

УДК 612.1/6:612.17-003.96:531.5
DOI: 10.25557/GM.2018.4.9745

Общие подходы в антропофизиологической характеристике возрастной динамики кровообращения человека

Белканиа Г.С.¹, Диленян Л.Р.², Багрий А.С.¹, Рыжаков Д.И.², Пухальская Л.Г.³

¹ Лаборатория медицинских экспертных систем «Антропос Системс Лаб.», Украина, 28001, Винница, пр. Коцюбинского, д. 37

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1

³ Варшавский медицинский университет. Польша, 00-001, Варшава, ул. Жвирки и Вигуры, д. 61

В аналитическом обзоре показана динамика гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения в соответствии с основными этапами адаптации в процессе развития и жизнедеятельности человека в условиях прямохождения (антропогенетическая модель постнатального онтогенеза). С этой динамикой сопоставляются имеющиеся данные по ростовому процессу массы сердца и минутного объема кровообращения (МОК). Демонстрируются принципиальные отличия возрастной динамики МОК по положению лежа и стоя. Особенно чётко эти отличия определяются по гидростатическому индексу сердца, который рассчитывается по отношению МОК (мл) на высоту гидростатического столба крови (см). Антропогенетическая модель постнатального онтогенеза обосновывает тип динамической организации сердечно-сосудистой системы (ССС) по соотношению МОК стоя/лежа (в %), представленной: гипокинетическим состоянием с уменьшением МОК в положении стоя по сравнению с положением лежа; эукинетическим (без изменений МОК); и гиперкинетическим состоянием с увеличением МОК в положении стоя. Показано, что основной направленностью возрастной динамики является перманентное уменьшение представленности гипокинетического состояния и возрастание представленности гиперкинетического состояния.

Ключевые слова: постнатальный онтогенез, антропогенетическая модель, гравитационный фактор, масса сердца, минутный объем кровообращения, тип кровообращения.

Для цитирования: Белканиа Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Пухальская Л.Г. Общие подходы в антропофизиологической характеристике возрастной динамики кровообращения человека. Патогенез. 2017; 15(4): 24—31

Для корреспонденции: Диленян Левон Робертович, e-mail: levon-nn@yandex.ru

Финансирование. При отсутствии «Исследование не имеет спонсорской поддержки».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 15.09.2017

General approaches to anthropophysiological characterization of age-related changes in human circulation

Belkaniya G.S.¹, Dilenyana L.R.², Bagrii A.S.¹, Ryzhakov D.I.², Pukhalska L.G.³

¹ Laboratory of Medical Expert Systems, Anthropos Systems Lab., Prospekt Kotsyubinskogo 37, Vinnitsa 28001, Ukraine

² Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ploshchad Minina i Pozharskogo 10/1, Nizhny Novgorod 603005, Russian Federation

³ Warsaw Medical University, Zwirki i Wigury Str. 61, Warsaw 00-001, Poland

This analytical review analyzes the dynamics of the hydrostatic (gravitational) factor of circulation in accordance with major stages of adaptation in the process of human development and vital activity under the conditions of bipedal locomotion (anthropogenetic model of postnatal ontogenesis). This dynamics is compared with available data on growth-related changes in heart mass and cardiac output (CO). Fundamental differences are demonstrated for age-related CO changes in prone and upright positions. These differences particularly clearly evident from the hydrostatic heart index calculated as a ratio of MVB (ml) to the height of hydrostatic blood column (cm). The anthropogenetic model of postnatal ontogenesis determines the type of dynamic organization of the cardiovascular system (CVS) by the ratio of upright/prone CO (%) as the hypokinetic state with decreased upright CO compared to prone CO, eukinetic state (unchanged CO), and hyperkinetic state with increased upright CO. The major trend in age dynamics is a permanent decrease in the hypokinetic state and an increase in the hyperkinetic state.

Key words: postnatal ontogenesis, anthropogenetic model, gravitational factor, heart mass, cardiac output, type of circulation

For citation: Belkaniya G.S., Dilenyana L.R., Bagrii A.S., Ryzhakov D.I., Pukhalska L.G. General approaches to anthropophysiological characterization of age-related changes in human circulation. Patogenez [Pathogenesis]. 2017; 15(4): 24—31 (in Russian)

For correspondence: Dilenyana Levon Robertovich, e-mail: levon-nn@yandex.ru

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 15.09.2017

Введение

В процессе онтогенетического формирования прямохождения и жизнедеятельности человека в этих характерных для него поздних условиях организменная адаптация к земной гравитации у человека реализуется по трем составляющим. Первая — это изменения массы, линейных размеров и пропорций тела в процессе роста и физического развития. Вторая — поэтапное формирование поз и переход к прямохождению. Третья — гидростатический фактор кровообращения, изменения которого детерминированы как изменениями линейных размеров, так и, особенно, позой тела, а по завершению роста — временной экспозицией жизнедеятельности в условиях прямохождения (стоя, сидя, при ходьбе).

Влияние земной гравитации на развитие плода минимально. Рождение ребенка — это начало формирования базовых биологических адаптаций к основным физическим условиям среды [1, 2].

По мере роста и поэтапного освоения прямохождения, а затем и прямохождения относительное влияние гравитации на осевые структуры тела и сердечно-сосудистую систему (ССС) усиливается. Принципиальное отличие проявляемости этого фактора у человека от других животных напрямую связано с видовыми особенностями позной статики и локомоции. Только у человека в характерных для него видовых условиях прямохождения около 70% объема крови сосредотачивается ниже уровня сердца. Формирующийся таким образом столб крови, который зависит от высоты (от стоп до уровня сердца), объема и удельного веса крови, и определяет величину гидростатического фактора,

на преодоление которого направлена антигравитационная регуляция кровообращения. У остальных животных с проноградной позной статикой и четвероногой локомоцией тот же объем крови локализуется на уровне сердца и выше него. Это — принципиально иная гидростатическая ситуация кровообращения. При этом следует подчеркнуть, что если для четвероногих животных принятие вертикальной позы эпизодично, то для человека, как прямоходящего существа, такая поза является характерным и основным физическим условием его жизнедеятельности, как на протяжении суток, так и всей его жизни.

Усиление гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения в процессе роста и поэтапного перехода человека к прямохождению

В процессе онтогенетической адаптации кровообращения к прямохождению условная величина гидростатического фактора (gmh , усл.ед.) увеличивается в несколько раз (рис. 1). Основой такого увеличения является поэтапный переход к прямохождению. Ростовое увеличение массы тела сопровождается увеличением объема и массы крови [3, 4], что усиливает весовую составляющую (m) гидростатического столба крови. А сама высота столба (h) также прогрессивно увеличивается в соответствии с ростовым увеличением общей длины тела, а также с изменениями пропорций тела [5] — относительное к длине тела укорочение верхней части туловища (от уровня сердца до головы) и относительное удлинение нижней части тела (от уровня сердца до стоп).

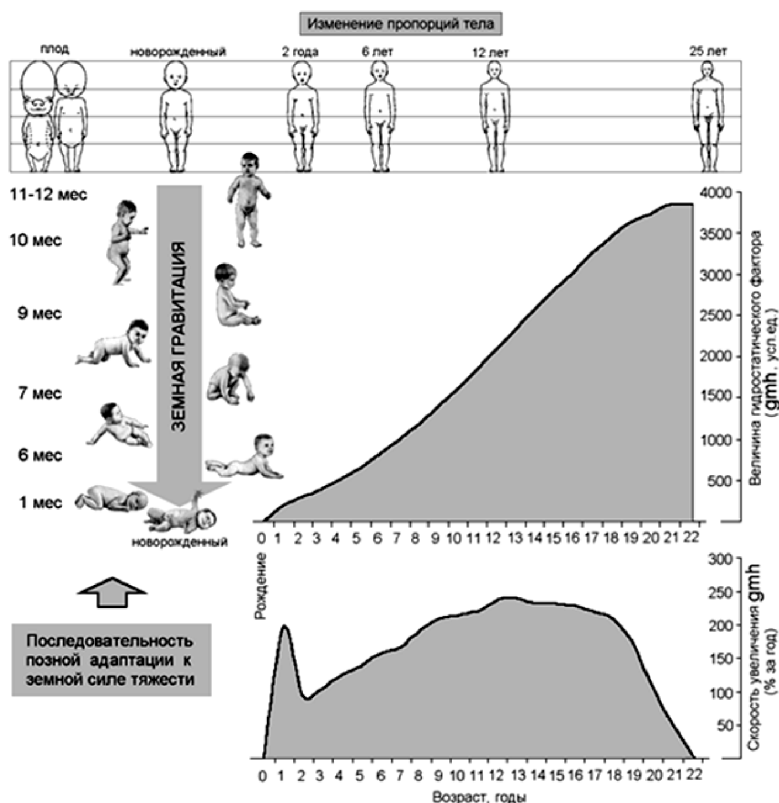


Рис. 1. Усиление гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения в процессе роста и поэтапного перехода человека к прямохождению на протяжении предефинитивной стадии постнатального онтогенеза. Вверху — изменения пропорций тела по данным Robbins W.J. [5]. Слева: поэтапные поздние формы адаптации к земной гравитации. Справа: верхний затемненный профиль — условная величина гидростатического фактора из расчета gmh (в усл. ед), где g — ускорение свободного падения (принято за 1), m — масса крови (в мл, плотность крови принята за 1) и h — высота гидростатического столба крови (от уровня сердца до стоп, в см); нижний затемненный профиль — уровень годового прироста величины гидростатического фактора (%).

На графике скорости изменений величины гидростатического фактора (рис. 1) видно, что его величина (gmh, усл.ед.) растет на протяжении всего предефинитивного периода постнатального онтогенеза, вплоть до общей остановки роста. Причем, первый пик скорости увеличения «gmh» (в % за год) отмечается к 1-му году, когда ребенок самостоятельно становится на ноги, и принципиально изменяются гидростатические условия кровообращения. Затем на протяжении 2—3 лет скорость замедляется, после чего она прогрессивно растет до 12—13 лет, остается на стабильном уровне до 17—18 лет и к завершению общего роста (21—22 года) прогрессивно снижается до нуля.

Таким образом, наиболее динамичными периодами формирования гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения у человека является первый год жизни, а затем период с 4—5 до 12—13 лет (т.е. к началу полового созревания). А это значит, что именно в этих периодах наиболее выражено проявляется нестабильность антигравитационного напряжения кровообращения. Напряженной остается регуляция кровообращения по гидростатическому (гравитационному) фактору в периоде полового созревания (12—18 лет), после чего по завершению роста и физического развития гидростатическая ситуация кровообращения стабилизируется. Однако в дефинитивном и постдефинитивном периодах постнатального онтогенеза реально перманентное увеличение временной экспозиции напряжения ССС в режиме антигравитационного обеспечения по возрастной, социальной и нозологической составляющим жизнедеятельности человека.

На рис. 2 схематически показаны предложенные нами [6] этапы относительных изменений влияния земной гравитации и напряженности организменной адаптации в процессе роста, физического развития и жизнедеятельности человека: 0 — пренатальное развитие (от оплодотворения яйцеклетки до рождения); 1 — формирование прямохождения (от рождения до 1 года); 2 — формирование основных локомоторных форм прямохождения (к 5 годам); 3 — способность длительного удержания тела в условиях прямохождения и прямохождения (к 7 годам); 4

— половое закрепление прямохождения и формирование полодифференцированных форм адаптации организма женщин и мужчин к гравитации (к 20—21 годам); 5 — репродуктивные и нозологические формы адаптации на протяжении первого и второго зрелого возраста (от 20—21 года до менопаузы у женщин и до 60 лет у мужчин); 6 — старение и амортизационные формы проявления адаптации к гравитации (после менопаузы у женщин и старше 60 лет у мужчин и до конца жизни). Помимо возрастных границ основных этапов, по шкале возраста цифрами обозначены дополнительные разграничительные даты: по этапу 4 — дата 14—15 лет соответствует вхождению в период полового созревания, по этапу 5 — дата 35 лет разграничивает периоды 1-го и 2-го репродуктивного возраста, по периоду 6 — дата 70 лет разделяет фазу пострепродуктивного возраста до и после условного рубежа средней продолжительности жизни. В качестве последней принимается условная средняя продолжительность жизни при рождении от общей численности населения по данным ВОЗ.

Ростовой процесс и антропогенетическая модель постнатального онтогенеза по насосной функции сердца

Представление о возрастной динамике напряженности адаптации организма к земной гравитации в процессе формирования прямохождения хорошо согласуется и с данными Ю.А. Власова [3] по продолжительности жизни и динамике смертности больных с пороками сердца. На рис. 3 хорошо видно, что больные с врожденными пороками сердца (ВПС) быстро элиминируют из популяции. Учитывая значение гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения для человека в условиях прямохождения, понятно, что именно адаптация ССС к этому фактору становится критическим испытанием для сердца. Поэтому, независимо от пола, выраженная динамика уменьшения числа живущих с ВПС отражает затруднение или невозможность ростовой адаптации к условиям прямохождения.

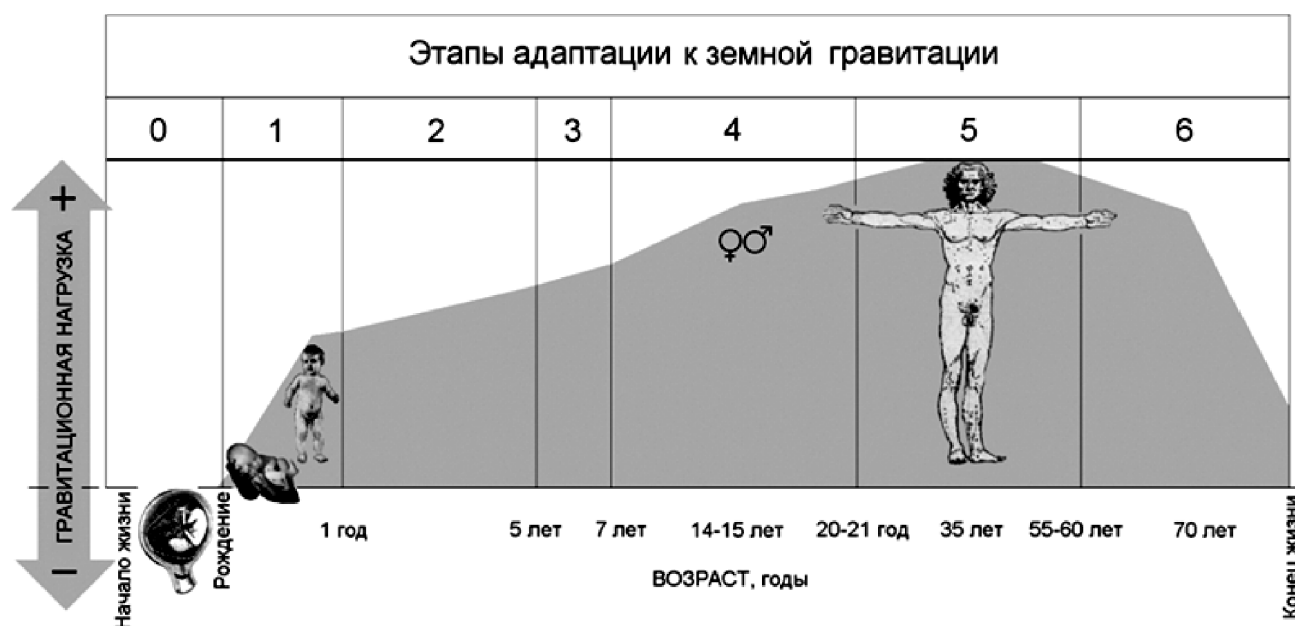


Рис. 2. Этапы относительных изменений влияния земной гравитации и организменной адаптации к ним в процессе развития и жизнедеятельности человека.

При сравнении динамики умирающих лиц без ВПС и больных с ВПС на этапы онтогенетической адаптации к земной гравитации (рис. 3) видно, что смертность больных с ВПС на протяжении первых четырех и начала 5-го этапов значительно выше, чем по общей популяции. Причем, пики смертности приходятся на основные этапы ростовой адаптации в процессе формирования прямохождения. Так, первый пик приходится на период новорожденности и свидетельствует об общей несовместимости с жизнью сложных и тяжелых пороков сердца. Следующий этап физического развития связан с формированием прямохождения и базовой адаптации организма к земной гравитации, которая становится критическим испытанием для организма с ВПС, и проявляется в выраженном пике смертности к 5 годам.

Часть выживших больных с ВПС переходят к следующему этапу ростовой адаптации в условиях прямохождения. Усиливающаяся гравитационная нагрузка на организм и на кровообращение в периоде ускоренного роста и полового созревания вновь становится критичной для детей с ВПС. Отражением этого является третий пик повышения смертности по популяции больных детей (рис. 3). При этом у девочек в связи с более ранним вхождением в период полового созревания и более сложной формой гормонального обеспечения циклического состояния организма, включая менструальные кровотечения, повышение смертности по времени наступает раньше и поддерживается на этом уровне дольше, чем у мальчиков. И только наиболее жизнеспособные дети из этой популяции переходят на следующий этап рассматриваемой модели онтогенетической адаптации к земной гравитации. Однако и тогда ограниченность их жизненного ресурса отражается значительно меньшей, по сравнению с общей популяцией, продолжительностью жизни — для мужчин около 50—54 лет, женщин около — 55—59 лет (рис. 3).

Нагрузочный характер антигравитационного напряжения ССС в процессе ростового формирования прямохождения определяет необходимость структурной и функциональной полноценности сердца и кровообращения [3, 4]. Динамика роста сердца в соответствии с этапами этой адаптации показывает процесс становления такой структурной трансформации (рис. 4, сверху).

Самая высокая скорость прироста массы сердца отмечается к моменту перехода ребенка к самостоятельному стоянию (1-й этап). Высокой эта скорость остается и на протяжении 2 и 3 этапов. После завершения формирования прямохождения (3 этап), нарастание массы сердца несколько снижается, однако в пубертатном периоде оно вновь повышается. Отмеченный фазовый характер особенно четко прослеживается по возрастной динамике скорости изменения удельной массы сердца (рис. 4, внизу), проявляя этапные особенности соотношений между становлением прямохождения и структурным развитием сердца.

При этом прослеживается и наложение на ростовой процесс полового созревания, которое через увеличение линейных размеров и объема крови перманентно усиливает и влияние гидростатического (гравитационного) фактора кровообращения. Так, на рис. 4 (внизу) четко определяются скачки скорости роста в 9—10 лет и после 14 лет, которые, с одной стороны, определяют влияние пре- и пубертатной фаз полового созревания на ростовой процесс, а, с другой стороны, демонстрируют возросший

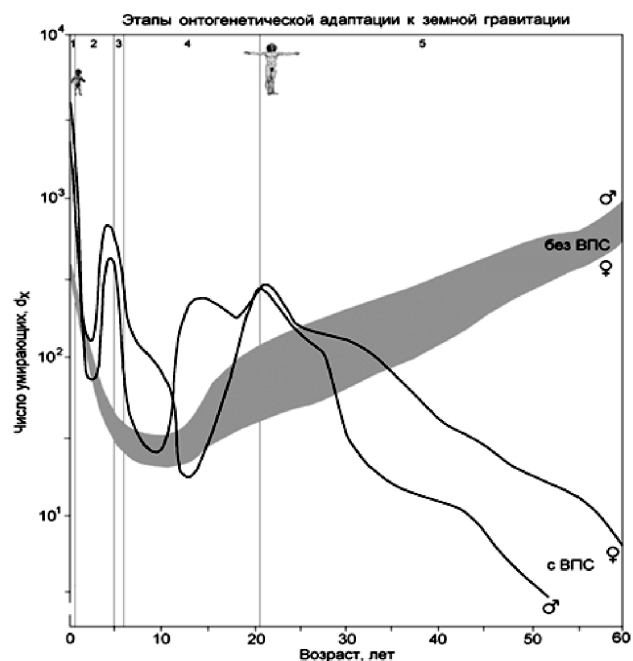


Рис. 3. Динамики умирающих (d_x) в популяции мужчин и женщин без ВПС (верхний и нижний край затемненного профиля) и в популяции больных с ВПС (нижняя и верхняя сплошные линии) по данным Ю.А. Власова [3], совмещенной с антропогенетической моделью постнатального онтогенеза по этапам онтогенетической адаптации к земной гравитации [1, 2]. Числами вверху обозначены этапы относительных изменений влияния земной гравитации и организменной адаптации к ним в процессе развития и жизнедеятельности человека (см. рис. 2).

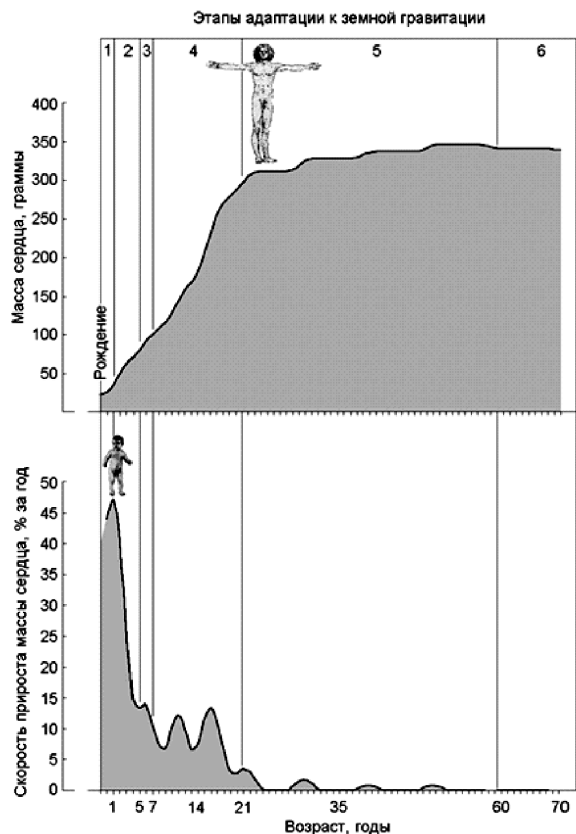


Рис. 4. Вверху — увеличение массы сердца в соответствии с этапами адаптации к земной гравитации в процессе онтогенетического становления прямохождения у человека. Внизу — динамики массы сердца по Ю.А. Власову [3, 4], дополненная собственными данными по скорости прироста массы в % за год, и совмещенная с оригинальной периодизацией по «антропогенетической модели» постнатального онтогенеза [1, 2].

запрос к сердцу на гемодинамическое обеспечение жизнедеятельности в условиях прямохождения. Значительно менее выражено такой запрос реализуется на 5-м этапе рассматриваемой «антропогенетической модели», отражая, в отличие от ростового процесса на начальных этапах, проявления функциональной гипертрофии сердца.

Рассмотренные данные демонстрируют, с одной стороны, нагрузочный характер антигравитационного напряжения организма в процессе ростового формирования прямохождения, а, с другой стороны, свидетельствуют о необходимости структурной и функциональной полноценности сердца и кровообращения для реализации базовой онтогенетической адаптации к планетной гравитации человека как прямоходящего существа.

Структурное становление сердца формирует и его функциональные возможности. Так, увеличение массы сердца сопровождается и увеличением минутного объема кровообращения (рис. 5, сверху, линия 1). Причем, наибольшей скоростью его прироста является на 1-м, 2-м и 3-м этапах становления прямохождения (рис. 5, внизу, линия 1), после чего, в отличие от изменений массы сердца, скорость нарастания МОК уменьшается, мало изменяется в пубертатном и в остальных возрастных периодах. Отставание увеличения МОК по сравнению с массой тела и, особенно, массой сердца отражается в четком уменьше-

нии соответствующих удельных показателей — МОК на кг массы тела (линия 2) и МОК на грамм массы сердца (линия 3). И по этим показателям наиболее выраженные изменения проявляются как по их общему уровню (рис. 5, сверху), так и по скорости изменений (рис. 5, внизу) на основных этапах становления прямохождения.

Следует отметить, что данные литературы, включая и использованные характеристики возрастной динамики МОК [3, 4], получены при традиционном измерении сердечного выброса в положении лежа. И даже при таком ограничении, возрастная динамика МОК совмещается с основными этапами формирования прямохождения и проявлениями адаптации ССС по гравитационному фактору кровообращения (по первой составляющей «антропогенетической модели»).

Учитывая, что для человека наиболее актуальными условиями жизнедеятельности являются те или иные формы прямохождения, то с позиций антропофизиологического подхода необходимо показать характеристику возрастной динамики по сердечному выбросу и в положении стоя (по второй составляющей «антропогенетической модели»).

В соответствии с антропофизиологическим подходом нами проведен анализ (суммарно мужчины и женщины) возрастной динамики сердечного выброса по положению

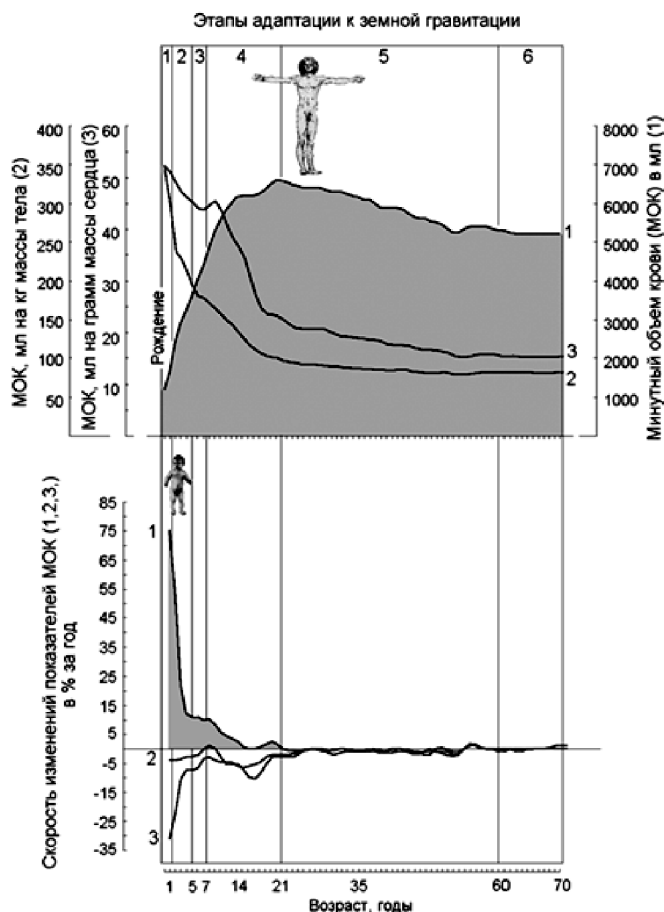


Рис. 5. Онтогенетическая динамика МОК, совмещенная с этапами адаптации к земной гравитации в процессе становления прямохождения у человека [1, 2]. Вверху: МОК приводится по данным Ю.А. Власова [3, 4] и дополнена нами расчетными данными по МОК (2, 3). Внизу: скорость изменений показателей МОК (1, 2, 3). Обозначения: 1 — МОК, 2 — МОК на кг массы тела, 3 — МОК на грамм массы сердца.

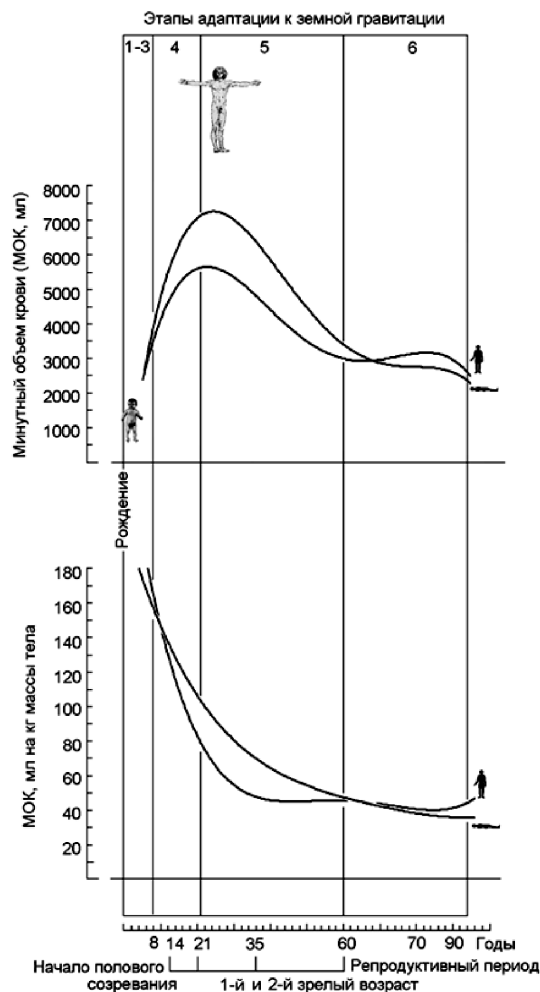


Рис. 6. Антропофизиологическая характеристика возрастной динамики МОК и МОК на кг массы тела по общей выборке (мужчины и женщины суммарно), в положениях стоя и лёжа (обозначено фигурками).

стоя и лежа. На рис. 6 представлены данные по возрастной динамике прямой величины МОК (вверху) и индексированной по массе тела (МОК на кг массы тела, внизу). Рисунки построены на основании модальных значений (M_0) по возрастным группам: до 8 лет ($n = 55$), 9–14 лет ($n = 99$), 15–21 лет ($n = 358$), 22–35 лет ($n = 496$), 36–55 лет у женщин и 36–60 лет у мужчин ($n = 1021$), до 70 лет ($n = 413$), 71–80 ($n = 196$), 81–90 ($n = 42$) и старше 90 лет ($n = 5$).

При сопоставлении динамики абсолютных значений МОК (в мл) по собственным данным в положении лежа (рис. 5) и по данным Ю.А. Власова [3, 4], которые тоже получены в положении лежа (рис. 4), отмечается практическое совпадение максимального увеличения сердечного выброса к моменту завершения роста (к 21 году). Принципиально схожей была и последующая динамика прогрессирующего снижения величин МОК. Особенно четко возрастное снижение сердечного выброса в положении лежа определяется величине МОК на кг массы тела.

Заметно более крутое снижение уровня МОК по нашим данным связано с тем, что данные Ю.А. Власова [3, 4] были получены на выборках практически здоровых людей. Нами использовалась обсервационная клинически нерафинированная выборка, в которой были и хронические заболевания в стадии ремиссии. И вполне закономерно, что с момента накопления таких лиц по старшим возрастным выборкам более выражено проявлялась соответствующая депрессия насосной функции сердца. Тогда как возрастные выборки предефинитивной стадии постнатального онтогенеза и по нашим, и по данным Ю.А. Власова [3, 4] были более однородными и менее нозологически отягощенными по своему составу.

Что касается величин МОК в положении стоя, то для анализа использованы собственные данные. В первом приближении характер динамики кривых уровня МОК и МОК на кг массы тела в положении стоя соответствует таковому в положении лежа. Однако при сопоставлении кривых проявляются принципиальные различия по возрастной динамике сердечного выброса в положениях стоя и лежа. Это видно по просвету между кривыми на разных этапах возрастной динамики и по перекресту кривых в пострепродуктивном возрасте (старше 60 лет), что свидетельствует об особой информативной значимости антропофизиологического соотношения по МОК (стоя/лежа) в характеристике динамической организации кровообращения (рис. 6). Еще выразительнее антропофизиологическое соотношение по МОК подчеркивалось при анализе возрастной динамики «гидростатического индекса» сердечного выброса (рис. 7). Последний рассчитывался по отношению МОК к высоте гидростатического столба, которая условно принималась для положения лежа в 10 см, а стоя — 70% от длины роста.

При этом еще более четко определяется не просто изменение соотношения кривых возрастной динамики по «гидростатическому индексу» МОК в положениях лежа и стоя, а смена их на противоположные. Если в периоде роста вплоть до его окончания и вступления в период зрелости отмечается четкое превалирование индексированной величины МОК по положению лежа, то на протяжении 1-го репродуктивного возраста (22–35 лет) это соотношение изменяется на противоположное, причем, permanently усиливаясь на протяжении 2-го репродуктивного (36–60 лет) и пострепродуктивного (старше 60 лет) возраста.

Типологическое отражение «антропогенетической модели» возрастной динамики кровообращения

Особое внимание к рассмотрению характеристик МОК связано не только с пониманием центрального значения сердечного выброса в перфузионных механизмах кровообращения, а с необходимостью использования антропофизиологического соотношения МОК (стоя/лежа) в идентификации типологической структуры динамической организации кровообращения [1, 6, 7], которая представлена тремя типами: гипокинетическим состоянием (I тип) с уменьшением МОК стоя по сравнению с лежа (меньше 94%); эукинетический или II тип (94–106%); и гиперкинетическое состояние, или III тип (больше 106%). При этом следует иметь в виду, что тип определяет и направленность гемодинамической реактивности по сердечному выбросу на самые разнообразные воздействия, включая и медикаментозные [1, 7].

Приведенные на рис. 8 данные демонстрируют четко выраженную возрастную динамику типологической структуры состояния кровообращения. Последняя у детей до 8 лет представлена преимущественно (64%) I типом или гипокинетическим состоянием. В препубертатном возрасте (9–14 лет) увеличивается доля переходного II типа и нивелируется типологическая преимущественность по выборке какого-либо типа. Устойчиво стабильной типологической организацией кровообращения становится в периодах завершения роста (15–21 лет) и физической зрелости (22–35 и 36–60 лет). На этом этапе возрастной динамики доля состояний по I типу достигает, соответственно 85%, 68% и 67%, являясь специфической характеристикой соответствующих возрастных выборок. Однако именно 1-й репродуктивный (зрелый) возраст (22–35 лет) становится границей перехода к permanently нарастающей в дальнейшем доли III типа. Постдефинитивный (пострепродуктивный) этап возрастной динамики

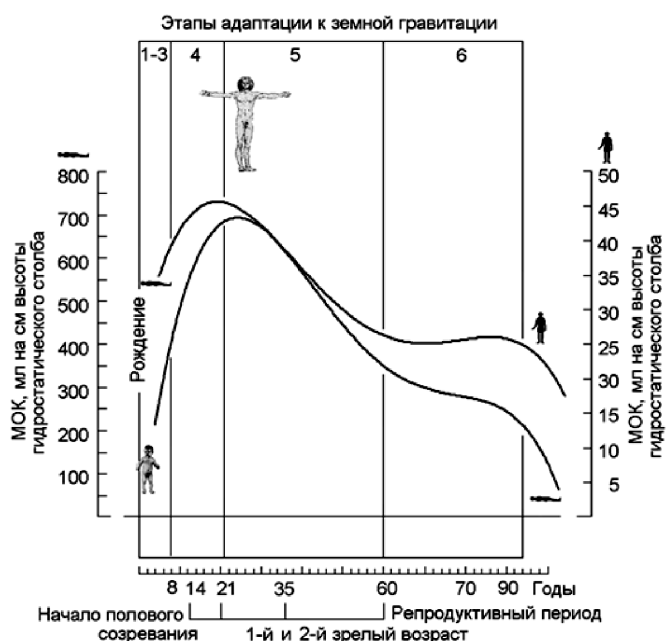


Рис. 7. Онтогенетическая динамика изменений «гидростатического индекса» сердечного выброса (МОК / 70% роста) у человека в положении лежа (МОК / 10 см) и стоя (МОК / 70% роста) в соответствии с этапами адаптации к земной гравитации в процессе становления прямохождения. Положение тела обозначено фигурками.

ДОЛЯ ТИПОВ ГЕМОДИНАМИКИ (в %)

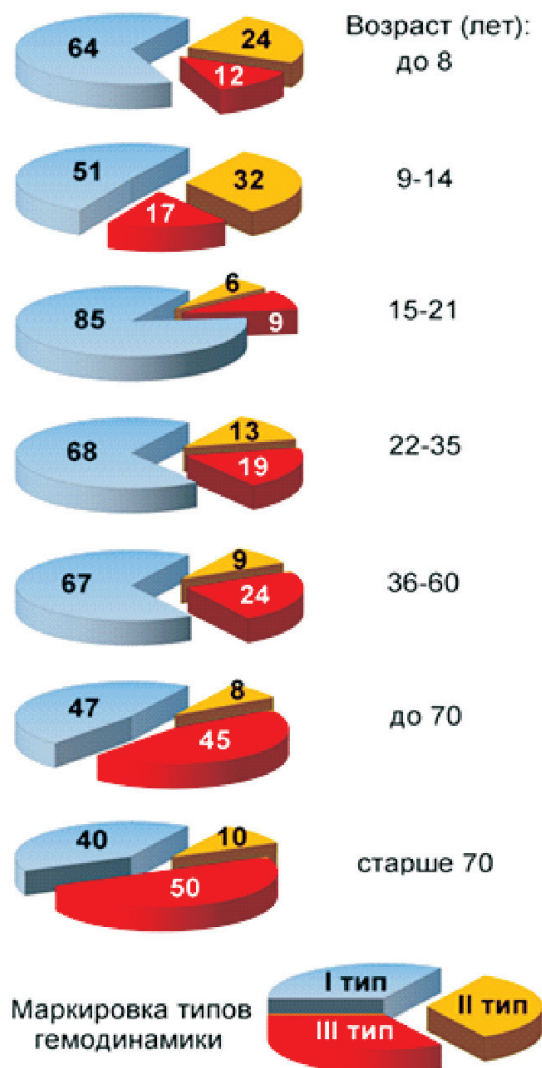


Рис. 8. Антропогенетическая модель возрастной динамики типологической структуры кровообращения у мужчин и женщин по соотношению МОК в положениях стоя/лежа. Цифрами обозначены распределение типов гемодинамики (%) по выборкам. Расшифровка типов гемодинамики I, II и III – в тексте статьи.

характеризуется уменьшением доли I типа до 47% и 40% с параллельным нарастанием представительства III типа до 45–50% как проявление неоптимальности типологической структуры кровообращения [8].

Гиперкинетическое состояние в ортостатике (III тип), с одной стороны, является проявлением адаптации к гравитационному (гидростатическому) фактору кровообращения для обеспечения циркуляторного состояния ССС человека в условиях прямохождения. Направленностью такой адаптации является централизация кровообращения в положении стоя. С другой стороны, III тип отражает напряженное состояние ССС в режиме антигравитационного обеспечения, при котором ограничен функциональный резерв по сердечному выбросу в положении стоя [7, 8], нарастают циркуляторные синдромы и формирующиеся на этой основе нозологические состояния [8, 9].

Заключение

Приведенные данные обосновывают необходимость учета динамической организации кровообращения у человека по антропофизиологическому соотношению МОК в положениях стоя и лёжа. Поскольку она отражает форму адаптации кровообращения к гравитационно-гидростатическому фактору в условиях прямохождения. Возрастной направленностью динамики является перманентное уменьшение представленности гипокинетического состояния и нарастание представленности гиперкинетического состояния, границей перехода является возраст 22–35 лет.

Список литературы

1. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Пухальская Л.Г. Антропофизиологический подход в диагностической оценке состояния сердечно-сосудистой системы. *Медицинский альманах*. 2013; 4(28): 108-14.
2. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Кононец В.В., Пухальская Л.Г. «Гравитационная биология — антропология» в антропогенетическом обосновании здоровья и нездоровья. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; 4: URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13976>. Дата обращения: 18.09.2017.
3. Власов Ю.А. *Онтогенез кровообращения человека*. Новосибирск: Наука, 1985. 226 с.
4. Власов Ю.А., Окунева Г.Н. *Кровообращение и газообмен человека*. Новосибирск: Наука, 1992. 319 с.
5. Robbins W.J., Brody S, Hogan A.G, Jackson, Green C.W. *Pediatric Body Proportions*. In: Growth. New Haven: Yale University Press, 1928.
6. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Пухальская Л.Г., Коньков Д.Г. Особенности методического обеспечения антропофизиологической диагностики состояния сердечно-сосудистой системы. *Медицинский альманах*. 2013; 6(30): 208-14.
7. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С. *Кардиодинамические основы и перспективы клинического использования реографии*. Н.Новгород: Изд-во Нижегородской государственной медицинской академии, 2016. 220 с.
8. Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Коньков Д.Г., Пухальская Л.Г. Антропофизиологическое обоснование типологического определения оптимальности и неоптимальности гемодинамического обеспечения соматического состояния организма. *Медицинский альманах*. 2014; 1(31): 119-22.
9. Диленян Л.Р., Багрий А.С., Белкания Г.С., Рыжаков Д.И., Пухальская Л.Г. Антропогенетическая и онтогенетическая модель общих клинических проявлений соматического состояния человека. *Медицинский альманах*. 2015; 4 (39): 222-7.

References

1. Belkaniya G.S., Dilenyany L.R., Bagriy A.S., Ryzhakov D.I., Pukhalskaya L.G. [Anthropophysiological approach in the diagnostic assessment of the condition of cardiovascular system]. *Meditsinskii al'manakh [Medical Almanac]*. 2013; 4(28): 108-14. (in Russian)
2. Belkaniya G.S., Dilenyany L.R., Bagriy A.S., Ryzhakov D.I., Kononets V.V., Pukhalskaya L.G. [«Gravitational biology — anthropology» in anthropogenetic justification of health and illness]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]*. 2014; 4: URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13976>. Retrieved: 18.11.2017. (in Russian)
3. Vlasov Yu.A. [Ontogeny of the circulatory system of humans]. Novosibirsk: Nauka, 1985. 226 p. (in Russian)
4. Vlasov Yu.A., Okuneva G.N. [Blood circulation and gas exchange in humans]. Novosibirsk: Nauka, 1992. 319 p. (in Russian)
5. Robbins W.J., Brody S, Hogan A.G, Jackson, Green C.W. *Pediatric Body Proportions*. In: Growth. New Haven: Yale University Press, 1928.
6. Belkaniya G.S., Dilenyany L.R., Bagriy A.S., Ryzhakov D.I., Pukhalskaya L.G., Konkov D.G. [The peculiarities of methodic provi-

sion of anthropophysiological diagnostics of the condition of cardiovascular system]. *Meditsinskii al'manakh [Medical Almanac]*. 2013; 6(30): 208-14. (in Russian)

7. Belkaniya G.S., Dilenyan L.R., Bagriy A.S. [*Cardiodynamic bases and outcomes of the clinical use of rheography*]. N.Novgorod: Izd-vo Nizhegorodskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii [Publishing house of Nizhny Novgorod State Medical Academy], 2016. 220 p. (in Russian)

8. Dilenyan L.R., Belkaniya G.S., Bagriy A.S., Ryzhakov D.I., Konkov D.G., Pukhalskaya L.G. [Anthropophysiological approach in the system algorithm of criterial analysis of the state of the cardiovascular system]. *Meditsinskii al'manakh [Medical Almanac]*. 2014; 1(31): 119-21. (in Russian)

9. Dilenyan L.R., Bagry A.S., Belkaniya G.S., Ryzhakov D.I., Pukhalskaya L.G. [Anthropogenetic and ontogenetic model of general clinical evidence of somatic human condition]. *Meditsinskii al'manakh [Medical Almanac]*. 2015; (4): 222-7 (in Russian)

Сведения об авторах:

Белкания Георгий Северьянович — доктор медицинских наук, профессор, руководитель¹

Диленян Левон Робертович — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины².

Багрий Алексей Сергеевич — кандидат медицинских наук, заместитель руководителя¹

Рыжаков Дмитрий Иванович — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры патологической физиологии².

Пухальская Лиана Георгиевна — кандидат медицинских наук, адъюнкт кафедры экспериментальной и клинической физиологии³.