



Спирина Галина Алексеевна –
доктор медицинских наук,
профессор кафедры анатомии человека
Уральского государственного
медицинского университета,
академик РАЕ,
Заслуженный работник
Высшей школы РФ.

ISBN 978-5-6048905-5-4



9 785604 890554

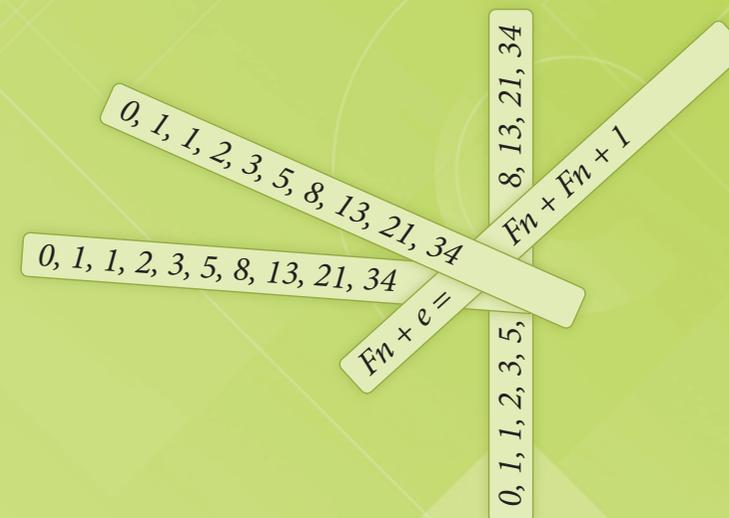
КОНФОРМНАЯ СИММЕТРИЯ В СТРОЕНИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Г. А. Спирина

КОНФОРМНАЯ СИММЕТРИЯ В СТРОЕНИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА

Монография



Екатеринбург
2022

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Г. А. Спирина

**КОНФОРМНАЯ СИММЕТРИЯ
В СТРОЕНИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ
ЧЕЛОВЕКА**

Монография

Екатеринбург
2022

УДК 611.068-51-7
ББК 28в631

Спирина Г. А.

Конформная симметрия в строении внутренних органов человека

ISBN 978-5-6048905-5-4

Рецензенты:

Трушель Наталья Алексеевна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой нормальной анатомии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Давыдова Людмила Александровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной анатомии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Филиппова Екатерина Сергеевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры урологии, нефрологии и трансплантологии ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России.

В монографии приводится описание количественной анатомии сердца и его камер, легких у плодов человека 13–36 недель развития. По формуле С. В. Петухова произведен расчет величины вурфа для параметров сердца и его камер, легких, почек, постоянных зубов. Установлена реализация принципа конформной симметрии в строении указанных органов. Обнаружено, что в строении сердца, легких, почек, постоянных зубов реализуются два вида пропорций: аффинные (простые) отношения двух анатомических измерений и вурфовые пропорции. Установлен феномен конформного роста сердца: в пре- и постнатальном периоде онтогенеза рост органа происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. Вурфовые пропорции жестко сохраняются постоянными, демонстрируют связь с рядом Фибоначчи. Выявленные особенности могут быть использованы для моделирования внутренних органов человека.

Книга предназначена для анатомов, биологов, неонатологов, кардиологов, врачей-педиатров.

ISBN 978-5-6048905-5-4

© Спирина Г. А.
© ФГБОУ ВО «УГМУ
Минздрава России», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава I. Специфический закон морфогенеза – миф или реальность?	6
Глава II. Общая характеристика наблюдений и методики исследования	11
Глава III. Сердце человека в канолах конформной симметрии	13
3.1. Реализация принципа конформной симметрии в строении сердца	13
3.2. Проявление конформной симметрии в строении сердца плода человека	18
3.3. Сравнительный анализ количественных параметров при разной форме сердца плодов человека	25
3.4. Закономерности связей анатомических образований камер сердца плодов человека	31
3.5. Феномен конформного роста сердца человека в онтогенезе	35
Глава IV. Принцип конформной симметрии в строении легких плодов человека	37
Глава V. Конформная симметрия в строении постоянных зубов взрослых людей	46
Глава VI. Изменчивость и постоянство в строении внутренних органов человека	48
Заключение	51
Список литературы	54

«Принципы симметрии были, есть и будут важнейшей составной частью развития биологии, приобретая, вероятно, все большее значение, связанное с их общей ролью одной из основ современного математического естествознания»

С. В. Петухов, 1981.

ВВЕДЕНИЕ

Со времен Леонардо да Винчи основной мерой гармоничности анатомических образований является использование пропорции двух отрезков [17]. Однако интенсивное развитие антропологии, клинических дисциплин требуют подробных знаний о соотношениях трехмерных конструкций в теле человека. В своих биологических работах И. В. Гете [27] указывал на общее стремление биологических тел к спирали и связь биосимметрий с числами ряда Фибоначчи:

$$(Fn + 2 = Fn + Fn + 1): 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34$$

Для расчета конформных симметрий используются три отрезка измеряемых анатомических образований. Опорно-двигательный аппарат авторы представляют в виде набора трехчленных кинематических блоков [27, 30–33]. Конформные (круговые) преобразования всегда сохраняют углы и переводят сферы снова в сферы. Двойное отношение (вурф) четырех точек *A*, *B*, *C*, *D* прямой вычисляется по формуле:

$$W = \frac{(AB + DC)(BC + CD)}{(AB + BC + CD)BC}$$

A _____ *B* _____ *C* _____ *D*

По мнению В. С. Петухова [30, 31], Р. Т. Нигматуллина с соавторами [27], система «золотого вурфа» (1,309) обладает особой эстетичностью, реализована в строении конечностей, лица, черепа. Соподчиненность законам конформной симметрии проявляется во все возрастные

периоды. Мы попытались применить правило «золотого вурфа» при изучении строения внутренних органов человека (сердца, легких, почек, постоянных зубов взрослого человека), при этом параметры органов представлены в виде распрямленных отрезков прямых. Анатом Нау (1851) утверждал, что тело человека может быть представлено в виде музыкального произведения. Этот ученый считал, «что имеется определенная связь между гармонией форм и гармонией звуков, и для определения идеальных пропорций он пытался применить законы гармонии тонов, в основу своей системы положил цифровые величины пространственных интервалов в музыке» (В. П. Воробьев, 1932) [27]. Проведенное нами исследование позволяет утверждать о соподчиненности параметров отдельных внутренних органов законам конформной симметрии.

ГЛАВА I. СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ЗАКОН МОРФОГЕНЕЗА – МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Изучение пропорций тела человека, гармоничности его строения с давних времен привлекало внимание художников, скульпторов, врачей, специалистов разных видов деятельности. Обычно теоретическая антропология и клинические дисциплины использовали пропорции двух отрезков как основную меру гармоничности анатомических образований. Измерения пропорций частей тела традиционно проводилось на основе аффинных (простых) отношений между показателями двух анатомических измерений. Еще Леонардо да Винчи использовал в своих исследованиях двухчленные пропорции. Гармоничность этих пропорций он определял на основе правила «золотого сечения». Такой подход сохранился в настоящее время и применяется при выполнении значительного числа научных работ. Одной из наиболее фундаментальных биологических проблем является формообразование в живой природе. Практическая значимость изучения этой проблемы увеличивается в последнее время в связи с запросами современной медицины, сельского хозяйства, геологии, промышленного производства на основе биологической технологии. Имеются разные взгляды в литературе на данную проблему. Авторы значительного числа публикаций считают, что строение каждого органа определено эволюционным приспособлением к условиям окружающей среды и функциональным нагрузкам органа. При этом высказывается мнение, что собственных законов морфогенеза, обеспечивающих многообразие органических форм либо вовсе нет, либо они не играют существенной роли. Другой подход – структуриализация биологических тел не полностью определена условиями окружающей среды и функцией. И. И. Шмальгаузен высказывал предположение о существовании общего закона морфогенеза [47]. В организме человека преобладают трехчленные конструкции: трехфаланговые пальцы, конечности, состоящие из трех отделов, трехчленистое тело [27, 30–33, 45]. Критерием конформной симметрии между блоками, состоящими из трех последовательных отрезков прямых, является вурф. Термин «вурф», заменяющий термин «двойное или сложное отношение» был введен Х. Штаудтом при создании проективного исчисления без метрических оснований и обозначает в переводе с немецкого языка «бросок». Многие органические

тела строятся по принципу многоступенчатых симметричных блоков. Этот принцип проявляется в кинематической схеме тела человека – трехфаланговых пальцев, трехчленистых конечностей, трехчленистого тела. Р. Т. Нигматуллин с соавторами [27], изучая мягкий остов лица человека, приходит к выводу о конформной унификации трехчленных блоков опорно-двигательного аппарата. С момента рождения индивидуума рост тела происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. Величина вурфов всех блоков в распределенном состоянии группируется вокруг цифры 1,3. Новые перспективы в изучении симметрии пространства живого вещества открыл выход в свет монографии В. С. Петухова «биомеханика, бионика и симметрия» [30]. Исследователь обратил внимание на связь биосимметрий с числами ряда Фибоначчи. Вопрос о наличии общебиологических свойств формообразования является одним из актуальных, так как свидетельствует о единстве живой природы. Автор подробно останавливается на изучении конформных симметрий в физике и явлениях роста и формообразования в биологии. Конформные (круговые) преобразования всегда сохраняют углы и переводят сферы снова в сферы. Плоскость при этом интерпретируется как частный случай сферы бесконечно большого радиуса. «Именно геометрическая атака проблемы морфогенеза не только оправдана, но и просто необходима» (Р. Том). Изучение биосимметрии полезно для решения вопросов гармонизации в системах человек – машина – среда [33]. По мнению В. И. Вернадского «Симметрия живого вещества не изучена достаточно, и ее изучение есть одна из основных задач. Это область огромного плодотворного искания» [6].

Явления симметрии в формах биологических тел издавна служило одним из краеугольных камней в представлении о существовании специфических законов морфогенеза, подобных кристаллографическим законам. В связи с существованием этих законов структуры лишь в частных случаях определяются выполняемыми функциями, а в более общем случае подчиняются некоторым математическим законам гармонии. В многообразии форм есть своя, не зависящая от функции упорядоченность, обнаруживаемая на основе строгого математического описания. Как указывал С. В. Петухов [30], вурфовый анализ явлений симметрии в живой природе представляется интересным и перспективным, имеется большое число биологических объектов, которые могут быть с его помощью исследованы. Автор указывает

на необходимость изучения симметрии в формах, безотносительно к исполняемой функции. Основу кристаллографии все же составляет учение о форме кристаллов как таковых, об их пространственных характеристиках. По мнению С. В. Мейена, то же соотношение подходов оправдано в изучении форм организмов [21].

Идея симметрии представляет собой сумму возможности совмещения фигур и наличие определенной операции, производящей это совмещение. Углубление биологических знаний сопровождается открытием все новых фактов подчиненности принципам симметрии разных биологических объектов, отличающихся масштабом и уровнем организации. Имеющиеся в литературе подходы к изучению формообразования в живой природе различны. В многочисленных публикациях приводятся утверждения, что строение каждого органа определяется эволюционным приспособлением к условиям окружающей среды и функциональным нагрузкам. Другой подход утверждает, что строение биологических тел не только определяется условиями окружающей среды. Появились работы о строении биологических тел по принципу формирования из конформно симметричных блоков [30, 31]. В качестве исходной формы или блока можно брать любую форму, конформно преобразовывая ее, получать новые блоки, которые объединяются в блоки второй ступени. Как указывает С. В. Петухов [30–33], явление симметрии в формах биологических тел служит одним из основных положений о существовании специфических законов морфогенеза. По мнению автора, тело человека несет в себе целую совокупность соседствующих конформных систем координат, на согласованной работе которых организм строит пространственные представления и навыки движения. Согласно работам С. В. Петухова [30–33] особенности кинематической схемы тела человека определяются параллельным существованием в ней относительно неизменных вурфовых пропорций, величина которых определяется филлотаксисными законами морфогенеза и нефиллотаксисных аффинных пропорций, через изменение которых организм приспособливается к специальному образу жизни и действий.

Особый важный класс свойств представляют структуры, составные части которых взаимосопряжены в единое целое на основе определенных правил или алгоритмов, повторяющихся на разных уровнях эволюции. По утверждению С. В. Петухова [30], «принципы симметрии были, есть и будут важнейшей составной частью развития биологии,

приобретая, вероятно, все большее значение, связанное с их общей ролью одной из основ современного математического естествознания».

Исследование свойств живой материи, прежде всего, организма человека, позволяет решить ряд задач в создании искусственного сердца, стимуляторов биологических процессов. Результаты работ С. В. Петухова выявляют новый важный класс свойств, связанный с неевклидовыми группами преобразований и алгоритмами. По мнению Р. Декарта «нет более плодотворного занятия, чем познание самого себя». Изучение законов и алгоритмов органического формообразования – одно из важных направлений биологии развития. Известное древнее суждение о том, что человек представляет собой микрокосмос, в котором воспроизведено строение всего мира, ориентирует на задачи сращивания знаний о генетическом кодировании живых организмов с устройством физического мира.

Организм человека нельзя полностью свести к пропорциям двухчленных конструкций. В теле человека преобладают трехчленные конструкции [27, 30–33, 44]. Для расчета конформных симметрий используются три отрезка измеряемых анатомических параметров. Критерием конформной симметрии между блоками из трех последовательных отрезков прямых является вурф. Величина вурфов всех блоков в распределенном состоянии группируется вокруг цифры 1,3. Выявлен феномен конформного роста: с момента рождения индивидуума рост тела происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. Если показатель вурфа измеряемых структур равняется $1,31 \pm 5\%$ – это «золотой» вурф. С. В. Петухов [30] показал, что правилу «золотого вурфа» подчиняются все трехчленные кинематические цепи организма человека. Его исследования продолжил Р. Т. Нигматуллин с соавторами [27], который доказал, что лицо человека является конформно симметричным, его пропорции гармоничны. По данным автора, соподчиненность законам конформной симметрии проявляется во все возрастные периоды. Данный вывод, сформулированный на примере индивидуального развития лица, подтверждает заключение других авторов о спиралеобразной закрутке плода человека вокруг главной оси, что обуславливает морфологическую зеркальную асимметрию тела человека [9, 37].

Изучение источников литературы убеждает в том, что формообразовательные процессы и морфогенез в организме эмбриона зачастую контролируются принципиально тождественными регуляторными ме-

ханизмами, схемами реализации, имеющими универсальное значение и применительно к производным различных эмбриональных закладок. Формообразование органа смешанного генеза, в происхождении которого принимают участие компоненты различных эмбриональных закладок, всегда сопровождается моделированием оригинальных формообразовательных процессов и вариантов механики органогенеза.

В многообразии форм есть независимая от функции упорядоченность, которая подчиняется математическим законам гармонии [30]. **Явление симметрии в формах биологических тел рассматривается как основное положение о существовании специфических законов морфогенеза.**

Во внутриутробном периоде онтогенеза формируются все органы и системы, определяющие развитие механизмов приспособления к условиям постнатальной жизни. Особенности развития органов и функциональных систем плода влияют на течение периода новорожденности, в значительной степени определяют состояние здоровья в последующие периоды жизни [2, 3, 9, 15, 18–20, 22, 23, 28, 34, 35].

Цель исследования: морфометрический анализ в строении некоторых внутренних органов (сердца, легких, почек) плодов человека, определение пропорций двойных отношений или вурфов, являющихся инвариантами проективной и конформной геометрий.

ГЛАВА II. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАБЛЮДЕНИЙ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование строения организма человека, в том числе, его внутренних органов позволяет решить ряд задач в создании искусственно сердца, стимуляторов биологических процессов. Одним из важных направлений биологии развития является изучение законов и алгоритмов органического формообразования. В многообразии форм органов прослеживается независимая от функции упорядоченность, подчиняющаяся математическим законам гармонии [30–33].

Цель исследования: математический анализ строения некоторых внутренних органов (сердца, легких, почек, постоянных зубов), определение пропорций двойных отношений или вурфов, являющихся инвариантами проективной и конформной геометрий.

Материалом работы явились 545 препаратов сердца людей обоего пола различного возраста, из них 501 препарат сердца лиц (от плодов 13–36 недель до 90 лет), умерших от несчастных случаев или соматических заболеваний при отсутствии у них пороков сердца, заболеваний легких, почек. Морфометрические характеристики сердца и его камер в пренатальном периоде развития изучены на 201 препарате в возрасте от 13 до 36 недель. Материал для исследования получен в результате спонтанных аборт и прерывания беременности по социальным показаниям. При работе с трупным материалом соблюдались принципы деонтологии и медицинской этики. Возраст плодов определялся по теменно-пяточному, теменно-копчиковому размерам способом Moll, а также с учетом акушерского анамнеза. Сроки гестации дополнительно уточнялись по медицинским документам: обменной карте беременной и истории болезни. На 93 препаратах правого и левого легких плодов человека определялась длина переднего и заднего края каждого легкого и длина его основания, линейные размеры долей [24,55]. На 61 препарате постоянных зубов взрослых людей производились измерения линейных размеров резцов, клыков, малых коренных зубов верхней и нижней челюстей [50]. На 20 препаратах почек взрослых людей обоего пола определялись параметры органа. Для обработки материала использовали комплекс методик, включающий макро-микроскопическое препарирование, морфометрию [1, 9, 13, 14, 20, 22, 24, 26, 29, 37–39, 43, 54, 66].

Методики: у плодов с разной формой сердца одного возраста и пола определялись параметры органа (длина, ширина, толщина), и его камер: длина отделов притока, оттока каждого желудочка, суммарная их ширина, площади предсердно-желудочковых отверстий, отверстий верхней и нижней полых вен, аорты, легочного ствола. Длина краев легких определялась как наибольший вертикальный размер [1], ширина – как наибольший поперечный размер, толщина как передне-задний размер. Три соседних числа последовательности интерпретировались как длины трех отрезков, которые использовались в формуле для вычисления вурфа [30]. Кроме того, определялись длина, ширина и толщина каждой доли каждого легкого. На препаратах постоянных зубов измерялись высота и ширина коронки зуба, длина корня. Величина вурфа была рассчитана по формуле С. В. Петухова [30]. Все количественные данные обработаны методами математической статистики в программном пакете «SPSS 14.0 for Windows». Для каждого из морфометрических параметров определяли среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значения, коэффициент вариации или эксцесс. Для характеристики темпов роста определяли абсолютный прирост, скорость роста, коэффициент роста [47]. Для описания возможной ростовой трансформации желудочков сердца плодов использована формула для вычисления вурфов, где $A - B$ – длина отдела притока желудочка, $B - C$ – длина отдела оттока желудочка, $C - D$ – суммарная ширина отделов притока, оттока желудочка. Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение трех конформно симметричных блоков (отрезков или членов числовой последовательности, связанных одним из видов круговой симметрии) [37, 38].

ГЛАВА III. СЕРДЦЕ ЧЕЛОВЕКА В КАНОНАХ КОНФОРМНОЙ СИММЕТРИИ

3.1. Реализация принципа конформной симметрии в строении сердца человека

Вопрос о наличии общебиологических свойств формообразования является одним из актуальных, так как свидетельствует о единстве живой природы. Изучение биосимметрии полезно для решения вопросов гармонизации в системах человек – машина – среда [31]. Важной проблемой представляется изучение геометрических закономерностей строения внутренних органов человека. Углубление биологических знаний сопровождается открытием все новых фактов подчиненности принципам конформной симметрии разных биологических объектов, отличающихся масштабом и уровнем организации. Изучение законов и алгоритмов органического формообразования – одно из важных направлений биологического развития. Существует два подхода к изучению формы внутреннего органа. При одном из них форма изучается лишь с точки зрения ее соответствия функции и условиям внешней среды. Другой подход основан на признании того, что структуризация биологических тел не полностью определена условиями окружающей среды и функцией. Явление симметрии в формах биологических тел рассматривается как основное положение о существовании специфических законов морфогенеза. По С. В. Петухову [30, 31], в многообразии форм есть независимая от функции упорядоченность, которая подчиняется математическим законам гармонии. По И. И. Шмальгаузену [47] большинство формообразовательных реакций имеет явно «целесообразный» характер – они как будто обеспечивают согласованность в расположении и относительной величине органов. Работами С. В. Петухова [30–33], Р. Т. Нигматуллина с соавт [27] установлено, что в организме человека преобладают трехчленные кинематические блоки. Критерием конформной симметрии между блоками из трех последовательных отрезков прямых является «вурф». Правилу «золотого вурфа» подчиняются все трехчленные кинематические цепи организма человека [33]. С момента рождения индивидуума рост тела происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. «Золотой вурф» (1,309) является «канонem» человеческого тела, его пропорции

обладают особой эстетичностью, широко реализованы в теле человека [25, 27, 40–42, 44–46, 53, 56, 59, 63, 67, 69, 72].

Цель исследования – изучение структурной организации сердца человека в онтогенезе. Материалом работы явились 545 препаратов сердца лиц (от плодов 12–32 недель до 90 лет), умерших от несчастных случаев или соматических заболеваний при отсутствии у них пороков сердца, заболеваний легких, почек. Производилось морфометрическое исследование параметров сердца, отделов желудочков, частей межжелудочковой перегородки. Знание количественных соотношений внутрисердечных структур в нормально сформированном сердце необходимо для осуществления оперативных вмешательств, направленных на их восстановление [9, 12, 15, 22, 39, 48, 49, 51, 52]. Вместе с тем, показатели отделов притока, оттока желудочков используются для оценки гипертрофии и дилатации полостей сердца [54]. При анализе данных по количественной анатомии сердца и его камер у людей разного возраста мы исходили из предположений С. В. Петухова [30] о том, что загадки формирования биологических тел кроются в конформном характере пространства. По аналогии с кинематической схемой строения опорно-двигательного аппарата параметры сердца людей разного возраста, длину отделов притока, оттока желудочков, суммарную их ширину можно представить в виде трехчленного блока. По мере роста пропорции этого блока изменяются по правилам конформных преобразований, то есть, изменение одного параметра согласовано с изменением двух других так, что в распрямленном блоке сохраняется неизменным инвариант одномерных круговых образований – вурф.

$$W = \frac{(C - A) \cdot (D - B)}{(C - B) \cdot (D - A)}$$

A _____ B _____ C _____ D

где W – вурф;

$A - B$ – длина сердца;

$B - C$ – ширина сердца;

$C - D$ – толщина сердца.

У плодов разного возраста выявлены три формы сердца: широкое короткое, длинное узкое и сердце переходной формы [16]. Независимо

от формы сердца и срока развития вурфы параметров сердца близки по значению (табл. 1) [69].

Таблица 1

**Значение вурфов (W) параметров сердца
плодов человека, отн. ед.**

Возраст (недели)	Значение вурфа, отн. ед.
16	1,25
20	1,27
24	1,21
28	1,23
32	1,22

Для сравнения произведен расчет вурфов параметров сердца в постнатальном периоде онтогенеза (табл. 2) [39].

Таблица 2

**Значения вурфов (W) параметров сердца
человека в постнатальном периоде онтогенеза, отн. ед.**

Возраст (периоды)	Значения вурфа, отн. ед.
Новорожденные	1,27
Грудной	1,29
Раннее детство	1,23
Первое детство	1,22
Второе детство	1,21
Подростковый	1,23
Юношеский возраст	1,23
Зрелый возраст:	
Первый период	1,23
Второй период	1,21
Пожилой возраст	1,23
Старческий возраст	1,22

Решение задач по охране здоровья немислимо без глубокого изучения основных закономерностей индивидуального развития и выяснения

механизмов, регулирующих функции органов в пре- и постнатальном периодах онтогенеза. Исследование морфогенеза сердца и становления формы органа на ранних этапах развития является не только теоретической, но и большой практической проблемой. Знание динамики развития органов и структурных особенностей в различные сроки пренатального периода позволяют врачу скорректировать патологию развития. Для описания возможной ростовой трансформации желудочков сердца плодов использована формула для вычисления вурфов, где $A - B$ – длина отдела притока желудочка, $B - C$ – длина отдела оттока желудочка, $C - D$ – суммарная ширина отделов притока, оттока желудочка. Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение трех конформно симметричных блоков (отрезков или членов числовой последовательности), связанных одним из видов круговой симметрии. Упорядоченное расположение значений длины отделов притока, оттока желудочков, их ширины составило такую числовую последовательность, в которой 1, 4, 7, 10... ее члены равнялись длине отдела притока; 2, 5, 8, 11... члены равнялись длине отдела оттока; 3, 6, 9, 12... члены – суммарной ширине этих отделов. Три соседних числа последовательности рассматривались как длины трех отрезков, которые и использовались в геометрической формуле для вычисления величины вурфа. Среднее значение вурфа желудочков, вычисленное для плодов 16–32 недель, колеблется в интервале от 1,24 до 1,3, приближаясь к «золотому» вурфу (1,309). Соотношение длины отделов притока, оттока, суммарной их ширины для каждого желудочка является относительно постоянной величиной, не зависит от срока гестации. Вурфы правого и левого желудочков близки по значению (табл. 3). Аналогичные значения вурфов желудочков сердца выявлены нами по результатам исследования в постнатальном периоде онтогенеза (табл. 4).

Таблица 3

**Среднее значение вурфов (W) желудочков сердца
плодов человека 16–32 недель, отн. ед.**

Возраст (недели)	Правый желудочек		Левый желудочек	
	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %
16	1,25	4,58	1,26	3,82
20	1,25	4,58	1,26	3,82

Окончание таблицы 3

Возраст (недели)	Правый желудочек		Левый желудочек	
	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %
24	1,25	4,58	1,24	5,3
28	1,25	4,58	1,24	5,3
32	1,27	3,05	1,24	5,3

Таблица 4

**Среднее значение вурфов (*W*) желудочков сердца
человека в постнатальном периоде онтогенеза, отн. ед.**

Возраст (периоды)	Правый желудочек		Левый желудочек	
	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %	Значение вурфа	Отклонение вурфа от «1,31», %
Новорожденные	1,26	3,82	1,24	5,3
Грудной	1,28	2,29	1,27	3,05
Раннее детство	1,26	3,82	1,26	3,82
Первое детство	1,26	3,82	1,25	4,58
Второе детство	1,26	3,82	1,25	4,58
Подростковый	1,26	3,82	1,30	0,76
Юношеский	1,27	3,05	1,26	3,82
Зрелый возраст:				
Первый период	1,24	5,3	1,25	4,58
Второй период	1,25	4,58	1,24	5,3
Пожилой	1,25	4,58	1,24	5,3
Старческий	1,24	5,3	1,24	5,3

На основании проведенного анализа количественной анатомии сердца и его камер представляется возможным сделать вывод о том, что в строении органа реализуются два вида пропорций: аффинные (простые) отношения двух анатомических измерений камер сердца и вурфовые пропорции. В сердце человека, как в пределах одного

возраста, так и в разные возрастные периоды широко реализованы пропорции соотношений между параметрами отделов желудочков в интервале между 1,2–1,3. Соподчиненность законам конформной симметрии проявляется не только во взаимосвязи параметров самого сердца во все возрастные периоды, но и во взаимоотношениях анатомических образований внутри камер сердца. В данной работе процессы формообразования сердца рассмотрены на основе законов конформных симметрий. Плоскость при этом интерпретируется как частный случай сферы бесконечно большого размера. Принцип конформной симметрии находит отражение в построении желудочков и сердца в целом, в строении почек, легких, постоянных зубов взрослого человека, является наиболее общей закономерностью морфогенеза, определяет единство в многообразии форм органов [66–70]. Для расчета конформных симметрий используются уже три отрезка измеряемых анатомических параметров. Представленные данные относительно соподчиненности образований сердца законам конформной симметрии следует рассматривать в тесной связи с их индивидуальной и возрастной изменчивостью. Таким образом, в строении сердца реализуются два вида пропорций: аффинные (простые) отношения двух анатомических измерений камер сердца и вурфовые пропорции.

Соподчиненность законам конформной симметрии проявляется не только во взаимосвязи параметров самого сердца во все возрастные периоды, но и во взаимоотношениях анатомических образований внутри камер сердца. Представленные данные относительно соподчиненности образований сердца законам конформной симметрии следует рассматривать в тесной связи с их индивидуальной и возрастной изменчивостью.

3.2. Проявление конформной симметрии в строении сердца плода человека

Углубление биологических знаний сопровождается открытием все новых фактов подчиненности принципам конформной симметрии разных биологических объектов, отличающихся масштабом и уровнем организации. Особый интерес представляют структуры, составные части которых взаимно сопряжены в единое целое на основе определенных правил и алгоритмов, повторяющихся на разных уровнях

эволюции. Имеющиеся в литературе подходы к изучению формообразования в живой природе различны. В многочисленных публикациях приводятся утверждения о том, что строение каждого органа определяется эволюционным приспособлением к условиям окружающей среды и к функциональным нагрузкам. Другой подход утверждает, что строение биологических тел не только определяется условиями окружающей среды. Появились работы о строении биологических тел по принципу их формирования из конформно симметричных блоков [27, 30–33, 44]. По мнению С. В. Петухова [32] в качестве исходной формы или блока можно брать любую форму, конформно преобразовывая ее получать новые блоки, которые объединяются в блоки второй ступени. Как указывает С. В. Петухов [30] явление симметрии в формах биологических тел служит одним из основных положений о существовании специфических законов морфогенеза. По мнению автора тело человека несет в себе целую совокупность соседствующих конформных систем координат, на согласованной работе которых организм строит свои пространственные представления. Согласно работам С. В. Петухова [30–33] особенности кинематической схемы тела определяются параллельным существованием в ней неизменных вурфовых пропорций, величина которых определяется филлотаксисными законами морфогенеза, и нефиллотаксисных аффинных пропорций, через изменение которых организм приспособливается к специальному образу жизни и действий. Критерием конформной симметрии между блоками из трех последовательных отрезков прямых является вурф. Выявлен феномен конформного роста: с момента рождения индивидуума рост тела происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. «Золотой» вурф (1,309) является «каноном» человеческого тела, его пропорции обладают особой эстетичностью, широко реализованы в теле человека. В дальнейшем выводы С. В. Петухова были подтверждены исследованиями Р. Т. Нигматуллина с соавторами [27]. Правилу «золотого» вурфа подчиняются все трехчленные кинематические цепи организма человека.

Знание количественных соотношений внутрисердечных структур в нормально сформированном сердце необходимо для осуществления оперативных вмешательств, направленных на их восстановление. Многие аспекты анатомии сердца недостаточно освещены, одним из них является количественная оценка внутрисердечных структур. Вместе с тем, показатели отделов притока, оттока желудочков используются

для оценки гипертрофии и дилатации полостей сердца. Морфометрия полостей сердца обеспечивает строгое анатомическое обоснование хирургического вмешательства. Решение по охране здоровья немислимо без глубокого изучения основных закономерностей индивидуального развития и выяснения механизмов, регулирующих функции органов в пре- и постнатальном периодах онтогенеза. Исследование морфогенеза сердца и становление формы органа на ранних этапах развития является не только теоретической, но и большой практической проблемой. Знание динамики развития органов и структурных особенностей в различные сроки пренатального периода позволяют врачу скорректировать патологию развития.

Цель исследования: проведение морфометрического анализа строения сердца плодов человека, пропорций двойных отношений или вурфов, являющихся инвариантами проективной и конформной геометрий.

Материал и методы исследования: по аналогии с кинематической схемой тела человека параметры 149 препаратов сердца плодов 13–36 недель развития (длина, ширина, толщина), его камер представлены в виде трехчленного блока. Для описания возможной ростовой трансформации желудочков сердца плодов использована формула для вычисления значения вурфов [30], где AB – длина отдела притока желудочка, BC – длина отдела оттока желудочка, CD – суммарная ширина отделов притока, оттока желудочка.

A _____ B _____ C _____ D

Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение величин трех конформно симметричных блоков (отрезков или членов числовой последовательности), связанных одним из видов круговой симметрии. Упорядоченное расположение значений длины отделов притока, оттока желудочков, их ширины составило такую числовую последовательность, в которой 1, 4, 7, 10... ее члены равнялись длине отдела притока; 2, 5, 8, 11... члены равнялись длине отдела оттока; 3, 6, 9, 12... члены – суммарной ширине этих отделов. Три соседних числа последовательности рассматривались как длины трех отрезков, которые и использовались в геометрической формуле для вычисления величины вурфа.

У плодов разного возраста величина вурфов параметров сердца близка по значению, что свидетельствует о конформно-геометрической ростовой трансформации длины, ширины, толщины органа.

Обнаружено, что у плодов с 12 недель внутриутробного развития соотношения между длиной отделов притока и оттока желудочков аналогичны таковым в постнатальном периоде онтогенеза. Динамика изменений в длину отделов притока, оттока желудочков сердца плодов соответствует параболическому типу роста (табл. 1–7). Средняя длина отдела притока левого желудочка от 13 до 40 недель увеличивается от $10,24 \pm 0,56$ мм до $33,57 \pm 0,88$ мм. У узкого сердца этот показатель за это же время возрастает от $10,75 \pm 0,44$ мм до $34,61 \pm 0,92$ мм, у широкого сердца от $10,12 \pm 0,85$ мм до $33,46 \pm 1,00$ мм, у сердца переходной формы от $8,85 \pm 0,65$ мм до $30,11 \pm 0,92$ мм.

Таблица 1

**Длина отдела притока правого желудочка сердца
плодов 13–40 недель с разной формой сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm mx$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	$6,25 \pm 0,32$	$7,36 \pm 0,41$	$6,28 \pm 0,66$	$6,83 \pm 0,36$
17–20	$12,71 \pm 0,12$	$12,89 \pm 0,38$	$11,34 \pm 0,49$	$11,30 \pm 0,61$
21–24	$11,82 \pm 0,34$	$13,06 \pm 0,64^*$	$12,38 \pm 0,43$	$12,85 \pm 0,57$
25–28	$15,64 \pm 0,67$	$16,06 \pm 0,76^*$	$15,35 \pm 0,95$	$14,67 \pm 0,67$
29–32	$18,34 \pm 0,64$	$19,03 \pm 0,81^*$	$17,67 \pm 0,65$	$17,97 \pm 0,64$
33–36	$23,57 \pm 0,54$	$24,90 \pm 0,39^*$	$22,68 \pm 0,36$	$22,38 \pm 0,56$
37–40	$29,64 \pm 0,75$	$31,31 \pm 0,75^*$	$30,49 \pm 0,45$	$29,59 \pm 0,64$

*Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце, * различия между группами статистически значимы ($p < 0,05$).*

Таблица 2

**Величина длины оттока правого желудочка
у плодов 13–40 недель при разной форме сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm m\sigma$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	8,86 ± 0,54	8,28 ± 0,34*	9,55 ± 0,62	7,47 ± 0,28
17–20	14,84 ± 0,68	15,16 ± 0,79	15,30 ± 0,48	14,27 ± 0,65
21–24	16,07 ± 0,57	18,00 ± 0,69*	15,53 ± 0,69	15,81 ± 0,74
25–28	21,53 ± 0,46	22,37 ± 0,58	22,06 ± 0,65	20,99 ± 0,48
29–32	26,49 ± 0,62	27,61 ± 0,67*	27,32 ± 0,74	24,41 ± 0,57
33–36	28,81 ± 0,95	29,34 ± 0,49	29,22 ± 0,51	27,05 ± 0,43
37–40	31,49 ± 0,57	33,78 ± 0,57*	31,44 ± 0,72	29,25 ± 0,71

*Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце, * различия между группами статистически значимы ($p < 0,05$).*

Таблица 3

**Ширина отдела притока правого желудочка сердца
плодов 13–40 недель с разной формой сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm m\sigma$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	3,85 ± 0,38	3,70 ± 0,86	4,12 ± 0,52	3,81 ± 0,78
17–20	4,85 ± 0,57	4,51 ± 0,72	5,16 ± 0,17	4,30 ± 0,34
21–24	5,42 ± 0,81	6,00 ± 0,85	5,56 ± 0,49	5,67 ± 0,64
25–28	7,65 ± 0,94	6,97 ± 0,47	8,62 ± 0,69	7,43 ± 0,81
29–32	10,35 ± 0,76	11,49 ± 0,59	9,67 ± 0,85	11,08 ± 0,86
33–36	12,85 ± 0,87	11,57 ± 0,88	13,58 ± 0,46	12,15 ± 0,66
37–40	14,33 ± 0,93	15,45 ± 0,49	13,52 ± 0,76	15,05 ± 0,50

Примечание: 1 – длинное узкое сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце.

Таблица 4

**Ширина отдела оттока правого желудочка сердца
плодов 13–40 недель с разной формой сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm mx$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	3,86 ± 0,65	3,41 ± 0,85	4,42 ± 0,85	3,56 ± 0,65
17–20	4,15 ± 0,58	3,65 ± 0,49	4,58 ± 0,65	3,65 ± 0,64
21–24	5,93 ± 0,54	3,90 ± 0,44	4,68 ± 0,45	6,47 ± 0,49
25–28	7,36 ± 0,75	7,99 ± 0,69	6,67 ± 0,64	7,84 ± 0,64
29–32	8,62 ± 0,76	7,82 ± 0,74	8,26 ± 0,75	9,08 ± 0,49
33–36	10,39 ± 0,94	11,41 ± 0,66	9,85 ± 0,74	10,30 ± 0,45
37–40	10,94 ± 0,87	11,26 ± 0,56	10,82 ± 0,55	10,22 ± 0,94

Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце.

Таблица 5

**Длина отдела оттока левого желудочка
у плодов 13–40 недель при разной форме сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm mx$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	10,24 ± 0,56	10,75 ± 0,44	8,85 ± 0,65*	10,12 ± 0,85
17–20	14,02 ± 0,68	14,31 ± 0,68	13,56 ± 0,85	14,00 ± 0,95
21–24	14,73 ± 0,76	18,00 ± 0,85	13,76 ± 0,94*	15,12 ± 0,67
25–28	20,25 ± 0,82	21,07 ± 0,75	18,33 ± 0,69*	19,57 ± 0,48
29–32	22,96 ± 0,08	23,42 ± 0,79	21,85 ± 0,85	22,34 ± 1,84
33–36	28,33 ± 0,97	28,90 ± 0,94	25,27 ± 0,52*	28,40 ± 0,96
37–40	33,57 ± 0,88	34,61 ± 0,58	30,11 ± 0,92*	33,46 ± 1,00

*Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце, * различия между группами статистически значимы ($p < 0,05$).*

Таблица 6

**Ширина отдела притока левого желудочка
у плодов 13–40 недель с разной формой сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm mx$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	2,86 ± 0,16	3,47 ± 0,28*	2,19 ± 0,29	1,93 ± 0,20
17–20	3,80 ± 0,24	4,23 ± 0,18*	3,21 ± 0,16	2,50 ± 0,36
21–24	4,05 ± 0,21	5,00 ± 0,27*	4,30 ± 0,22	3,60 ± 0,66
25–28	4,55 ± 0,34	5,10 ± 0,39*	4,36 ± 0,38	4,25 ± 0,53
29–32	5,02 ± 0,58	5,49 ± 0,86	5,28 ± 0,25	4,80 ± 0,43
33–36	7,52 ± 0,31	7,34 ± 0,61	8,00 ± 0,65	7,03 ± 0,84
37–40	8,10 ± 0,81	9,26 ± 0,55*	7,92 ± 0,58	7,16 ± 0,99

*Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, 3 – широкое короткое сердце, * различия между группами статистически значимы ($p < 0,05$).*

Таблица 7

**Ширина отдела оттока левого желудочка
у плодов 13–40 недель с разной формой сердца (мм)**

Возраст (недели)	$M = X \pm mx$	Форма сердца		
		1	2	3
13–16	2,87 ± 0,23	3,58 ± 0,32*	2,23 ± 0,13	2,25 ± 0,35
17–20	3,52 ± 0,19	3,64 ± 0,18*	3,40 ± 0,24	3,30 ± 0,26
21–24	3,78 ± 0,29	4,20 ± 0,47*	3,73 ± 0,48	3,25 ± 0,19
25–28	5,48 ± 0,45	6,10 ± 0,36*	5,24 ± 0,36	5,00 ± 0,48
29–32	7,10 ± 0,51	7,56 ± 0,72*	7,08 ± 0,65	6,21 ± 0,34
33–36	8,63 ± 0,92	9,15 ± 0,96*	8,89 ± 0,28	7,67 ± 0,81
37–40	9,00 ± 0,85	9,05 ± 1,00	8,44 ± 0,45	8,25 ± 0,98

*Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – сердце переходной формы, широкое короткое сердце. * различия между группами статистически значимы ($p < 0,05$).*

Соотношение длины отделов притока, оттока, суммарной их ширины для каждого желудочка является относительно постоянной величиной, не зависит от возраста. Пропорции соотношения размеров длины, ширины отделов притока и оттока желудочков, как и параметры сердца в целом, по мере роста, изменяются по правилам конформной симметрии, а именно, в каждый возрастной период удлинение одного из размеров согласовано с изменением двух других размеров так, что соотношение длины, ширины, толщины как и целого сердца приближаются к 1,31. Вурфы правого и левого желудочков сердца плодов близки по значению.

Проявление принципов конформной симметрии как у желудочков, так и у сердца в целом у плодов свидетельствует о том, что их развитие следует наиболее общим законам морфогенеза.

3.3. Сравнительный анализ количественных параметров сердца разной формы у плодов человека

Для успешной профилактики аномалий, врожденных заболеваний и снижения перинатальной смертности необходимы сведения о развитии органов плода. Количественная оценка внутрисердечных структур, их зависимость и взаимосвязанность у плодов изучена недостаточно. Мало исследован вопрос об индивидуальной изменчивости сердца в пренатальном периоде онтогенеза. Динамика его размеров изучена недостаточно. Исследование динамики размеров сердца, параметров камер и отверстий, соотношения их размеров, индивидуальной изменчивости органа в пренатальном периоде онтогенеза является важным звеном в раскрытии патогенеза и успешного лечения заболеваний сердца [2, 7, 9, 13–15, 18, 20, 37, 38, 47, 49, 56, 61, 65, 72].

Целью работы явилось изучение параметров сердца, его образований, их взаимосвязи с учетом формы органа, возраста и размеров плода при нормальном течении беременности.

Материал и методы исследования:

На 149 препаратах сердца плодов человека 12–32 недель методом морфометрии определялись параметры плода, его сердца, внутрисердечных образований с последующей статистической обработкой. Полученные при измерении абсолютные цифровые значения переводили

в соотношения. На основании полученных данных вычислялись относительные скорости роста в длину отделов притока, оттока желудочков сердца, определялась интенсивность их роста в длину по формулам И. И. Шмальгаузена [47]. Для описания возможной ростовой трансформации желудочков сердца использована формула для вычисления значения вурфов [27, 30]. Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение трех конформно симметричных блоков, связанных одним из видов круговой симметрии [30].

Известно, что формообразование сердца в пренатальном периоде онтогенеза заканчивается рано и в дальнейшем форма органа не меняется [4].

У плодов одного срока развития представляется возможным выделить три формы сердца: узкое длинное – с индексом менее 0,80; переходной формы – с индексом от 0,80 до 0,95 и широкие короткие с индексом более 0,95 (рис. 1).



*Рис. 1. Разные формы сердца плодов 20 недель развития.
Фото с препаратов*

Узкие длинные сердца свойственны плодам с минимальной массой, размерами окружности головы и грудной клетки, широкие короткие – плодам, имеющим максимальные указанные размеры. Линейные размеры сердца характеризуют его рост и являются наиболее информативными. Они увеличиваются с нарастанием теменно-копчиковой, теменно-пяточной длины, срока беременности. Для ширины и длины сердца максимальная константа роста отмечена в 16, 24–25 недель

внутриутробного развития. Установлено, что на протяжении 12–32 недель габаритные размеры сердца постоянно увеличиваются. Динамика развития сердца в пренатальном периоде онтогенеза соответствует особенностям проявления параболического типа роста, являющегося одной из биологических закономерностей [9, 47]. Рост сердца человека в пренатальном периоде онтогенеза следует рассматривать в виде сложного волнообразного процесса, так как изменение относительных скоростей роста органа в длину, ширину и толщину происходит с разным периодом колебаний. Анализ корреляционной зависимости линейных размеров сердца от размеров и веса плода показал, что с увеличением срока гестации наблюдается усиление корреляционных связей между параметрами сердца и размерами плода [9]. Установлено, что длина, ширина и толщина сердца в первой половине беременности слабо связаны с весом плода и окружностью грудной клетки, тогда как во второй половине беременности между этими показателями устанавливаются положительные коррелятивные связи. Известно, что вес сердца относительно веса тела с возрастом уменьшается [9]. Связь между весом сердца и весом плода принято выражать через кардиофетальный индекс. На протяжении 12–32 недель кардиофетальный индекс изменяется в пределах 0,71–0,81. По сравнению с длиной сердца наиболее варибельным параметром представляется его ширина, наименьшим по абсолютной величине – толщина. Длина пути притока, оттока желудочков преобладает у узких длинных сердец. Площади отверстий верхней и нижней полых вен, правого предсердно-желудочкового отверстия больше у широких коротких сердец. Наибольшие размеры отверстий аорты, легочного ствола, левого предсердно-желудочкового отверстия обнаружены у сердец переходной формы. От формы сердца не зависят соотношения ширины отдела притока к ширине отдела оттока, длины отдела притока к длине отдела оттока левого желудочка, длины отдела притока правого желудочка к длине притока левого желудочка, длины пути оттока правого желудочка к длине пути оттока левого желудочка. В 12–32 недели проявляется относительное постоянство соотношений между размерами различных отделов сердца, не зависящее от возраста, но связанное с формой органа. Отношение длины отдела притока длине отдела оттока правого желудочка у узких длинных сердец от 13 до 32 недель изменяется от $0,74 \pm 0,06$ до $0,77 \pm 0,05$; у сердец переходной формы – от $0,70 \pm 0,06$ до $0,75 \pm 0,04$. Во всех возрастных группах это отношение максимально по величине

у узких длинных сердец (табл. 1). Рост в длину отделов притока, оттока желудочков сердца относится к параболическому типу. На протяжении внутриутробного развития тенденция роста характерна для длины отделов притока, оттока как правого, так и левого желудочков. Относительная скорость роста в длину для указанных отделов желудочков возрастает в 16, 24, 32 недели. Константа роста в длину отделов притока, оттока желудочков наиболее высока в 16 недель внутриутробного развития (1,7–2,7). К 20 неделям она уменьшается и вновь возрастает в 24 (1,25–1,38) и 32 недели развития (0,8–1,2). Колебания значений константы роста свидетельствуют о возрастных изменениях его интенсивности, указывают на проявление закона периодичности роста. У плодов рост в длину отделов притока, оттока желудочков неравномерен и происходит параллельно увеличению длины сердца. Такая зависимость является одним из проявлений параболического роста.

Таблица 1

**Отношение длины отдела притока
к длине отдела оттока правого желудочка
у плодов с разной формой сердца (отн. ед.)**

Возраст (недели)	$M \pm m$	Узкое длинное	Переходное	Широкое короткое
13–16	0,71 ± 0,05	0,74 ± 0,06	0,70 ± 0,06	0,71 ± 0,08
17–20	0,74 ± 0,02	0,75 ± 0,07	0,71 ± 0,05	0,73 ± 0,06
21–24	0,76 ± 0,08	0,81 ± 0,05	0,71 ± 0,03	0,71 ± 0,04
25–28	0,75 ± 0,03	0,76 ± 0,03	0,74 ± 0,06	0,73 ± 0,07
29–32	0,76 ± 0,02	0,77 ± 0,05	0,75 ± 0,04	0,75 ± 0,08

Отношение длины отдела притока к длине отдела оттока левого желудочка в среднем на протяжении 13–32 недель не изменяется (табл. 2). У узкого сердца у плодов разного возраста колебания величины этого показателя происходят от 0,81 до 0,90; у сердца переходной формы от 0,82 до 0,86; у широкого короткого сердца – от 0,79 до 0,91. У узкого сердца отношение ширины отдела притока к ширине отдела оттока колеблется от $0,87 \pm 0,09$ до $1,02 \pm 0,07$; у сердца переходной формы – от $0,55 \pm 0,07$ до $1,10 \pm 0,05$; у широкого короткого сердца – от $0,72 \pm 0,06$ до $0,95 \pm 0,05$.

Высота и ширина предсердий у широких сердец больше, чем у узких сердец. Величина отношения ширины синусной части к ее длине, ширины трабекулярной части к длине пути оттока правого желудочка, ширины отдела притока к ширине отдела оттока левого желудочка максимальна по значению у узких длинных сердец и минимальна у широких коротких сердец. По формуле для определения вурфа [68–71] были вычислены соотношения между тремя размерами: длиной, шириной и толщиной сердца; длиной расстояния между отверстиями полых вен, путей притока и оттока правого желудочка; длиной синусной, трабекулярной, конусной частей правой стороны межжелудочковой перегородки; длиной путей притока, оттока желудочков, их шириной.

Таблица 2

Отношение длины пути отдела притока к длине отдела оттока левого желудочка у плодов с разной формой сердца (отн.ед)

Возраст (недели)	$M \pm m$	Узкое длинное	Переходное	Широкое короткое
13–16	0,89 ± 0,06	0,90 ± 0,07	0,86 ± 0,09	0,87 ± 0,09
17–20	0,81 ± 0,08	0,81 ± 0,06	0,82 ± 0,08	0,79 ± 0,08
21–24	0,87 ± 0,05	0,90 ± 0,08*	0,84 ± 0,06	0,91 ± 0,07*
25–28	0,85 ± 0,05	0,81 ± 0,10	0,84 ± 0,08	0,89 ± 0,09
29–32	0,81 ± 0,06	0,85 ± 0,09	0,82 ± 0,06	0,80 ± 0,11

Величина вурфа указанных размеров для сердец переходной формы в каждом возрастном промежутке оказывалась близкой к 1,31, отклоняясь не более, чем на 5%. Для узких длинных сердец и широких коротких сердец в половине наблюдений отклонение вурфа от величины 1,31 составило больше 5%. Учитывая обстоятельство пропорциональности роста размеров органа можно сделать вывод, что сердце переходной формы имеет более гармоничное соотношение размеров. В построении сердца и его камер реализуется принцип конформной симметрии, определяя сходство в многообразии форм органа. По соотношению линейных размеров сердце переходной формы наиболее гармонично. При анализе количественных параметров образований правого желудочка в сердцах разной формы у плодов одного возраста

представляется возможным установить, что у узких длинных сердец наибольшее количество размеров имеют максимальный прирост. Сердца переходной формы обладают наибольшим количеством параметров, имеющим минимальный прирост на протяжении рассматриваемого периода. Не зависят от формы сердца ширина отделов притока и оттока правого желудочка, ширина трабекулярной части правого желудочка, толщина его стенки. Отношение длины пути притока к длине пути оттока правого желудочка минимально у сердец переходной формы.

В процессе исследования установлено, что предсердно-желудочковый пучок и синусная часть межжелудочковой перегородки образуют корреляционную пару. Обращалось внимание на отношение ширины синусной части правой стороны межжелудочковой перегородки к ее длине (табл. 3). Отношение ширины синусной части к ее длине от 13 до 32 недель в среднем изменяется у узкого длинного сердца от $0,81 \pm 0,15$ до $0,95 \pm 0,09$; у сердца переходной формы – от $1,13 \pm 0,08$ до $1,16 \pm 0,05$; у широкого короткого сердца – от $1,10 \pm 0,08$ до $1,15 \pm 0,04$. Не прослеживается тенденция изменения величины этого соотношения с возрастом.

Таблица 3

**Отношение ширины синусной части
правой стороны межжелудочковой перегородки к ее длине
у плодов с разной формой сердца (отн.ед)**

Возраст (недели)	$M \pm m$	Узкое длинное	Переходное	Широкое короткое
13–16	$1,08 \pm 0,06$	$0,81 \pm 0,15$	$1,13 \pm 0,08$	$1,10 \pm 0,08$
17–20	$0,93 \pm 0,05$	$0,83 \pm 0,06$	$1,09 \pm 0,09$	$0,80 \pm 0,07$
21–24	$1,14 \pm 0,08$	$0,89 \pm 0,04$	$1,16 \pm 0,05$	$1,19 \pm 0,06$
25–28	$1,15 \pm 0,16$	$0,91 \pm 0,05$	$1,19 \pm 0,06$	$1,17 \pm 0,08$
29–32	$1,13 \pm 0,06$	$0,95 \pm 0,09$	$1,16 \pm 0,05$	$1,15 \pm 0,04$

Таким образом, исследования показали, что для формы и линейных размеров сердца, его камер и отверстий у плодов 13–32 недель развития характерна выраженная индивидуальная изменчивость. В пренатальном периоде развития представляется возможным выделить три формы сердца: узкое длинное, переходное, широкое короткое. Каждой форме сердца соответствует специфический комплекс параметров

органа, сохраняющийся на протяжении 13–32 недель развития. Для узкого длинного сердца характерны: минимальные вес, высота и ширина правого предсердия, площадь отверстий полых вен, аорты, легочного ствола, правого и левого предсердно-желудочковых отверстий, толщины стенки левого желудочка; максимальные размеры длины путей притока и оттока желудочков, длины трабекулярной части межжелудочковой перегородки, ширины отделов притока и оттока левого желудочка. Широкое короткое сердце отличается максимальной массой, высотой и шириной правого предсердия, длиной конусной части межжелудочковой перегородки, площадью отверстий полых вен. Сердце переходной формы имеет максимальные размеры площади левого предсердно-желудочкового отверстия, аорты, минимальные размеры длины пути притока и оттока левого желудочка, длины трабекулярной части межжелудочковой перегородки. В пренатальном периоде онтогенеза проявляется относительное постоянство соотношений между размерами различных размеров сердца, не зависящее от возраста, но связанное с формой сердца. По формуле для определения вурфа были вычислены соотношения между длиной, шириной и толщиной сердца. Вурфы для сердец переходной формы в каждом возрастном промежутке оказывались близкими к 1,31, отклоняясь не более, чем на 5%. Для узких длинных и широких коротких сердец в половине наблюдений отклонение вурфа от величины 1,31 составляло больше 5%. Учитывая обстоятельство пропорциональности роста размеров органа, можно сделать вывод, что сердце переходной формы имеет более гармоничное соотношение размеров. В построении сердца и его камер реализуется принцип конформной симметрии, определяя сходство в многообразии форм органа. По соотношению линейных размеров сердце переходной формы наиболее гармонично.

3.4. Закономерности связей между анатомическими образованиями камер сердца плодов человека

Знание количественных соотношений внутрисердечных структур в нормально сформированном сердце необходимо для осуществления оперативных вмешательств, направленных на их восстановление. Многие аспекты анатомии сердца недостаточно освещены, одним из них является количественная оценка внутрисердечных структур.

Морфометрия образований камер сердца обеспечивает строгое анатомическое обоснование хирургического вмешательства. Решение об охране здоровья невозможно без глубокого изучения основных закономерностей индивидуального развития и выяснения механизмов, регулирующих функции органов в пре- и постнатальном периодах онтогенеза. Внимание к индивидуальной и возрастной изменчивости анатомических образований камер сердца плода человека обусловлено появлением фетальной медицины – новейшего направления современной медицинской науки. Новые диагностические технологии сделали доступной визуализацию структур сердца плода. Раннее выявление структурных аномалий сердца позволяет повысить качество неонатологической помощи и уменьшить младенческую смертность [3].

Цель работы: изучение закономерностей связей между образованиями камер сердца плода с учетом его возраста и формы органа, пропорций двойных отношений или вурфов, являющихся инвариантами проективной и конформной геометрий.

Материал и методы исследования: материалом послужили 149 препаратов сердца плодов человека 13–36 недель развития с учетом формы органа, возраста и размеров тела при нормальном течении беременности. По аналогии с кинематической схемой тела человека параметры сердца плодов (длина, ширина, толщина), анатомических образований его камер представлены в виде трехчленного блока. Использована формула для вычисления вурфов [27, 30, 31].

$$A \text{ ————— } B \text{ ————— } C \text{ ————— } D$$

где $A - B$ – длина сердца;

$B - C$ – ширина сердца;

$C - D$ – толщина сердца.

Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение величины трех конформно симметричных блоков (отрезков или членов числовой последовательности, связанных одним из видов круговой симметрии).

По полученным данным, у плодов разного возраста величина вурфов параметров сердца близка по значению, что свидетельствует о конформно-геометрической ростовой трансформации длины, ширины, толщины органа. У плодов разного возраста выявлены три формы сердца: широкое короткое, длинное узкое и сердце переходной формы.

Проведены антропометрические исследования анатомических образований камер сердца с целью выявления и описания гармоничных пропорций между ними. По аналогии с трехчленными кинематическими блоками опорно-двигательного аппарата для расчета вурфа между параметрами образований внутри камер сердца использованы три значения измеряемых анатомических образований с учетом возраста плода и формы сердца.

По формуле для вычисления вурфа использованы:

а) ширина и высота правого предсердия, длина расстояния между отверстиями полых вен (табл. 1);

б) величина площади отверстий полых вен и правого предсердно-желудочкового отверстия (табл. 2);

в) длина синусной и трабекулярной частей правого желудочка (в отделе притока и оттока).

Числовые значения указанных параметров можно представить в виде вурфа (вурфовой пропорции). Независимо от возраста и формы сердца значения вурфа группируются вокруг величины 1,3. Среднее значение вурфовой пропорции площади отверстий верхней и нижней полых вен и площади правого предсердно-желудочкового отверстия у плодов с узким длинным сердцем составило 1,308; у сердец переходной формы – 1,270; у широких коротких сердец – 1,318 (табл. 2).

Таблица 1

Значения вурфов (W) трехчленного блока, состоящего из ширины правого предсердия, его высоты и длины расстояния между отверстиями полых вен у плодов человека 13–36 недель при разной форме сердца, отн. ед.

Возраст (недели)	Значения вурфа, отн. ед. формы сердца		
	1	2	3
13–16	1,29	1,28	1,23
17–20	1,30	1,30	1,31
21–24	1,33	1,31	1,40
25–28	1,30	1,28	1,27
29–32	1,28	1,32	1,40
33–36	1,34	1,34	1,28

Примечание: 1 – узкое длинное сердце, 2 – переходная форма сердца, 3 – широкое короткое сердце.

Таблица 2

**Значения вурфов трехчленного блока,
состоящего из величины площади отверстий верхней и нижней
полых вен и правого предсердно-желудочкового отверстия
у плодов 13–36 недель с разной формой сердца, отн. ед.**

Возраст (недели)	Значения вурфа, отн. ед. формы сердца		
	1	2	3
13–16	1,32	1,26	1,23
17–20	1,34	1,28	1,32
21–24	1,40	1,33	1,41
25–28	1,30	1,27	1,27
29–32	1,23	1,23	1,40
33–36	1,26	1,28	1,28

Примечание: 1 – узкое длинное сердце; 2 – переходная форма сердца, 3 – широкое короткое сердце.

Величина вурфа длины синусной части, трабекулярной части (в отделе притока и оттока) правого желудочка в сердце переходной формы варьировала от 1,23 до 1,29. Таким образом, площади отверстий полых вен, правого предсердно-желудочкового отверстия по аналогии с трехчленными блоками опорно-двигательного аппарата можно представить в виде трехчленного блока. Подобным образом связаны друг с другом ширина и высота правого предсердия и величина расстояния между отверстиями полых вен, длина синусной и трабекулярной части правого желудочка (в отделе притока и оттока). Произведенные расчеты показали, что цифровые значения вурфов площади отверстий полых вен, правого предсердно-желудочкового отверстия у плодов 13–36 недель независимо от возраста и формы сердца приближаются к 1,309 («золотому вурфу»). Соотношения между величиной площади отверстий полых вен и правого предсердно-желудочкового отверстия образуют гармоничную вурфовую пропорцию, близкую к значению 1,31. Величина вурфа между параметрами правого предсердия и длиной расстояния между отверстиями полых вен также близка к 1,31. У плодов разного возраста рост сердца происходит с сохранением величины вурфа каждого указанного трехчленного блока.

В литературе отмечаются разные подходы к изучению формообразования в живой природе. В многочисленных публикациях приводятся утверждения о том, что строение каждого органа определяется эволюционным приспособлением к условиям окружающей среды и к функциональным нагрузкам. Другой подход утверждает, что строение биологических тел не только определяется условиями окружающей среды. Появились работы о строении биологических тел по принципу их формирования из конформно симметричных блоков [27, 30–33]. По мнению С. В. Петухова [30, 31] явление симметрии в формах биологических тел служит одним из основных положений о существовании специфических законов морфогенеза. Автор считает, что тело человека несет в себе целую совокупность соседствующих конформных систем координат, на согласованной работе которых организм строит свои пространственные представления. Согласно работам С. В. Петухова [30–33] особенности кинематической схемы тела человека определяются параллельным существованием в ней относительно неизменных вурфовых пропорций, величина которых определяется филлотаксисными законами морфогенеза, и нефиллотаксисных аффинных пропорций, через изменения которых организм приспособляется к специальному образу жизни и действий. Критерием конформной симметрии между блоками из трех последовательных отрезков прямых является вурф. Выводы С. В. Петухова были подтверждены исследованиями Р. Т. Нигматуллина с соавторами [27] при изучении лица и черепа человека. Одной из значительных проблем является решение вопроса о значении загадки формирования биологических тел, которые кроются в конформном характере пространства. В процессе работы использован новый подход в оценке связей между параметрами сердца и образований его камер у плодов разного возраста.

3.5. Феномен конформного роста сердца человека в онтогенезе

Изучение пропорций тела человека исторически основано на выявлении связей между его частями. Исследование анатомических образований производилось с использованием показателя «золотого сечения». Основные подходы были основаны на евклидовой геометрии. Показатели «золотого сечения» математически выражаются формулой:

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,618$$

Геометрически пропорции «золотого сечения» определялись на основе измерения двух отрезков:

$$\frac{CB}{AC} = \frac{AC}{AB}$$

A _____ C _____ B

Однако, в теле человека преобладают трехчленные блоки. На 501 препарате плодов (12–32 недели), детей, взрослых людей обоего пола разного возраста определялись параметры сердца (длина, ширина, толщина) и длина отделов притока, оттока, суммарная их ширина у каждого желудочка, которые представлены как трехчленные кинематические блоки. Согласно формуле для вычисления вурфа [30] показатели вурфа сердца и его камер были вычислены с учетом пола, возраста и формы органа. Обнаружено, что соотношение параметров самого сердца, его желудочков относительно постоянная величина, приближается по значению к 1,31 («золотому вурфу») у плодов и в постнатальном периоде онтогенеза. Рост органа происходит с сохранением величины вурфа. «Золотой вурф» – трехчленный канон человеческого тела. Система «золотого вурфа» обладает особой эстетичностью связи с их реализацией в человеческом теле. Выявленную линейную зависимость между длиной отделов притока, оттока желудочков, их шириной можно рассматривать как биомеханическую константу, регулирующую соразмерность изменений указанных параметров.

ГЛАВА IV. ПРИНЦИП КОНФОРМНОЙ СИММЕТРИИ В СТРОЕНИИ ЛЕГКИХ ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА

Явление симметрии в формах биологических тел давно служило одним из основных положений о существовании специальных законов морфогенеза. Ю. А. Урманцевым [41, 42]. С. В. Мейен, Б. С. Соколовым, Ю. А. Шрейдером [21] установлено, что многообразие форм и структурализация биологических тел далеко не полностью определены условиями окружающей среды и функциональной оптимизацией. Проведя ряд исследований Ю. А. Урманцев [41, 42], И. И. Шафрановский [46] пришли к выводу, что в формообразовании биологических тел разных уровней организации и классов обнаруживаются одни и те же принципы симметрии, отличающиеся характерной связью с рядом чисел Фибоначчи. А. Фрей-Вислинг [44] установил проявления филлотаксисных закономерностей не только на уровне целых организмов и органов, но и на уровне биологических молекул. Универсальность законов гармонии и распространение их на биологические системы подтверждены работами Д. В. Наливкина [25], С. В. Петухова [30], результаты этих исследований позволили предположить, что в формообразовании легких остается своя независимая от функции упорядоченность, своя закономерная система [5, 8, 10, 24]. Существование круговых преобразований и симметрий во всей живой природе как при нормальном, так и при патологическом формообразовании является теоретическим обоснованием количественного описания легких. Г. А. Добровольский, В. А. Осипова [8] исследовали фактор симметрии в морфологии легких. Они установили, что легкие построены по принципу шаровидной и двубоковой симметрии, нарушающейся в сторону преобладания правого легкого, что обуславливает асимметричность процесса адаптации: в его начале, активнее изменения правого легкого, позже – левого легкого. По мнению С. В. Петухова [30–33] в многообразии форм есть своя, независимая от функции закономерная система. Исследование морфогенеза легких на ранних этапах развития является не только теоретической, но и большой практической задачей. Успехи в лечении можно достичь только после глубокого овладения законами гармонического построения архитектоники органа. Принимая во внимание многочисленные сведения о влиянии законов симметрии на формообразовательные процессы, для оценки гармоничности органогенеза

легких при нормальном течении беременности была вычислена величина вурфа. На 93 препаратах правого и левого легких плодов человека 13–36 недель определялась длина переднего и заднего края каждого легкого и длина его основания.

Г. Г. Автандилов [1] длину легких определяет как наибольший вертикальный размер, ширину – как наибольший поперечный размер, толщину как передне-задний размер на уровне середины легкого. Три соседних числа последовательности интерпретировались как длины трех отрезков, которые использовались в формуле для вычисления вурфа. Кроме того, определялись длина, ширина и толщина каждой доли каждого легкого (табл. 1–3).

Таблица 1

Средние значения линейных размеров долей левого легкого по неделям пренатального периода развития ($M \pm m$, мм)

Возраст (недели)	Верхняя доля			Нижняя доля		
	A	B	C	A	B	C
9–12	10,31 ± 0,35	3,70 ± 0,24	7,07 ± 0,59	8,20 ± 0,26	5,18 ± 0,76	4,69 ± 0,29
13–16	16,67 ± 0,45	5,11 ± 0,43	12,11 ± 0,69	13,67 ± 0,70	7,33 ± 0,46	7,22 ± 0,56
17–20	27,72 ± 0,61	7,59 ± 0,33	19,69 ± 0,55	21,77 ± 0,58	12,72 ± 0,23	12,03 ± 0,55
21–24	29,06 ± 0,22	7,62 ± 0,37	20,27 ± 0,38	23,43 ± 0,43	12,43 ± 0,64	13,60 ± 0,59
25–28	34,58 ± 0,64	9,00 ± 0,54	21,86 ± 0,32	26,65 ± 0,38	16,00 ± 0,35	15,50 ± 0,43
29–32	43,83 ± 0,34	11,63 ± 0,37	30,47 ± 0,52	29,07 ± 0,27	18,32 ± 0,71	16,80 ± 0,25
33–36	48,58 ± 0,52	16,39 ± 0,41	31,77 ± 0,27	31,53 ± 0,54	22,50 ± 0,53	18,00 ± 0,34
37–40	55,00 ± 0,43	21,54 ± 0,12	36,59 ± 0,20	36,12 ± 0,63	26,69 ± 0,31	28,09 ± 0,13

*Примечание: A – длина долей; B – ширина долей; C – толщина долей; * при сравнении данных каждого срока с предыдущим, различия значимы при $P < 0,05$.*

Таблица 2

Средние значения линейных размеров долей правого легкого по неделям пренатального периода развития ($M \pm m$, мм)

Возраст (нед.)	Верхняя доля			Средняя доля			Нижняя доля		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
9–12	6,79 ± 0,35	4,4 ± 0,51	8,57 ± 0,43	4,35 ± 0,29	3,02 ± 0,15	7,01 ± 0,23	8,86 ± 0,19	5,85 ± 0,41	4,92 ± 0,13
13–16	9,00 ± 0,28	5,88 ± 0,45	10,75 ± 0,33	7,60 ± 0,22	4,44 ± 0,48	11,44 ± 0,86	15,27 ± 0,22	8,00 ± 0,38	7,67 ± 0,15
17–20	17,33 ± 0,16	10,01 ± 0,21	21,37 ± 0,16	11,56 ± 0,45	7,69 ± 0,61	20,27 ± 0,85	21,67 ± 0,29	13,17 ± 0,42	13,57 ± 0,19
21–24	17,35 ± 0,12	10,50 ± 0,36	22,11 ± 0,29	12,33 ± 0,37	7,98 ± 0,37	20,78 ± 0,87	21,98 ± 0,34	13,37 ± 0,45	13,78 ± 0,23
25–28	19,00 ± 0,24	14,05 ± 0,23	27,29 ± 0,14	15,91 ± 0,64	10,05 ± 0,78	24,61 ± 0,45	31,06 ± 0,42	16,23 ± 0,48	15,84 ± 0,29
29–32	28,80 ± 0,11	14,45 ± 0,21	28,97 ± 0,48	16,97 ± 0,99	10,17 ± 0,53	27,80 ± 0,43	32,66 ± 0,48	20,37 ± 0,51	16,87 ± 0,31
33–36	29,02 ± 0,18	15,49 ± 0,41	33,59 ± 0,34	18,46 ± 0,94	11,99 ± 0,46	31,20 ± 0,37	33,08 ± 0,51	23,51 ± 0,60	20,20 ± 0,43
37–40	32,10 ± 0,38	20,22 ± 0,17	39,85 ± 0,27	24,09 ± 0,71	14,25 ± 0,57	39,48 ± 0,81	33,94 ± 0,63	28,12 ± 0,57	25,87 ± 0,52

*Примечание: A – длина долей; B – ширина долей; C – толщина долей; * при сравнении данных каждого срока с предыдущим, различия значимы при $P < 0,05$.*

Таблица 3

Средние значения линейных размеров правого и левого легких по неделям пренатального периода развития ($M \pm m$, мм)

Возраст (недели)	Линейные размеры					
	длина		ширина		толщина	
	правое	левое	правое	левое	правое	левое
9–12	9,38 ± 0,26	9,06 ± 0,31	4,94 ± 0,20	4,48 ± 0,27	9,44 ± 0,55	8,23 ± 0,38
13–16	13,51 ± 0,70*	14,61 ± 1,04	7,33 ± 0,82	6,22 ± 0,52	16,07 ± 1,24	13,78 ± 1,19
17–20	21,43 ± 0,80*	22,80 ± 1,00	10,69 ± 0,65*	9,92 ± 0,69*	26,90 ± 0,97	24,64 ± 1,03

Окончание таблицы 3

Возраст (недели)	Линейные размеры					
	длина		ширина		толщина	
	правое	левое	правое	левое	правое	левое
21–24	22,09 ± 0,58	24,21 ± 0,88	12,07 ± 0,43	11,01 ± 0,38	29,01 ± 0,69	26,55 ± 0,59
25–28	27,35 + 1,43*	28,88 + 0,73	16,06 + 0,75*	16,68 + 0,48	35,00 + 0,91	32,22 + 1,11
29–32	34,50 + 0,91*	37,47 + 0,82	17,83 + 0,88	17,73 + 0,87	36,67 + 0,82	34,83 + 0,65
33–36	41,23 + 0,82*	43,70 + 0,96	20,98 + 0,52	20,04 + 0,31	42,50 + 0,73	37,50 + 0,91
37–40	42,82 + 0,73	44,22 + 1,09	24,80 + 0,86*	23,45 + 0,82	58,66 + 1,28	41,00 + 0,81

Примечание: * при сравнении данных каждого срока с предыдущим, различия значимы при $P < 0,05$.

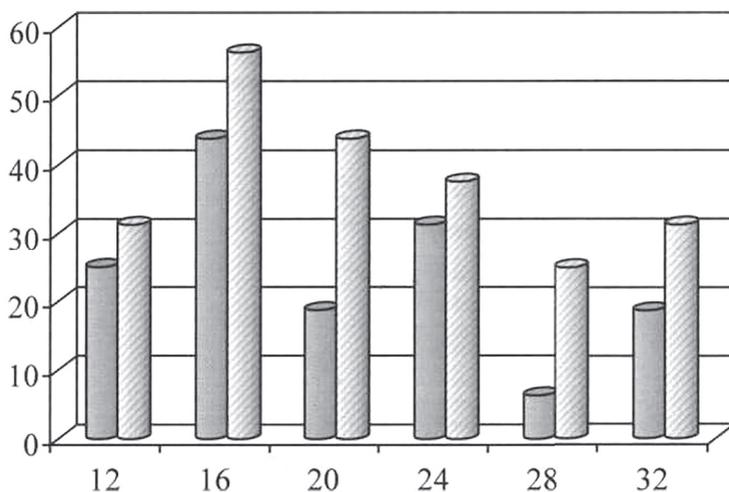


Рис. 1. Процентное соотношение корреляционных связей сильной и средней силы с 12 по 32 недели внутриутробного развития. По оси абсцисс – возраст; ординат – (%). 1 – корреляционная сильной силы; 2 – корреляционная связь средней силы

Длина всех долей правого и левого легких к 20 неделям развития возрастает более, чем в 2,5 раза по сравнению с таковой в 12 недель. К моменту рождения верхние доли правого и левого легких в длину увеличиваются более, чем в 5 раз, нижние доли более, чем в 4 раза, средняя доля правого легкого – в 6 раз. Ширина всех долей правого и левого легких с 12 по 40 неделю развития увеличивается в 5–7 раз [24]. Толщина долей правого и левого легких с 12 по 40 неделю развития увеличивается более, чем в 6 раз у нижних долей и более, чем в 5 раз у верхних и средней долей правого и левого легких. Для роста долей одного и того же легкого в длину, ширину и толщину периоды активного и замедленного роста чередуются. Каждая доля имеет свои собственные ей пропорции по отношению к параметрам целого легкого. Если какая-либо доля легких увеличивается пропорционально больше обычных величин, соседние доли пропорционально уменьшают свой рост, не достигая средних величин (рис. 2). Рост легкого в различные периоды времени происходит за счет поочередного роста его долей. Правое легкое в 16 недель увеличивается в длину за счет роста средней доли, у левого легкого – нижней доли, в 20 недель максимально в длину растут верхние доли обоих легких. В 24 и 36 недель отмечен медленный рост всех долей легких в длину. В 28 недель правое легкое увеличивается в длину за счет роста нижней доли. У левого легкого с 28 по 36 неделю в длину растет верхняя доля, а в 40 недель – нижняя доля. В 32 недели у правого легкого быстрый рост в длину происходит у верхней доли и в 40 недель вновь растет средняя доля (рис. 2).

Важным этапом количественной характеристики процессов взаимосвязи является корреляционный анализ. Для выявления связи между параметрами легких и размерами плодов были вычислены коэффициенты корреляции между парами признаков в первой и второй половинах беременности. На протяжении всего внутриутробного периода установлена сильная положительная связь между теменно-копчиковым размером плода и длиной обоих легких. Проведенный корреляционный анализ между параметрами правого и левого легких и между линейными размерами в пределах одного легкого показывает, что наибольший процент сильных корреляционных связей наблюдается в возрасте 16 и 24 недели развития (рис. 1).

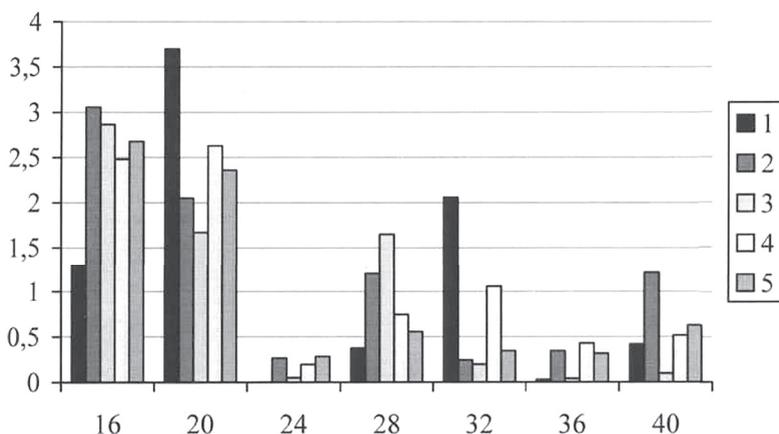


Рис. 2. Относительные скорости роста в длину долей легких у плодов 16–40 недель развития. По оси абсцисс – возраст, недели; ординат – относительная скорость роста (% / нед.). 1 – длина верхней доли правого легкого; 2 – длина средней доли правого легкого; 3 – длина нижней доли правого легкого; 4 – длина верхней доли левого легкого; 5 – длина нижней доли левого легкого.

Попытка найти математическую формулу, которая явилась бы своеобразной моделью для описания формы легких свелась к использованию геометрической формулы для вычисления значений вурфов:

$$W = (Fn + Fn 1) \times (Fn 1 + Fn 2) / (Fn + Fn 1 + Fn 2) \times Fn 1,$$

где n – порядковый номер числовой последовательности. Упорядоченное расположение значений длины переднего края, длины заднего края и длины нижнего края составило такую числовую последовательность, в которой 1, 4, 7, 10... ее члены равнялись длине переднего края легкого; 2, 5, 8, 11... члены равнялись длине заднего края; 3, 6, 9, 12... члены – длине нижнего края. Три соседних числа последовательности интерпретировались как длины трех отрезков, которые и использовались в геометрической формуле для вычисления величины вурфа.

$$(a + b) \times (b + c) / (A + B + C) \times B,$$

где a – длина переднего края легкого, b – длина заднего края, c – длина основания легкого. Значения вурфов для каждого возрастного периода приведены в таблице 4. Среднее значение вурфа, вычисленное для каждой возрастной группы, колеблется от 1,26 до 1,33 для правого легкого и от 1,23 до 1,35 у левого легкого. Эти колебания происходят в пределах 5% от цифры 1,31 – величины «золотого» вурфа. Соотношение трех линейных размеров правого и левого легких (длина переднего края, длина заднего края, длина основания) является относительно постоянной величиной и не зависит от возраста. Примечательно, что изменение значений вурфов от одной возрастной группы к другой носит колебательный характер у левого легкого, что, по – видимому, можно связать с рядом расположенным сердцем, а в позднем плодном периоде отмечены незначительные колебания (рис. 3). У правого легкого изменение значений вурфа относительно постоянно до 24 недель развития, в позднем плодном периоде отмечены незначительные колебания. Вурфы правого и левого легких близки по значению (рис. 3). Таким образом, в процессе роста легких пропорции между длиной переднего края, длиной заднего края и длиной основания изменяются по правилам конформных преобразований, а именно, изменение одного размера согласовано с изменением двух других так, что в любой момент времени остается неизменным и равным 1,31.

Учитывая, что в морфогенезе реализуются не предельные, а начальные члены вурфовой последовательности, в то время как именно предельные ее члены стремятся к «золотому» вурфу, С. В. Петухов [30] считает допустимым разброс величины вурфа в пределах 5% от 1,31, а в отдельных случаях до 9%.

Одним из атрибутов вурфовой последовательности является ее способность сходиться к своему пределу осцилляторным образом [25, 42]. Средние значения вурфов правого и левого легких, вычисленные у плодов разного возраста, также образуют волнообразную кривую, что еще раз подтверждает наличие закономерной связи между линейными размерами легких, на которых построена вурфовая последовательность. Любое двухчленное соотношение размеров зависит от возраста, в то время как значение вурфа определяет соотношение сразу трех линейных размеров и не зависит от возраста. Следовательно, формула для вычисления вурфа может использоваться в качестве своеобразной модели и рекомендоваться для описания легких в пренатальном периоде развития. Проявление конформной симметрии в про-

цессе формообразования легких является не единственным примером связи филлотаксисных закономерностей морфогенеза и принципов строения организма человека. По мнению В. В. Гинзбурга (1963) развитие зародыша у человека происходит со спиралевидной закруткой вокруг главной оси, что с одной стороны является важной чертой филлотаксиса, а с другой стороны, обуславливает морфологическую асимметрию тела человека и животных. Д. В. Наливкин [25] и Ю. А. Урманцев [42] утверждают, что формообразование в живой природе проявляется в реализации не только рекуррентных пара – и ортостихной последовательностей, построенных на числах Фибоначчи, но и в вурфовой последовательности, что лежит в основе построения биологических тел из конформно-симметричных блоков. О морфологическом значении конформных преобразований свидетельствует и анализ возрастных изменений звеньев опорно-двигательного аппарата, формы черепа, сердца [9, 37]. Изучение симметрий в биологических объектах является новым подходом в анализе органических форм, который позволяет в их многообразии увидеть упорядоченность, независимую от функции [21]. При анализе возрастной динамики каждого из линейных размеров в отдельности установлено изменение их в соответствии с законами роста И. И. Шмальгаузена [47]. Соотношение линейных размеров, вычисленное определенным образом, свидетельствует о существовании еще одной закономерности морфогенеза – проявлении конформной симметрии в формировании легких.

Таблица 4

**Значение вурфов правого и левого легких
пренатального периода онтогенеза, отн. ед.**

Возраст (недели)	Значение вурфа		Отклонение вурфа от «1,31»	
	Правое легкое	Левое легкое	Правое легкое	Левое легкое
17–20	1,31	1,29	0	1,52
21–24	1,31	1,29	0	1,52
25–28	1,33	1,27	1,52	3,05
29–32	1,32	1,27	0,76	3,05
33–36	1,26	1,23	3,81	2,29

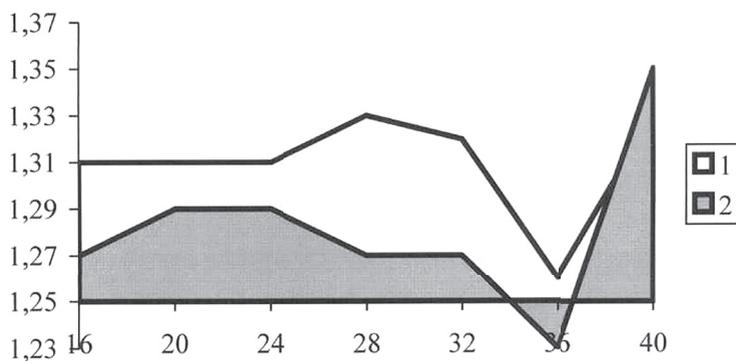


Рис. 3. Кривые значений вурфов правого и левого легких у плодов. По оси абсцисс – возраст плода, недели; по оси ординат значение вурфа, отн. ед. ; 1 – правого легкого; 2 – левого легкого

Таким образом, в формообразовании легких реализуется принцип конформной симметрии как наиболее общая закономерность морфогенеза. Динамика изменения линейных размеров легких плодов соответствует параболическому типу роста.

В росте легких и грудной клетки отмечается синхронность в ранний и средний плодный периоды, в позднем плодном периоде выявлен асинхронный характер роста. В росте долей правого и левого легких прослеживаются законы чередований и пропорций. На протяжении внутриутробного развития для долей легких периоды активного и замедленного роста чередуются. Если в легких одна из долей увеличивается пропорционально больше обычных величин, другие доли пропорционально уменьшают свой рост. В целом на протяжении пренатального периода онтогенеза рост обоих легких равномерный и гармоничный за счет поочередного роста его долей.

ГЛАВА V. КОНФОРМНАЯ СИММЕТРИЯ В СТРОЕНИИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

Определение пропорций различных частей человеческого тела всегда привлекало внимание художников, скульпторов, биологов. Изучение законов и алгоритмов формирования организма является одним из важных направлений биологии развития. Многие органические тела построены по принципу многоступенчатой симметрии блоков, что проявляется в кинематической схеме тела человека. Геометрические пропорции длины трехчленных единиц в теле представлены в виде «золотого вурфа», который равен двойному отношению четырех точек и трех отрезков на прямой *ABCD*: *AB*, *BC*, *CD*, содержащие характеристики, не изменяющиеся при формальном преобразовании, предельное значение 1,309 [27, 30].

Целью проведенного исследования было оценить значимость вурфа и применение принципа конформной симметрии в строении постоянных зубов верхней и нижней челюстей взрослых людей обоего пола. Исследование включало измерения линейных параметров зубов верхней и нижней челюстей: резцов, клыков, малых коренных зубов (табл. 1).

Таблица 1

**Количество изученных препаратов
постоянных зубов взрослых людей**

Зубы	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть
резцы	7	8
клыки	10	9
премоляры	15	12

Измерялись высота коронки зуба, ее ширина и длина корня зуба с учетом анатомо-морфологических особенностей и различий в строении зубов. Определены средние размеры высоты и ширины коронок зубов, длины корней. Величина вурфа была рассчитана по формуле С. В. Петухова [30].

$$W = \frac{(AB + BC)(BC + CD)}{(AB + BC + CD) BC}$$

A _____ B _____ C _____ D

Длина корня зуба рассматривалась как AB , высота коронки как BC , ширина коронки как CD . Полученные результаты сопоставлялись со значением «золотого вурфа» (1,309) (табл. 2).

Таблица 2

**Значения вурфов
постоянных зубов взрослых людей, отн. ед.**

Зубы	Значения вурфов, отн. ед.	
	верхняя челюсть	нижняя челюсть
резцы	1,36	1,33
клыки	1,32	1,29
премоляры	1,32	1,34

Таким образом, антропометрические исследования постоянных зубов человека: резцов, клыков, малых коренных зубов верхней и нижней челюстей показали, что строение постоянных зубов взрослого человека подчиняется законам конформной симметрии. Вурф – это трехчленный канон постоянства не только человеческого тела в целом, но его зубов. Расчет вурфа предопределяет выбор геометрической формы реставрации зуба для сохранения симметрии по отношению ко всему зубному ряду, учитывая также индивидуальные особенности макро- и микрорельефа вестибулярных поверхностей зубов. Исследования в этой области могут указать на новые перспективы в стоматологии и медицине в целом. $W = 1,309$ является инвариантом модифицированной последовательности чисел Фибоначчи [67].

ГЛАВА VI. ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПОСТОЯНСТВО В СТРОЕНИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА

С давних времен теоретическая антропология и клинические дисциплины пользовались пропорциями двух отрезков как основной мерой оценки гармоничности анатомических образований. Измерение пропорций частей тела традиционно проводилось на основе аффинных (простых) отношений между показателями двух анатомических измерений. Однако в организме человека преобладают трехчленные конструкции. По мнению С. В. Петухова [30, 31] в многообразии форм есть своя, независимая от функции, закономерная система. Принимая во внимание многочисленные сведения о влиянии законов симметрии на формообразовательные процессы для оценки гармоничности органогенеза легких, почек, сердца была вычислена величина вурфа (W), по формуле, предложенной С. В. Петуховым.

Цель работы:

Морфометрический анализ параметров сердца, его камер, почек, легких, определение их взаимосвязи и взаимозависимости.

Материал и методы исследования:

Материалом работы явились 501 препарат сердца плодов человека 13–36 недель развития, детей, взрослых людей обоего пола разного возраста. Определялись длина, ширина, толщина сердца, длина пути отделов притока, оттока желудочков, суммарная их ширина. На 93 препаратах правого и левого легких плодов человека 13–36 недель измерялись длина переднего и заднего края каждого легкого и длина его основания. На 20 препаратах правой и левой почек взрослых людей определялись длина, ширина, толщина. Результаты измерений обрабатывались в операционной среде Windows 6.0 общепринятыми методами вариационной и альтернативной статистики. Для статистической обработки использовали встроенный пакет анализа с применением описательной статистики, которая включала вычисление средней арифметической величины (M) и ее ошибки ($\pm m$), среднеквадратического отклонения (s). Оценка достоверности межгрупповых различий изучаемых признаков производилась с использованием критерия Стьюдента при доверительной вероятности равной 0,95. Принимая во

внимание многочисленные сведения о влиянии законов симметрии на формообразовательные процессы [1–4], для оценки гармоничности органогенеза перечисленных органов была вычислена величина вурфа для габаритных размеров сердца и его камер, легких, почек. Вурфом обозначена величина, выражающая соотношение величины трех конформно симметричных блоков (отрезков или членов числовой последовательности, связанных одним из видов круговой симметрии) [1, 2].

По полученным данным, среднее значение вурфа, вычисленное для каждой возрастной группы в пренатальном периоде онтогенеза колеблется от 1,26 до 1,33 для правого легкого и от 1,23 до 1,35 у левого легкого. Эти колебания происходят в пределах 5 % от цифры 1,31 – величины «золотого» вурфа. В процессе роста легких пропорции между длиной переднего края, длиной заднего края и длиной основания изменяются по правилам конформных преобразований. Изменение одного размера согласовано с изменением двух других так, что в любой момент времени остается неизменным и равным 1,31. Правилу «золотого» вурфа подчиняются все трехчленные цепи организма человека, в том числе, сердце и его камеры, почки. Линейные размеры сердца, его желудочков можно представить в виде трех отрезков, связанных конформной симметрией. Изменение одного из параметров определенным образом согласовано с изменением двух других. В каждой возрастной группе соотношение трех указанных параметров сердца, его желудочков (длина отдела притока, оттока, суммарная их ширина у каждого желудочка) является относительно постоянной величиной, не зависит от возраста и индекса сердца. Среднее значение вурфа желудочков, самого сердца колеблется в интервале от 1,24 до 1,3, приближается к 1,309. По полученным данным, параметры почек взрослых людей можно представить в виде трех отрезков, связанных конформной симметрией. Величина вурфа правой и левой почек близка по значению и группируется вокруг цифры 1,3.

Выявленную линейную зависимость между тремя параметрами почек, легких, сердца и его желудочков можно рассматривать как биомеханическую константу, регулирующую соразмерность указанных параметров. Параметры внутренних органов человека (почек, легких, сердца и его камер) представляют собой в распрямленном состоянии набор трехчленных кинематических блоков. Величина вурфов всех блоков сохраняется постоянной независимо от возраста, что четко

прослеживается при анализе препаратов сердца. Правилу «золотого» вурфа подчиняются не только трехчленные кинематические цепи опорно-двигательного аппарата, но и параметры внутренних органов (почек, легких, сердца и его камер). Вурфовые пропорции жестко сохраняются постоянными, демонстрируют связь с рядом Фибоначчи. Выявленные особенности могут быть использованы для моделирования внутренних органов человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение законов и алгоритмов формообразования является важным направлением биологии развития. Открываются все новые факты подчиненности принципам симметрии разных биологических объектов. Посредством идеи симметрии человек на протяжении веков пытался постичь и создать порядок, красоту и совершенство [31]. Еще И. И. Шмальгаузен [47] в своих работах высказывал мнение о существовании специфического закона морфогенеза. В настоящее время в связи с запросами современной медицины, сельского хозяйства, геологии, промышленного производства на основе биологической технологии возрастает интерес к изучению законов формообразования в живой природе. Выход в свет в 1981 году монографии С. В. Петухова «биомеханика, бионика и симметрия» открывает новые перспективы в изучении симметрии пространства живого вещества. По мнению ученых, геометрическая атака проблемы морфогенеза является одной из основных задач биологии развития. Ее решение поможет в создании искусственного сердца, стимуляторов биологических процессов, нацеливает на сращивание знаний о генетическом кодировании живых организмов с устройством физического мира.

В настоящем исследовании мы попытались применить правило «золотого вурфа», описанное С. В. Петуховым [30–33], для изучения строения некоторых органов человека (сердца, легких, почек, постоянных зубов).

Проведенное исследование показало, что феномен конформной симметрии реализован в строении сердца, почек, легких, постоянных зубов. Величина вурфов параметров указанных органов группируется вокруг цифры 1,3. Уже в пренатальном периоде развития рост сердца, легких происходит с сохранением величины вурфа каждого трехчленного кинематического блока. «Золотой вурф» – это трехчленный канон тела человека [27]. Он обладает особой эстетичностью связи с их реализацией в строении внутренних органов. Во все возрастные периоды в строении сердца выявлена соподчиненность законам конформной симметрии, что подтверждает мнение Г. А. Спириной [37], А. И. Доронина [9] о спиралеобразной закрутке плода вокруг главной оси и обеспечивает зеркальную асимметрию тела человека. Цифровые значения вурфов сердца, легких, почек могут служить объективным показателем гармоничности их пропорций.

Обнаружено, что в строении указанных органов реализуются два вида пропорций: аффинные (простые) и вурфовые пропорции. Соподчиненность законам конформной симметрии проявляется не только во взаимосвязи параметров сердца во все возрастные периоды, но и во взаимоотношениях анатомических образований внутри камер сердца. У плодов с 13 недель внутриутробного развития соотношения между длиной отделов притока, оттока желудочков сердца аналогичны таковым в постнатальном периоде онтогенеза. Динамика изменений в длину отделов притока, оттока желудочков сердца соответствует параболическому типу роста. Пропорции соотношения размеров длины, ширины отделов притока, оттока желудочков, как и параметров сердца в целом, по мере роста изменяются по правилам конформной симметрии. Для формы и линейных размеров сердца, его камер и отверстий у плодов 13–32 недель характерна выраженная индивидуальная изменчивость. Каждой форме сердца соответствует специфический комплекс параметров органа, сохраняющийся на протяжении 13–32 недель развития. Сердце переходной формы имеет более гармоничное соотношение размеров. Рост сердца происходит с сохранением величины вурфа.

Соотношение трех линейных размеров правого и левого легких (длина переднего края, длина заднего края, длина основания) является относительно постоянной величиной и не зависит от возраста. Вурфы правого и левого легких близки по значению. Для роста долей одного и того же легкого в длину, ширину и толщину периоды активного и замедленного роста чередуются. Каждая доля имеет свойственные ей пропорции по отношению к параметрам целого легкого. Формула для вычисления вурфа может использоваться в качестве своеобразной модели и рекомендоваться для описания легких в пренатальном периоде развития.

Строение постоянных зубов взрослого человека (резцов, клыков, малых коренных зубов) верхней и нижней челюстей также подчиняется законам конформной симметрии. Расчет вурфа предопределяет выбор геометрической формы реставрации зуба для сохранения симметрии по отношению ко всему зубному ряду с учетом индивидуальных особенностей вестибулярных поверхностей зубов.

Параметры почек взрослых людей можно представить в виде трех отрезков, связанных конформной симметрией.

На основании проведенного анализа количественной анатомии сердца и его камер у плодов разного возраста представляется возможным сделать вывод, что в строении органа реализуется два вида пропорций: аффинные (простые) отношения двух анатомических измерений камер сердца и вурфовые пропорции. Цифровые значения вурфов сердца, легких, почек, постоянных зубов могут служить объективным показателем гармоничности их пропорций. Представленные данные относительной соподчиненности образований сердца, легких, постоянных зубов законам конформной симметрии следует рассматривать в тесной связи с их индивидуальной и возрастной изменчивостью.

Правилу «золотого вурфа» подчиняются не только трехчленные кинематические цепи конечностей, туловища, лица, черепа, но и параметры внутренних органов (почек, легких, сердца и его камер). Вурфовые пропорции жестко сохраняются постоянными, демонстрируют связь с рядом Фибоначчи. Выявленные особенности могут быть использованы для моделирования внутренних органов человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов Г. Г. Введение в количественную патологическую морфологию. М.: Медицина, 1980. – 216 с.
2. Беков Д. В. (под ред.). Индивидуальная изменчивость органов, систем и формы тела человека. – Киев.: Здоров'я, 1988. – 223 с.
3. Бодяжина В. И. Очерки по физиологии плода и новорожденного. М.: Медицина, 1966. – 312 с.
4. Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1981. – 288 с.
5. Вейбель Э. Р. Морфометрия легких человека. Изд-во «Медицина». М., 1970. – С. 175.
6. Вернадский В. И. цит. по С. В. Петухову (1988).
7. Виткус А., Акромас Л., Ажелис В. Органометрические уравнения сердца в пренатальном периоде // Материалы 3 съезда анатомов, гистологов, эмбриологов РФ. – Тюмень. – 1994. – С. 41–42.
8. Добровольский Г. А., Осипова В. А. Фактор симметрии в морфологии черепа и легких. //Морфология.-1996. № 2. – 37 с.
9. Доронин А. И. Морфометрические характеристики сердца человека в пренатальном периоде развития. Автореф. дисс... канд. мед наук. Уфа. 2001. – 23 с.
10. Есипова И. К. Легкое в норме. – Новосибирск, «Наука», 1975. – 286 с.
11. Жеденов В. Н. Легкие и сердце животных и человека. – М., Советская наука, 1954. – 204 с.
12. Затицян Е. П. Кардиология плода и новорожденного. М.: Инфо-медиа, 1996. – 184 с.
13. Кирьякулов Г. С., Яблучанский Н. И., Шляховер В. Е. Морфометрия сердца в норме. / Киев.:Выщашкола., 1990. – 152 с.
14. Косоуров А. К. Анатомо-эхокардиографические исследования сердца плодов и новорожденных. // Морфология. – 1996. – Т. 109. – № 3. – С. 89–92.
15. Косоуров А. К., Матюшечкин С. В. Посмертное и прижизненное изучение сердца человека в пренатальном онтогенезе. Морфология. – 2002. – Т. 122. – № 6. – С. 31–34.
16. Кумка М. М., Пашковский В. М. Эмбриологические аспекты морфогенеза сердца у плодов и новорожденных человека // Тр. Крымского мед. ин-та. – 1989. – Т.125. – С. 198–199.

17. Леонардо да Винчи. Анатомия, записи и рисунки. – М.: Издательство «Наука», – 1965. – 588 с.

18. Лященко Д. Н., Железнов Л. М., Галеева Э. Н., Спирина Г. А., Шаликова Л. О. Особенности анатомического строения сердца человека в промежуточном плодном периоде онтогенеза. // Морфология. – 2017. – Т.152. – № 5. – С. 35–39.

19. Маргорин Е. М. Некоторые современные вопросы учения об индивидуальной анатомической изменчивости человека // Вестн. Хир. – 1972. – Т.108. – № 2. – С. 5–9.

20. Матюшечкин С. В. Динамика морфологических показателей некоторых структур сердца плодов человека. Автореф. дис... канд. биол. наук. – СПб. – 1999. – 22 с.

21. Мейен С. В., Соколов Б. С., Шрейдер Ю. А. Классическая и неклассическая биология: Феномен Любищева // Вестник АН СССР – 1977 – Т. 213. – № 10. – С. 112–124.

22. Михайлов С. С. Клиническая анатомия сердца. – М., Медицина, 1987. – 288 с.

23. Михайлюк И. А. Закономерности и особенности органогенеза легких человека на 6–8 неделях гестации. // Иваново-Франковск., Иваново-Франковский мед. ин-т., 1993. – 5 с.

24. Мухина Н. Н. Морфометрическая характеристика и строение легких человека в пренатальном периоде развития. Дисс. к.м.н. – Екатеринбург. – 2003. – 145 с.

25. Наливкин Д. В. Симметрия форм органического мира. // Тр. Ленинград. о – ва естествоиспытателей. – 1965. – Т.75. – № 1. – С. 27–33.

26. Нарушев М. Б. Возрастное развитие легких по данным макро-микроскопического и гистохимического исследования. Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Москва. – 1994. – 29 с.

27. Нигматуллин Р. Т., Гафаров В. Г., Салихов А. Ю. Мягкий остов лица человека. – Уфа. – 2003. – 136 с.

28. Новиков М. Б. Пространственное перемещение развивающегося сердца человека // Метаболизм и структура сердца в норме и патологии. – Новосибирск. – 1972. – С. 416–419.

29. Пантелеев С. М., Максимовский В. И. Использование интегративной морфометрии для оценки динамики развития внутренних органов человека в раннем эмбриогенезе // Научный Вестник ТМА. – 1999. – № 3–4. – С. 45–46.

30. *Петухов С. В.* Биомеханика, бионика и симметрия. М.: Наука, 1981. – 238 с.

31. *Петухов С. В.* Высшие симметрии, преобразования и инварианты в биологических объектах. // Система, симметрия, гармония. – М.: Мысль, 1988. – С. 260–274.

32. *Петухов С. В.* Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации // Математика и кибернетика. Изд-во «Знание»: М., 1988. – № 6. – С. 3–29.

33. *Петухов С. В.* Симметрии в биологии // Приложение к книге: А. В. Шубин, В. А. Копчик «Симметрия в науке и искусстве», 3-е издание, М., 2004. – С. 489–546.

34. *Попова-Латкина Н. В.* Изменения формы и положения сердца во внутриутробной жизни у человека и их влияние на развитие и расположение окружающих органов, сосудов и нервов // Метаболизм и структура сердца в норме и патологии. – Новосибирск, 1972. – С. 410–415.

35. *Сапин М. Р.* Сегодня и завтра морфологической науки. – Морфология. – 2000. – № 3. – С. 6–8.

36. *Соколов А.* Тайны золотого сечения. // Техника молодежи. – 1978. – № 5. – С. 40.

37. *Спирина Г. А., Доронин А. И.* Морфометрическая оценка сердца плодов человека // Российские морфологические ведомости. – 1999. – № 1–2. – С. 141.

38. *Спирина Г. А., Бакуштова Е. В., Доронин А. И.* Корреляционные связи между параметрами сердца плодов человека. // Морфологические ведомости (приложение). – 2004. – № 1–2. – С. 99.

39. *Спирина Г. А., Метелкина К. А.* Изменчивость и постоянство в строении сердца плодов человека. Екатеринбург, 2021. – 97 с.

40. *Тюхтин В. С., Урманцев Ю. А.* Система, симметрия, гармония. – М.: Мысль, 1988, – 315 с.

41. *Урманцев Ю. А.* Биосимметрия. Симметрия и диссимметрия цветков растений. // Изв. АН СССР. Сер. Биол. – 1965. – Т. 199. № 1. – С. 75–87.

42. *Урманцев Ю. А.* Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974. – 229 с.

43. *Урбах В. Ю.* Математическая статистика для биологов и медиков. М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 322 с.

44. Фрей-Вислинг А. Ультраструктура растительной клетки: Пер. с англ. – М.: Мир, 1968. – 310 с.
45. Фролов К. В. Предисловие к статье С. В. Петухова «Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации» // Математика и кибернетика. – 1988. – № 6. – 48 с.
46. Шафрановский И. И. Симметрия в природе. – Л.: Наука, 1968. – 184 с.
47. Шмальгаузен И. И. Определение основных понятий и методика исследования роста. Рост животных / под ред. Капланского С. Я., Мицкевича М. С., Токина Б. П., Шмальгаузена И. И. – М., Л.: Биомедгиз, 1935. – С. 8–60.
48. Alvarez L., Arànega A., Sausedo R., Contreras J. The quantitative anatomy of the normal human heart in fetal and perinatal life // Int. Cardiol. – 1987. Vol. 17. – № 1. – P. 57–72.
49. Cocceani F., Menciaci A., Murzi B. Antenatal corrective cardiac surgery: An emerging area for technological innovation // Minim Invasive Ther Allied Technol. – 2010. – Vol. 19. – № 3. – P. 170–176.
50. Chernov S. S., Spirina G. A. Conformal Symmetry in the Structure of Permanent Teeth of Adult Person // Acta Scientific Medical Sciences. – 2017. – Vol. 3. – Issue 5. – P. 49–51.
51. Cooper M. N., O'Rahilly R. The human heart and seven postvulatory weeks // Acta Anat. – 1971. – Vol. 79. – № 2. – P. 280–299.
52. David H., Bozner A., Meyer R. Pre- and postnatal development and ageing of the heart. Ultrastructural results and quantitative data // Exp. Path. – 1981 – 176 p.
53. Deprest J. A., Flake A. W. The making of fetal surgery // Prenatal Diagn. – 2010. – Vol. 30. № 7. – P. 653–667.
54. Dubrov A. P. Symmetry of biorhythms and reactivity. – «Medicine», 1987. – p. 175.
55. Grant R. P. The embryology of ventricular flow pathways in man // Circulation. – 1962. – Vol. 25. № 5. – P. 756–779.
56. Inselman L. S., Mellins R. B. Growth and development of the lung // J. Pediatr., 1981. – Vol. 98. – № 1. – P. 1–15.
57. Korobko V. I., Primak G. N. Golden proportion and human. – «Caucasian library», 1993. – P. 174.
58. Leslie J., Shen S., Thornton J. C. The human fetal heart in the second trimester of gestation. A gross morphometric study of normal fetuses // Amer. J. of Obstetrics and Gynecology. – 1983. – Vol. 145. – № 3. – P. 312–316.

59. *Liggins G. C.* Growth of the fetal lung // *J. Devel. Physiol.*, 1984, – Vol. 6, № 3, – P. 237–248.

60. *Lutskaya I. K., Novak N. V.* The value of the planning stage in the aesthetic restoration of teeth // *Modern dentistry*, 2015. – 10 p.

61. *Mandarum – de – Lacerda C. A., Barcellos Sampaio F. L.* Cardiac Growth Stages human fetuses: An allometric approach // *Gegenbauers MorpholJahrb.* – 1988. – Vol. 134. – № 3. – P. 345–349.

62. *Margorin E. M.* Individual anatomical variability and distinctive features of the newborn. In: *Topographical and Anatomical Features of Newborn.* – L. Medicine, pp. 3–10 (1977).

63. *McBride M. L., Bfillie J., Poland B. J.* Growth parameters in normal fetuses. // *Tetralogy.*, 1984., Vol. 29. – № 2. – P. 185–191.

64. *Petukhov S. V.* Higher symmetries, transformations and invariants in biological objects. In: *System, Symmetry, Harmony and Thought.* Moscow, 1988, pp. 260–274.

65. *Postolaki A. I.* Aesthetic proportions and golden wurf // *International Journal of Experimental Medical Education.* – 2013. – № 11. – P. 201.

66. *Rowlatt U. F., Rimoldi H. J., Lev M.* The quantitative anatomy of normal child's heart // *Pediatr. Clin. North. Amer.* – 1963. – Vol. 10. – P. 499–588.

67. *Sandaite I., De Catte L., Moerman P. A.* A morphometric study of the human fetal heart on post – mortem 3-tesla magnetic resonance imaging // *Prenat. Diagn.* – 2013. – Vol. 33 – № 4. – P. 318–322.

68. *Shevelev I. S., Marutaev M. A., Shmelev I. P.* The Golden Ratio: Three Views on Nature of Harmony. – «Stroyizdat», – 1990. – P. 343.

69. *Spirina G. A.* Realization of the Principle of Conformal Symmetry in the Structure of the Heart // *Advances in Human Factors in Simulation of the AHFE International Conference of Yuman Factors in Simulation and Modeling / Los Angeles, California, USA, Springer*, 2017. – Vol. 26. – P. 175–183.

70. *Spirina G. A.* Comparative analysis of the quantitative parameters of the different shapes of the heart in human fetuses // *Intelligent Human Systems. Proceeding of the 1-st International Conference on Intelligent human Systems Integration (IHSI 2018); Integrating People and Intelligent Systems.* Dubai. United Arab Emirates. – Springer. – 2018. – 6 p.

71. *Spirina G. A., Yalunin N. V.* Phenomenon of conformal growth of the human heart in ontogenesis // *Book of Abstracts of XXVI International Symposium of Morphological Sciences.* – Praha. – 2018. – P. 69–70.

72. *Spirina G. A.* Application of the Principle of Conformal Symmetry in the Structure of Human Internal Organs // Materials of 1st International Conference of Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Application. France, Reims. Springer. – 2018. – P. 585–588.

73. *Subbotina T. I., Yashin A. A., Isaeva N. M.* About the significance of the «golden section», wurf in clinical practice // Messenger of new medical technologies? 2015.

74. *Sutton J., Raichlen J. S., Reichel N.* Quantitative assesament of right and left ventricular growth in the human fetal heart: apathanatomic study // Circulation. – 1984. – Vol. 70. – № 6. – P. 935–941.

75. *Verrier T. D.* The foundations of fetal cardiac surgery // Tex Heart Inst J. – 1992. – Vol. 19. – № 3. – P. 210–216.

76. *Wenstrom K. D., Carr S. R.* Fetal surgery: principles, indications, and evidence // Obstet. Gynecol. – 2014. – Vol. 124. – № 4. – P. 817–835.

Научное издание

Спирина Галина Алексеевна

**Конформная симметрия
в строении внутренних органов человека**

Монография

Компьютерная верстка Г. А. Бабушкин
Корректор Ж. Малашенко

Подписано в печать 22.12.2022 г. Формат 60x84/16
Печать цифровая. Бумага ВХИ.
Усл. печ. л. 3,48
Тираж 100 экз. Заказ № 2552

Отпечатано в ООО «Типография Для Вас»
620026, г. Екатеринбург, ул. Розы Люксембург, 52а, оф. 3
+7 (343) 211-03-00, www.tdvas.ru