной клетки} + 0,12 \times \text{межвертельный размер таза} - 0,18 \times \text{отношение длины туловища к длине тела} + 0,12 \times \text{межсосковое расстояние}$ .

*Толщина сердца* =  $-4,19 + 0,29 \times \text{абсолютное значение мышечного компонента массы тела} - 0,24 \times \text{толщина кожно-жировой складки на боку} + 0,13 \times \text{толщина кожно-жировой складки на груди} + 0,26 \times \text{межвертельный размер таза} - 0,09 \times \text{обхват живота} + 0,15 \times \text{индекс массы тела}$ .

*Периметр сердца на уровне венечной борозды* =  $10,7 + 1,22 \times \text{отношение дельтовидного диаметра к длине тела} + 0,38 \times \text{межреберный размер таза} - 0,56 \times \text{обхват головы во фронтальной плоскости} + 0,29 \times \text{длина туловища} - 0,05 \times \text{возраст}$ .

*Периметр сердца на уровне полувысоты желудочков* =  $-45,64 + 1,54 \times \text{обхват широкой части правой голени} - 0,62 \times \text{обхват шеи} + 2,16 \times \text{межреберный размер таза} - 0,28 \times \text{обхват живота} + 0,14 \times \text{длина туловища} - 0,09 \times \text{обхват правого бедра} - 0,09 \times \text{толщина кожно-жировой складки на животе} + 0,02 \times \text{возраст}$ .

*Периметр аорты* =  $12,26 + 2,43 \times \text{отношение дельтовидного диаметра к длине тела} + 2,73 \times \text{толщина кожно-жировой складки на передней поверхности плеча} - 1,19 \times \text{толщина кожно-жировой складки под нижним углом лопатки}$ .

*Периметр легочного ствола* =  $141,3 - 11,1 \times \text{ширина дистального эпифиза правой голени} + 0,29 \times \text{длина ноги} + 1,5 \times \text{индекс Бругша} - 9,49 \times \text{ширина дистального эпифиза левого бедра} + 1,24 \times \text{относительное значение костного компонента массы тела} + 0,47 \times \text{толщина кожно-жировой складки на боку} - 1,13 \times \text{обхват широкой части правой голени}$ .

Проведенные ранее исследования по результатам эхокардиографических исследований, посвященные определению особенностей морфометрических характеристик сердца в зависимости от антропометрических характеристик у подростков, а также людей зрелого и пожилого возраста в своих результатах представляют модели морфометрических параметров показателей различных отдельных характеристик сердца, измеряемые при эхокардиографии, в то время как предложенные нами модели в основном характеризуют тотальные размеры сердца.

Некоторые из приведенных нами моделей сопоставимы с моделями, опубликованными в работе Шапаренко Е.Г. (2005), которые получены в результате анализа данных эхокардиографического исследования.

#### **Выводы**

1. Масса, длина, толщина, периметры сердца, аорты и легочного ствола зависят от суммарного комплекса антропометрических и соматотипологических характеристик организма больше чем на 50%.

2. Для таких морфометрических показателей сердца, как толщина стенок правого, левого желудочка, а также межжелудочковой перегородки, было установлено достоверное влияние антропо-соматотипологических составляющих организма, однако точность описания данных показателей находится в пределах 35-45%.

3. В модели морфометрических показателей сердца чаще всего входят обхватные размеры тела, продольные и поперечные размеры грудной клетки, длина туловища, поперечные размеры таза, обхваты бедра и широкой части голени, толщина кожно-жировых складок, а также показатель отношения дельтовидного диаметра к длине тела и индекс Бругша. Из показателей компонентного состава массы тела в модели входит мышечный компонент.

#### **Перспективы дальнейших исследований**

Проведенные исследования касательно взаимосвязей морфометрических показателей сердца здоровых мужчин зрелого возраста позволят точнее разграничивать норму и патологию, что в свою очередь позволит на ранних этапах

виявить групу ризику серед представителів даної вікової групи з мультифакторіальними захворюваннями серцево-судинної системи. Порівняння отриманих результатів з аналогічними даними, отриманими при різних

захворюваннях дозволить на ранніх стадіях виявити патологічні відхилення, які можуть бути проявом захворювань серцево-судинної системи.

### Литературні джерела

Бутова О.А., Лисова І.М. Кореляції деяких параметрів конституції людини // Морфологія.- 2001.- Т.119, № 2.- С.63-66.

Взаємозв'язок типу телоскладу і функціональних параметрів кардиореспіраторної системи / Жвавий Н.Ф., Визгалов О.В., Орлов С.А., Іонина Е.В. // Научний вісник ТГМА.- 2003.- №2.- С.39-43.

Гудзевич Л.С., Кухар І.Д. Взаємозв'язок показників зовнішнього дихання з компонентами соматотипу та маси тіла у здорових міських підлітків // Вісн. пробл. біол. та мед.- 2005.- №1.- С.114-118.

Іванов В.А., Косоуров А.К. Кореляційні особливості морфометричних показників венозного синуса людини в різних вікових групах // Мат. IV міжун. конгр. по інтегративній антропології.- 2002.- С.147-148.

Особливості параметрів центральної гемодинаміки та спірометричних показників зовнішнього дихання у міських дівчаток різних соматотипів / Сарафінюк Л.А., Гудзевич Л.С., Кириченко І.М. та ін. // Тавричеський мед.-біол. вісник.- 2006.- Т.9, №3, Ч.2.- С.123-126.

Особливості ультразвукових параметрів роботи серця у здорових міських підлітків різних соматичних типів / Гунас І.В., Сарафінюк П.В., Шаповал О.М., Дяченко Г.В. // Труды Крымского гос. мед. универ. им. С.И. Георгиевского; мат. симпози. «Проблеми, досягнення і перспективи розвитку медико-біологічних наук і практичного здоров'я».- Симферополь, 2004.- Т.140, Ч.1.- С.12-15.

Пилишко Н.В., Кабукова О.К. Особливості соматотипу при хронічному пієлонефриті у підлітків // Вісник морфології.- 2005.- №1.- С.114-116.

Прогнозування ризику виникнення алергічних ринітів в залежності від особливостей будови тіла у міських підлітків різної статі методом покривного дискримінантного аналізу / Гунас І.В.,

Антоненко Т.І., Сергета І.В., Масвський О.Є. // Вісник морфології.- 2004.- №1.- С.184-188.

Розробка нормативних критеріїв здоров'я різних віково-статевих груп міського населення України з урахуванням антропогенетичних, психофізіологічних і психогігієнічних характеристик організму / Мороз В.М., Проценко Е.Г., Гунас І.В. та ін. // Мат. між. научн. конф. «Актуальні проблеми спортивної морфології і інтегративної антропології».- М., 2003.- С.16-19.

Рєброва О.Ю. Статистичний аналіз медичних даних. Застосування пакету прикладних програм STATISTICA.- М.: МедіаСфера, 2002.- 312с.

Сарафінюк П.В. Взаємозв'язки ехокардіографічних розмірів серця і антропометричних характеристик у здорових міських підлітків // Вісник морфології.- 2003.- Т.9, №1.- С.128-131.

Сарафінюк П.В., Камінська Н.А., Дяченко Г.В. Математичне моделювання нормативних ехокардіографічних параметрів у залежності від особливостей будови тіла // Вісник морфології.- 2004.- Т.10, №2.- С.399-402.

Зв'язок величини щитовидної залози з антропометричними параметрами фізичного розвитку / Паршин В.С., Ільїн А.А., Тарасова Г.П., Гарбузова Т.Т. // Вісник Російської АМН.- 1997.- №2.- С.41-44.

Шапаренко Є.Г. Інформаційні кардіометричні моделі серця, визначені з урахуванням будови тіла, у людей різних вікових груп // Вісник морфології.- 2005.- №1.- С.128-130.

Щедрина А.Г., Дяченко О.Ю., Логачева Г.С. Індивідуально-типологічний підхід до оцінки показників центральної гемодинаміки // Тез. докл. «Актуальні питання біомедицинської і клінічної антропології».- Томск-Красноярск, 1996.- С. 51.

**Інджикулян А.А. Математичне моделювання морфометричних показників серця чоловіків зрілого віку.**

**Резюме.** Мета дослідження – створити математичні моделі морфометричних показників серця у чоловіків зрілого віку залежно від антропометричних параметрів будови тіла. Матеріалом дослідження послужили 196 чоловіків зрілого вікового періоду. Для виконання поставленої мети вимірювали 55 антропометричних показників (тотальних, подовжніх, поперечних, обхватів розмірів тіла, товщини шкіряний-жирових складок) з подальшим обчисленням розрахункових показників і індексів. Було встановлено, що маса, довжина, товщина серця, його периметри, а також периметри аорти і легеневого стовбура залежать від сумарного комплексу антропометричних і соматотипологічних характеристик організму більше, ніж на 50%. Для таких морфометричних показників серця, як товщина стінок правого, лівого

шлуночку, а також міжшлуночкової перегородки, також було встановлено вірогідний вплив антропо-соматотипологічних складових організму, проте точність опису даних показників знаходиться в межах 35-45%. У моделі морфометричних показників серця найчастіше входять розміри обхватів тіла, подовжні і поперечні розміри грудної клітки, довжина тулуба, поперечні розміри тазу, обхвати стегна і широкої частини гомілки, товщина підшкіряно-жирових складок, а також показник відношення дельтовидного діаметру до довжини тіла і індекс Бругша. З показників компонентного складу маси тіла в моделі входить м'язовий компонент.

**Ключові слова:** соматотип, конституція, антропометрія.