

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНАХ И ЯЗЫКОВЫХ ГРУППАХ

А. М. Жирков, А. П. Голиков, А. Г. Суббота, В. А. Костенко

Ассоциация «Гармония и жизнь»
Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе
Московский НИИ скорой помощи им. Н. В. Склифосовского
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова

Using of Mathematical Harmony for Optimal Arterial Blood Pressure Analysis in Different Geographical Environment and Language Groups

A. M. Zhirkov, A. P. Golikov, A. G. Subbota, V. A. Kostenko

Association «Harmony and Life»,
I. I. Dzhaneligze Saint-Petersburg Research Institute of emergent medical care
N. V. Sklifosofsky Moscow Research Institute of emergent medical care
S. M. Kirov Military and Medical Academy, Saint-Petersburg

Авторы формул Жиркова — Голикова — Субботы (ZhGS-formulas) около года назад впервые представили их на международных конференциях. Формулы разработаны с использованием принципов резонанса и минимума расхода энергии в сложных физиологических системах. В работе сопоставлены данные научных источников о значениях артериального давления в США, Великобритании, России и Индии и рассчитанные по формулам авторов. В качестве критерия для анализа выбрано соответствие показателей значению «золотого сечения». Результаты свидетельствуют о корреляции данных, рассчитанных по формулам ZhGS и статистических показателей по данным литературы. В обсуждении анализируются полученные результаты и о возможные направления их использования.

Authors have already demonstrated the potential of complex systems theory to facilitate in development of the human optimal arterial blood pressure (BP) formulas (Crete, 2006, Baltimore, 2006). Zhirkov-Golikov-Subbota (ZhGS) formulas are based on conception of resonance in isomorphic communication systems. The work contains the results of the analysis of BP parameters, using ZhGS formulas of the scientific sources from the USA (JNC7), Great Britain (BmedSt), Russia (our own data) and India (Medindia.net). As a reference parameter we used a so called golden ratio, representing a special case of the solution of Mandelbrot equation. The obtained results demonstrate the high correlation of ZhGS formulas with the values, obtained in population studies. The closest correlations are revealed between the values, characteristic of Russian, Indian and Britain data groups. The authors conclude that it is possible to use these data for assessment of psychophysiological effect of stress factors in different geographical environment and language groups.

В настоящее время проблема повышения артериального давления (АД) у человека (артериальной гипертензии — АГ) сохраняет высокую актуальность в экономически развитых странах. Более пристальное внимание уделяется ей в развивающихся странах [1]. Обсуждение проблемы АГ невозможно без согласования ряда общих вопросов. Одним из важнейших методических вопросов является создание доступной и воспроизводимой методики определения АД у человека. Открытие нашим соотечественником Н. С. Коротковым более 100 лет назад аускультативного метода регистрации АД позволило успешно решать эту задачу. В последующие годы методика определения артериального давления у человека неразрывно связана с его именем. В последние годы все более широкое распространение получают аппараты для определе-

ния артериального давления, построенные с использованием тензометрических датчиков. Выполнено большое количество работ, которые показали высокую корреляцию данных аускультативного и тензометрического измерения АД. Однако до настоящего времени определение АД для человека аускультативным методом с применением ртутного аппарата Рива-Рочи остается «золотым стандартом» [2]. Второй важнейший вопрос о нормах артериального давления у человека решен по нашему мнению не до конца. Современные математические и физиологические модели гемодинамики и артериального давления используют большое количество параметров, каждый из которых зависит от множества аргументов [3]. В результате возникает необходимость решения систем уравнений, которые приводят к сложным математи-

ческим результатам. Использование новейших математических подходов создает предпосылки для получения более простых и общепонятных результатов [4]. При изучении нормативов АД в клинике широко используется статистический метод, основанный на определении средних значений параметров АД в больших выборках наблюдений. Наиболее полно этот подход реализован в докладах Американского комитета по профилактике, диагностике и лечению артериальной гипертензии (JNC). В последнем докладе JNC7, опубликованном в 2003 году, для обоснования нормативов АД использован принцип связи его величины и частоты развития сердечно-сосудистых заболеваний [1, 2]. При этом постулируется, что корреляция этих показателей носит прямой характер, т. е. чем больше АД, тем выше риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. В качестве оптимальных параметров предлагаются значения 120 мм. рт. ст. и ниже для систолического АД (САД) и 80 мм. рт. ст. и ниже для диастолического (ДАД). Исследования самых последних лет показали, что предложенный подход принимается не всеми клиницистами. Так, методические рекомендации Кардиологического общества Великобритании (BHS) (2004) предлагают несколько более высокие цифры оптимального для человека АД, чем JNC7 [5]. Подвергается анализу заключение о прямой связи между величиной АД и сердечно-сосудистой заболеваемостью. В самом общем виде результаты этого анализа могут быть представлены в виде зависимости так называемой J-кривой. В этой модели связь между АД и сердечно-сосудистой заболеваемостью рассматривается как нелинейная с наличием минимума заболеваемости при определенных цифрах АД и её возрастанием при удалении от этого значения. Обширная литература посвящена роли отдельных видов АД (САД, ДАД и пульсовое) в развитии сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Единого мнения по этому поводу нет. Вышеприведенные примеры связаны со статистическим анализом и не содержат в своей основе опоры на физиологическую теорию. Всё это позволяет сделать вывод о том, что разработка новых подходов к определению оптимального артериального давления у человека сохраняет свою актуальность.

Целью нашего исследования явилось изучение эффективности формул Жиркова — Голикова — Субботы в различных географических и языковых когортах пациентов.

В качестве основного методического инструмента авторы использовали, предложенные ими ранее формулы для определения оптимального артериального давления (*ZhGS-formulas*) [6]. *ZhGS*-формулы явились результатом 15-летних исследований, посвященных анализу физиологических показателей с позиций математической гармонии и теории хаоса. На первом этапе исследования была разработана теоретическая модель участка сосудистого русла. При её создании исходили из классического определения АД как соотношения меж-

ду давлением крови на стенку сосуда и его тонусом. Подобные модели ранее неоднократно использовались для разработки теоретической модели кровообращения. Особенностью нашего подхода явилось использование принципа минимальной работы по перемещению крови по кровеносным сосудам. Этот принцип впервые использовал Мюррей [7] для характеристики оптимальности геометрических параметров кровеносных сосудов. Представлялось крайне интересным рассмотреть вопрос о применимости этой модели при определении оптимального АД у человека. Прежде всего, это касалось соотношения систолического и диастолического артериального давления. При разработке этой гипотезы использовали теоретические разработки В. Н. Трифанова о гармонических отношениях в сложных нелинейных системах [4]. Согласно данным автора в двух средах, имеющих сложную внутреннюю организацию, при гармонических соотношениях частот возникает явление резонанса. Если же частота колебательного процесса в обеих средах, в нашем случае в стенке сосуда и потока крови, является одинаковой, то оптимальными условиями функционирования участка сосудистого русла являются такие, при которых системой выполняется минимальная работа, а параметры процесса подчиняются соотношению:

$$\begin{aligned}
 P_1 T_1 &= P_2 T_2, \text{ при соотношении частот равном } 1, \\
 T_1 : T_2 &= 1 \\
 P_1 &= \Phi P_2 \\
 P_1 - P_2 &= (\Phi - 1) P_1 \\
 P_{\text{ср.}} &= \int P \frac{dp}{dt} = (\Phi - 1) P_2 + (2 - \Phi) P_1
 \end{aligned}$$

Где: P_1 — давление в сосуде максимальное, P_2 — давление в сосуде минимальное, Φ — число Фидия.

Таким образом, можно говорить о том, что существуют соотношения значений САД и ДАД оптимальные с точки зрения минимума расхода энергии на перемещение крови по сосудам.

На втором этапе исследования оптимального артериального давления было обследовано более 1500 пациентов обоего пола в возрасте от 3 до 85 лет, не принимавших на момент осмотра препаратов для лечения повышения или снижения АД. Измерения проводились в соответствии с требованиями Методических рекомендаций аускультативным методом Н. С. Короткова. У 150 пациентов дополнительно проводилось определение АД с помощью аппарата для измерения АД «Оттоп». У 97 пациентов проведено холтеровское мониторирование АД. Всем обследованным проведен сбор анамнеза с изучением вредных привычек, биохимические исследования свертывающей системы крови и холестерина. Показатели центральной гемодинамики у 235 человек проведены с использованием эхокардиографии. Данные подвергнуты кластерному и дискриминантному анализу с целью выяснения связи между отдельными признаками.

Полученные результаты выявили связи между величиной АД и различными признаками. Наибольшие весовые значения имели возраст (0,6 и 0,39 $p=0,02$), сердечный индекс (0,27 и 0,15 $p=0,05$), индекс массы тела (0,22 и 0,1 $p=0,05$). При этом было установлено, что корреляции изученных признаков с возрастом обследованных выше, чем с величинами их АД. С учетом этого обстоятельства, а также, рассчитывая на доступность формул в практической работе, в дальнейшем при составлении формул рассматривали возраст в качестве основного независимого признака.

При построении уравнений линейной регрессии отдельно для систолического и диастолического АД получили следующие выражения:

$$\begin{aligned} \text{САД} &= 99,8 + 0,60 \times \text{В} \\ \text{ДАД} &= 62,0 + 0,388 \times \text{В} \end{aligned}$$

Применили аппроксимацию этих выражений с использованием принципа золотого сечения при этом получили следующие формулы Жиркова — Голикова — Субботы (*ZhGS-formulas*) [6]:

$$\begin{aligned} \text{САД} &= 100 + (\Phi - 1) \times \text{В} \\ \text{ДАД} &= 100 \text{ г} (\Phi - 1) + (2 - \Phi) \times \text{В} \\ \text{ПД} &= (\Phi - 1) \times \text{ДАД} \\ \text{СрАД} &= (\Phi - 1) \times \text{ДАД} + (2 - \Phi) \times \text{САД} \end{aligned}$$

Где: Φ — число Фидия (1,618...);

В — возраст;

САД — систолическое артериальное давление;

ДАД — диастолическое артериальное давление;

ПД — пульсовое давление;

СрАД — среднее артериальное давление.

Следует отметить, что формулы Жиркова — Голикова — Субботы являются следствием соединения математических данных и логических представлений о роли математической гармонии в природе и обществе. Поэтому важнейшим этапом работы явилось исследование применимости формул для объяснения результатов различных исследований артериального давления независимых авторов.

Изучение применимости формул Жиркова — Голикова — Субботы для объяснения результатов работ, в которых выявлен «*J-curve*» феномен. Наиболее логично начать анализ с артериальной гипертензии. В этой области наиболее известной является работа, выполненная под руководством Мизерли (2006) [8]. На основании обследования 22 576 пациентов было показано, что оптимальные результаты лечения больных с АГ в плане профилактики сердечных атак наблюдаются при следующих значениях АД: систолическое 119,2 и диастолическое 84,1 мм. рт. ст. По данным исследователей средний возраст больных составил 58 года. Используем для расчетов формулы ZhGS: получаем результат САД = 136,3 мм. рт. ст. и ДАД = 84,7 мм. рт. ст. Таким образом, видно, что значения ДАД различаются лишь на 0,7%. Следует отме-

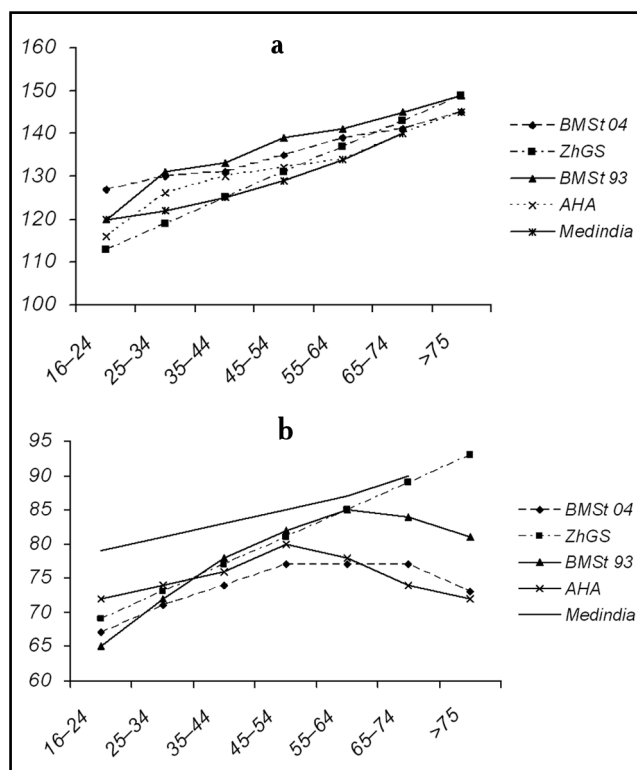


Рис. 1. Значения показателей АД, а также расчетные значения, выполненные с использованием разных формул для населения Британских островов в 1993—2003 годах.

а. По оси «Y» — САД. По оси «X» — возраст в годах. BMSt 93 — британские данные о значениях САД у мужчин по возрастным группам в 1993 году, BMSt 04 значения САД у мужчин в 2003 году, ZhGS — значения САД, рассчитанные по формулам ZhGS. JNC7— данные JNC7. Medindia — значения, рассчитанные с помощью калькулятора Medindia.

б. По оси «Y» — ДАД (условные обозначения — см в тексте).

тить, что авторы подчеркивают особую роль диастолического артериального давления как фактора, определяющего коронарный кровоток. Систолическое давление различается более существенно (на 14%). Однако при анализе кривой зависимости эффективности лечения от величины САД, приведенной в работе Мизерли, обращает на себя внимание крайне незначительная динамика САД на участке 119—135 мм. рт. ст. При более предметном анализе это может свидетельствовать о значительной более тесной корреляции САД, полученных в исследовании, и результатов использования формул ZhGS.

Примером из другой области является выполненная под руководством Загера (1998 г.) работа по анализу зависимости летальности больных от артериального давления до и после процедуры гемодиализа [9]. Авторами получены убедительные данные о нелинейном характере связи этих показателей. Обследовано 5433 пациента, получавших хронический гемодиализ. Средний возраст больных 59 ± 15 лет. Наилучшие результаты лечения наблюдались при САД в диапазоне 120—150 мм. рт. ст. Применим для расчета формулы ZhGS: получаем 136,4, что практически совпадает с медианой диапазона

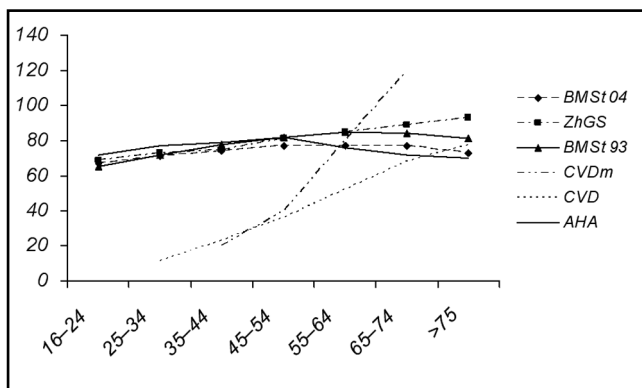


Рис. 2. Обозначения те же, что на рис. 1. CVD — частота сердечно-сосудистых заболеваний. CVDm — смертность.

120—150 (135) мм. рт. ст. Примеры можно найти в работах посвященных острым и хроническим нарушениям мозгового кровообращения, сахарному диабету и другим нозологическим формам [10, 11].

Рассмотрим теперь данные популяционных исследований. В 2006 г. в Интернете опубликован доклад Британского фонда сердца по медицинской статистике [12]. Он содержит данные о показателях АД у населения Британских островов в 1993—2003 годах. Эти данные, а также результаты расчетов по формулам ZhGS, приведены на рис. 1.

Значения САД у мужчин в Великобритании на протяжении 10 лет имела тенденцию к снижению. Показатели по возрастным группам почти полностью совпадали со значениями, рассчитанными по формулам Жиркова — Голикова — Субботы. При этом следует отметить, что для мужчин моложе 50 лет расчетные значения САД несколько ниже, чем реальные показатели САД населения. При изучении соотношения расчетных и статистических данных ДАД в этой популяции получены следующие данные (см. рис. 1).

Из графика видно, что значения ДАД в популяции в последние 10 лет снижались. Если значения ДАД по формулам ZhGS начинали превышать показатели популяции в возрасте старше 70 лет в 1993 г., то в 2004 году — в возрасте 55 лет. Эти результаты, казалось бы, противоречат заявленной роли формул ZhGS. Однако ситуация не является однозначной и требует повторного сравнения данных АД и летальности от сердечно-сосудистых заболеваний.

На рис. 2. представлены данные расчетных значений АД диастолического по разным формулам и динамики сердечно-сосудистой смертности (CVDm) и сердечно-сосудистой заболеваемости (CVD). При этом видно, что при использовании формул ZhGS статистическая связь между показателями ДАД и CVD отсутствует. В то же время в возрасте свыше 60 лет связь между CVD и ДАД по данным популяционных исследований становится отрицательной. То есть при снижении ДАД с возрастом частота CVD возрастает.

Поскольку формулы ZhGS получены на популяции жителей Санкт-Петербурга, представляет интерес изучение их применимости в различных языковых группах и географических зонах. Для этого был выбран доклад JNC7 и статистический отчет Американской кардиологической ассоциации за 2006 год [13]. Представленные в нем данные позволяли оценить различия данных в группах англоговорящих пациентов, проживающих в различных географических зонах (Британские острова и Северная Америка).

Из представленных данных видно, что динамика ДАД в США совпадает с показателями в Великобритании 2003 года. Таким образом, в англоязычных группах обследованных существенных различий в значениях ДАД и САД не определяется. Обращает внимание несколько более низкие значения САД в американской популяции, хотя они несколько выше предлагаемых формулами Жиркова — Голикова — Субботы. При сравнительном анализе наиболее близкие значения формул и данных популяционных исследований отмечены между американской когортой белого населения и данными формул, полученных для русскоговорящего населения.

С другой, определить особенности расовых, а следовательно, и генетических отличий значений АД помогают и другие данные. В последние годы на сайте индийского кардиологического общества появился калькулятор для определения оптимального АД в зависимости от возраста. К сожалению, приведены данные в диапазоне возрастов 20—65 лет. Для людей в возрасте моложе 20 лет признается оптимальным АД 120 и 80 мм. рт. ст. Для людей старше 65 лет адекватным предлагается считать АД 140 и 90 мм. рт. ст. Соотношения АД, рассчитанные по формуле ZhGS и данным интернет-сайта www.medindia.net, представлены на рис. 1. Видно, что различия наблюдаются в области значений более молодых возрастных групп. По формулам ZhGS значения ДАД должны быть ниже. При более старшем возрасте значения АД практически совпадают.

На рис. 3 представлена зависимость отношения САД и ДАД при расчете по формулам ZhGS, с помощью калькулятора Medindia и данным об американской и британской когортах. Видно, что при использовании первой формулы отношение сохраняется постоянным, в то время как по второму правилу оно несколько ниже и изменяется не линейно. В британской и американской выборках это отношение существенно выше и отмечается существенная нелинейность систоло-диастолического отношения. Кроме того значения САД/ДАД в индийской и англоговорящей выборках отличаются разнонаправлено по сравнению ZhGS. Рассматривая положение кривых на графике, можно говорить об усредненном положении значений, рассчитанных по формулам ZhGS. Предположение о промежуточном значении результатов формул ZhGS дополняет анализ некоторых

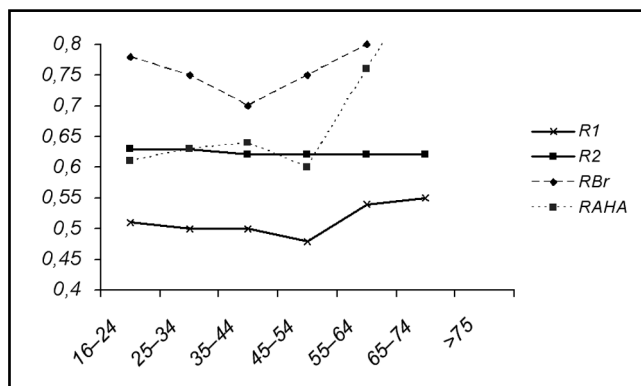


Рис. 3. Зависимости отношения САД и ДАД при расчете по формулам ZhGS, с помощью калькулятора Medindia и данным об американской и британской когортах.

По оси «Y» — отношение САД/ДАД. По оси «X» — возраст в годах. R1 — значения Medindia, R2 — значения ZhGS, RBr — значения Британского общества медицинской статистики, RAHA — данные JNC7.

формул, предлагаемых для определения среднего АД. Эти формулы представлены ниже.

$$\text{СрАД} = \text{ДАД} + 1/3 (\text{САД} - \text{ДАД}) \quad (1)$$

$$\text{СрАД} = 0,588 \times \text{ДАД} + 0,412 \times \text{САД} \quad (2)$$

$$\text{СрАД} = (\Phi - 1) \times \text{ДАД} + (2 - \Phi) \times \text{САД} \quad (3)$$

Одна из них является общепринятой, вторая предложена Меней на основании глубокого изучения вопроса с применением современных методов оценки кровообращения [17]. Последняя представлена из пакета формул ZhGS. Легко проверить, что её значения совпадают со средним арифметическим двух первых формул для определения СрАД.

Развившаяся во второй половине XX века эпидемия артериальной гипертензии показала важность простого и надежного, а также доступного на практике метода определения артериального давления. При математическом анализе следует иметь в виду, что точность определения показателя АД не является достаточной, поскольку кроме целого ряда других параметров зависит от скорости изменения давления в манжете аппарата для определения АД и частоты сердечных сокращений. Скорость изменения давления в манжете составляет 5 мм. рт. ст. в секунду. Легко установить, что при редком пульсе или высокой частоте пульса ошибка определения составляет около 2,5 мм. рт. ст. Существует и целый ряд других методических ограничений, которые могут определять точность измерения АД. Подробная характеристика этих вопросов не входит в задачи нашей работы, однако уже приведенные соображения подтверждают необходимость и допустимость аппроксимации результатов измерения АД при разработке обобщающих решений.

Этим в определенной мере может быть обусловлено то обстоятельство, что предлагаемые до настоящего

времени физиологические обоснования оптимального АД у человека, не принимаются медицинским сообществом. В этой связи формулы Жиркова — Голикова — Субботы представляют собой попытку объединить физиологические и статистические модели для описания артериального давления у человека. При разработке основополагающего положения при определении оптимального АД, авторами использован принцип минимальной работы по перемещению крови по артериальным сосудам. Идея такого подхода принадлежит Мюррей. Он полагал, что основные расходы при движении крови связаны с механическими и химическими процессами, происходящими при движении крови и её обеспечивающими. Автором были разработаны формулы для описания оптимальных взаимоотношений между диаметром сосуда, вязкостью крови и расходом «химической энергии» [7]. К настоящему времени накоплено значительное количество фактов о роли гармонического соотношения структуры сосудистого русла, формы и функции клеточных элементов и жидкой части крови. Обобщающее значение работ В. Д. Цветкова [14] в отношении экспериментальных данных по оптимальной организации сосудистого русла и деятельности сердца трудно переоценить. К сожалению, в них рассмотрены только экспериментальные модели. Наши результаты позволяют восстановить преемственность данных по изучению АД на физиологических моделях и результатов полученных у человека. В качестве универсального инструмента для объединения вышеприведенных данных использованы математические описания гармонического отношения между элементами системы.

Наиболее известным и простым математическим описанием гармонических отношений является понятие о «золотом сечении» [15, 16]. Именно это соотношение авторы статьи использовали для аппроксимации значений, полученных в результате обработки данных обследования более 1500 человек. Применение этих подходов сделало понятным принцип построения параметров оптимального АД с позиций общенаучного подхода. Его использование может показаться случайным. На самом деле оно явилось отражением 15 опыта работы по изучению клинко-физиологических моделей различного уровня.

С нашей точки зрения требует уточнения понятие оптимального артериального давления. По результатам исследования оптимальным для организма является такой параметр, который характеризует оптимальные условия работы системы. Применительно к АД эти значения рассматриваются как оптимальные и в краткосрочной, и длительной перспективе. Таким требованиям соответствуют, предложенные формулы ZhGS. Они представляют собой результат использования теории сложных систем и математической гармонии. С позиций представленных формул Жиркова-Голикова-Субботы систолическое, диастолическое и пульсовое АД формируют гармонический ряд, к которому отношение между соседними членами которого равно $(\Phi - 1)$. Отме-

чаются черты их универсального соотношения в различных географических зонах и языковых группах. Представленные данные, по мнению авторов, лишь начинают обсуждение принципов построения новых взглядов на оптимальное артериальное давление у человека.

Литература

1. Braunvald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. — 7th ed. 2005; 959—1013.
2. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 2003; 42: 1206—1252.
3. Chemla D., Antony I., Zamani K., Nitenberg A. Mean aortic pressure is the geometric mean of systolic and diastolic aortic pressure in resting humans *J Appl Physiol* 2005; 99: 2278—2284.
4. Трифанов В. Н. Резонансная гармония в природе. Гармония дисгармония в медицине. вып 3. Санкт-Петербург 2004; 120—128.
5. Guidelines for management of hypertension: report of the fourth working party of the British Hypertension Society, 2004 BHS IV. *JNH* 2004; 18: 139—184.
6. Zbirkov A., Subbota A., Kostenko V. Determination of Optimal Blood pressure in Humanbeings: From theory of Complex Systems to Simple Decisions. SCTR conference. Baltimore 2006; 74.
7. Murrey C. D. The physiological principle of minimal work: The vascular system and cost of blood volume. *Proc. Nat. Acad* 1926; 12: 204—214.
8. Misserli F. et al. Dogma Disputed: Can Aggressively Lowering Blood Pressure in Hypertensive Patients with Coronary Artery Disease Be Dangerous? *Annals of Internal Medicine* 2006; 144: 884—893.
9. Zager P. G., Nikolic J., Brown R. H. «U» curve association of blood pressure and mortality in hemodialysis patients. *Medical Directors of Dialysis Clinic, Inc. Kidney Int* 1998; 54: 561—569.
10. Schömig M., Eisenhardt A., Ritz E. Controversy on optimal blood pressure on haemodialysis: normotensive blood pressure values are essential for survival. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16: 469—474.
11. Birns J., Markus H., Kalra L. Blood Pressure Reduction for Vascular Risk. Is There a Price To Be Paid? *Stroke* 2005; 36: 1308.
12. British Heart Foundation Statistic Website. Systolic and diastolic blood pressure, by sex and age, 1993—2003. www.heartstats.org.
13. Heart Disease and Stroke Statistics — 2006 Update. АНА 2006; 66Р.
14. Цветков В. Д. Сердце, золотое сечение и симметрия. Пушино. 1997; 170 с.
15. Суббота А. Г. Гармония движений, золотое сечение и здоровье. Санкт-Петербург: «Стикс» 2003; 151с.
16. Шебелев Н. Ш., Марутаев М. А., Шмелев И. А. Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии. М: «Стройиздат»; 343 с.
17. Meaney E., Alva F., Meaney A., Alva J., and Weibel R. Formula and nomogram for the sphygmomanometer calculation of mean arterial pressure. *Heart* 2000; 84: 64.