

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ОБЩЕУНИВЕРСИТЕТСКАЯ КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ  
И СПОРТА

**Р. С. Минвалеев**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
АСАН ХАТХА-ЙОГИ**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2014

ББК 75.0+28.707.3

М62

Рецензенты: д-р биол. наук *М. П. Чернышева* (С.-Петербург. гос. ун-т); д-р пед. наук *Ш. З. Хуббиев* (С.-Петербург. гос. ун-т); д-р медицины *Алекс Левитов* (Мед. школа Ун-та штата Вост. Вирджиния, Норфолк, США)

*Печатается по решению  
Общезнаменитой кафедры  
физической культуры и спорта  
С.-Петербургского государственного университета*

**Минвалеев Р. С.**

М62 Физиологические аспекты избранных асан хатха-йоги. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2014. — 103 с.  
ISBN 978-5-288-

В книге изложены результаты исследований автора по физиологическим механизмам некоторых упражнений хатха-йоги (*сиршасаны, сарвангасаны, бхуджангасаны, халасаны и уддияна-бандхи*); даны рекомендации по их правильному выполнению.

Предназначена для специалистов по физической культуре, физиологии человека и всех интересующихся йогой.

**ББК 75.0+28.707.3**

ISBN 978-5-288-

© Р. С. Минвалеев, 2014  
© С.-Петербургский  
государственный,  
университет, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Феномен йоги во все времена включал в себя телесные практики, поэтому актуальность физиологического подхода к изучению и освоению этой традиции не вызывает сомнений.

Среди множества трактовок и полумистических интерпретаций индийской йоги для целей нашего исследования подходит только одна, в которой йога выступает просто как дисциплина. Исходное значение ее прослеживается в русском слове «його» или «ярмо» (согласно этимологическому словарю индоевропейских языков (Рокорню 1959), исходный корень в слове йога: *yeug-* (соединять, связывать) > рус. 'його, упряжь, ярмо'). Такое толкование нельзя признать распространенным, но только оно дает возможность естественнонаучного понимания йоги (рис. 1).

Будучи изначально индийским явлением, в настоящее время различные варианты как аутентичной, так и модифицированной йоги



Рис. 1. Этимология йоги

А — одно из древнейших изображений йоги (около 3000 лет до н. э.); Б — ярмо.

получили широкое распространение во всем мире. Одно только перечисление разновидностей йоги может занять несколько страниц убористого текста (Broad 2012; Броуд 2013). Но при этом в основе подавляющего большинства ныне практикуемых видов йоги лежит все та же древняя практика хатха-йоги, что в переводе с санскрита означает «йога усилия» — система особых физических и дыхательных упражнений, которые необходимо выполнять регулярно. Хатха-йога включает в себя традиционный набор статических фиксаций тела (асана) и дыхательных упражнений с произвольными апноэ (пранаяма), и не требует изучения каких-либо философских текстов и/или строгого соблюдения религиозных обетов.

Все возрастающее число людей выбирают хатха-йогу как форму ежедневной физической активности и, шире, принимают как образ жизни (Dunn 2008), что достаточно наглядно проявляется и при занятиях по физической культуре в Санкт-Петербургском государственном университете, где нами разработаны и внедрены в учебный процесс оздоровительные программы по хатха-йоге, пользующиеся большой популярностью среди студентов всех факультетов (Минвалеев 2013; Минвалеев, Незнамова 2013).

С 1986 г., когда была издана обзорная монография немецкого физиолога из Лейпцигского университета Дитриха Эберта «Физиологические аспекты йоги» (Ebert 1986; Эберт 1999), различными исследователями выполнено множество экспериментальных работ уже в русле доказательной (evidence based) медицины, в которых йога — разновидность лечебной физической культуры, рекомендуемая при различных расстройствах тела и психики.

В профильных обзорах, выполненных по этим работам, йога неизменно выступает как обобщенная система «известных» физических и ментальных упражнений (Herrick, Ainsworth 2000; Ott 2002; Nayak, Shankar 2004; Khalsa 2004; Roland, Jakobi, Jones 2011; Sengupta 2012; McCall, Ward, Roberts, Heneghan 2013). И в исследованиях по лечебным эффектам йоги, последняя опять же представлена стандартными словосочетаниями с минимальными поясняющими атрибутами, наподобие «Йога и...» (Stress, inflammation...2010; Adiponectin, leptin... 2012), «Йога в лечении...» (Williams-Orlando 2013), «Помогает ли йога при...» (Douglass 2009). При этом сами терапевтические приложения весьма конкретны и детально изложены: от очевидных влияний йоги на опорно-двигательный аппарат (Raub

2002) и сердечно-сосудистую систему (Jayasinghe 2004) до йогатерапии урологических расстройств (Ripoll, Mahowald 2002) и душевных недомоганий (Balasubramaniam, Telles, Doraiswamy 2013), таких как депрессии (Pilkington, Kirkwood, Rampes, Richardson 2005; Natha yoga for depression... 2010) или шизофрении (Cramer, Lauche, Klose, Langhorst, Dobos 2013). Диапазон исследований терапевтических приложений йоги простирается от профилактики и лечения сахарного диабета II типа (Manjunatha, Vempati, Ghost, Bijlani 2005; Innes, Bourguignon, Taylor 2005; Innes, Vincent 2007) до реабилитации после инсульта (Lynton, Keigler, Shiflett 2007), от устранения боли в спине (Cramer, Lauche, Haller, Dobos 2013) до лечения гипертонии (Okonta 2012; Hagins, Rundle, Consedine, Khalsa 2014). Накапливаются сведения о терапевтическом потенциале йоги в онкологии (Bower, Woolery, Sternlieb, Garet 2005; Raghavendra, Nagarathna, Nagendra 2007; DiStasio 2008; Vadiraja, Raghavendra, Nagarathna 2009; Rao, Raghuram, Nagendra 2009; Cramer, Lange, Klose, Paul, Dobos 2012). Применение йоги рекомендовано и в гериатрии (Alexander, Innes, Selfe, Brown 2013), и в педиатрии (Galantino, Galbavy, Quinn 2008; Clinical applications of yoga... 2009; Kaley-Isley, Peterson J., Fischer, Peterson E. 2010). Список аналогичных работ можно было бы продолжить, но, в целом, уже очевиден значительный терапевтический потенциал йоги, который, согласно конечным выводам практически всех вышеупомянутых исследований, всякий раз «нуждается в дальнейшем изучении».

Легко заметить, что в большинстве экспериментальных и обзорных работ по йогатерапии прослеживается одна общая черта. Как правило, остается без пояснения вопрос, какая именно разновидность йоги применялась в тех или иных терапевтических приложениях. Мало где указывается, и, если описана, то почти всегда недостаточно полно, конкретная техника выполнения йоговских упражнений, которая может весьма различаться в разных стилях и школах как традиционной, так и современной йоги. Даже в тех исследованиях, в которых ожидаемые положительные эффекты от регулярной практики йоги не подтвердились (например, С. Хинтер с соавторами (Hunter, Tarumi, Dhindsa, Nualnim, Tanaka 2013) не нашли положительных изменений в эндотелиальной функции артериальных сосудов после 12 недель занятий хатха-йогой), тоже не содержат подробного описания выполняемых упражнений. А между тем физиологические эффекты могут и должны зависеть

от специфики задействованных в том или ином упражнении мышечных напряжений и особенностей положения тела, что ставит под вопрос необходимую воспроизводимость результатов экспериментального изучения воздействий практики йоги. И даже в исследованиях по сравнению различных стилей йоги сопоставляются последовательности упражнений йоги (асаны и пранаямы), но не отдельно взятые асаны или пранаямы. Например, в работе (Cowen, Adams 2007) изучались изменения частоты сердечных сокращений после выполнения различных последовательностей упражнений трех различных стилей йоги (аштанга-йога, хатха-йога и йоги для начинающих (gentle yoga)). Уже по такому достаточно обобщенному показателю, как ЧСС, был сделан вывод о необходимости учитывать специфику выполнения асан и дыхательных упражнений в различных стилях йоги. В сравнительном обзоре (Ross, Thomas 2010) по сопоставлению оздоровительного эффекта йоги и физических упражнений (фитнес) также подчеркивается необходимость дополнительных исследований с использованием строгих методик для изучения оздоровительных эффектов различных стилей йоги. Очевидно, что одно и то же упражнение йоги с одним и тем же санскритским названием, выполненное с различными акцентами напряжения и/или расслабления мышц, может привести и нередко приводит к противоположным результатам, что и было выявлено нами в диссертационной работе (Минвалеев 1999). В связи с этим актуально переключение внимания исследователей от изучения «йоги вообще» на отдельно взятые упражнения, выполняемые всеми испытуемыми в едином стиле. Редкие примеры экспериментального изучения отдельных упражнений йоги, например, *сарвангасаны* (Konar, Latha, Bhuvaneshwari 2000), или дыхательных упражнений, например, *нади-содханы* (Bhargava, Gogate, Mascarenhas 1988), выполнены на больших временных интервалах между начальной и конечной точками измерений — от недели до одного месяца. За столь длительный промежуток времени на организм испытуемых могли оказывать и несомненно оказывали свое воздействие множество иных условий, помимо упражнений йоги, например, погода, диета, меняющийся режим дня, настроение, работа и т. п., которые явно не могут быть стандартизированы. Тогда следует признать, что строго доказательными можно считать только измерения, выполненные непосредственно до и после исполнения того или иного

упражнения, т. е. на временном интервале от нескольких минут до одного часа. По нашему мнению, только при таком исследовательском дизайне результаты опытов будут воспроизводимы, и конкретная техника выполнения избранных упражнений приобретет строго научное обоснование.

Именно такой подход (дизайн) мы избрали при изучении физиологических механизмов избранных практик хатха-йоги, выполненных нами с 1994 по 2013 г. Найденные результаты опубликованы в физиологических журналах (Минвалеев, Кузнецов, Лавинский 1996; Минвалеев, Кузнецов, Ноздрачев 1998; 1999), доложены на профильных конференциях (Minvaleev, Kuznetsov 1997; 1998; Минвалеев, Кузнецов 1999), наконец, защищены в виде диссертации (Минвалеев 1999) и продолжены в последующие годы (Минвалеев 1999; 2002а; 2002б; 2011; Минвалеев, Кильянова, Иванов 2002; Минвалеев, Ноздрачев, Кирьянова, Иванов 2004).

---

Автор выражает глубокую благодарность своим Учителям — академику РАН Александру Даниловичу Ноздрачеву, научному руководителю моей диссертационной работы, за привитие навыков физиологического мышления, математику Анатолию Ивановичу Иванову (научная школа проф. В. И. Зубова) за приобщение к практике йоги и бесценные уроки математического моделирования, без которых этот труд был бы невозможен.

А также выражаю искреннюю признательность профессору медицины университета штата Восточная Вирджиния (США) Алексу Левитову за внимательное прочтение рукописи и участие в совместных научных экспедициях в Гималаи, организованных в рамках авторского проекта © «В поисках утраченных знаний» директора киностудии исторического фильма Ирины Архиповой, которой автор выражает неменьшую благодарность.

## Глава 1

### СИРШАСАНА И САРВАНГАСАНА: ВНУТРИСЕРДЕЧНЫЙ КРОВОТОК

#### 1.1. ПЕРЕВЕРНУТЫЕ ПОЗЫ ХАТХА-ЙОГИ

Положение тела вниз головой широко представлено в практике хатха-йоги. В первую очередь это стойка на голове или *сиршасана*, выполняемая в строгой последовательности (рис. 2 и 3)

Исходное положение (рис. 2, А): сидя на пятках, сложить руки перед собой, обхватив ладонями локти. Далее, сложить ладони в замок, развернув предплечья перед собой. Локти остаются в исходном

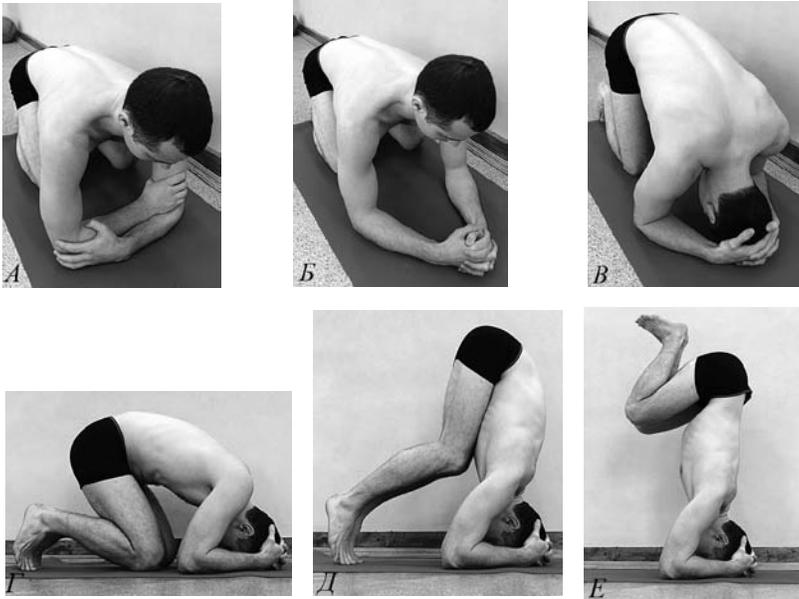


Рис. 2. Подготовка к выполнению *сиршасаны*

А — исходное положение; Б — ладони в замке перед собой; В — положение головы между ладоней; Г, Д, Е — три точки опоры (локти и лоб).

положении (рис. 2, Б). Положить голову между ладоней так, чтобы образовалась трехточечная опора: локти и зона лба, чуть выше начала роста волос (рис. 2, В). Далее поднимаем таз, опираясь на три точки опоры (локти и лоб) (рис. 2, Г–Е). В конечном положении выпрямить ноги (рис. 3). Стойка на голове или *сиршасана* считаются выполненными, если в конечном положении отсутствуют видимые корректировочные движения для сохранения равновесия.

Вторая изученная нами антиортостатическая поза называется *сарвангасана*, или стойка на плечах (рис. 4, А, Б.)

*Сарвангасана* выполняется из положения лежа на спине. Далее, ноги и туловище поднимаются вверх с опорой на затылок и предплечья (рис. 4, А). Считается, что главным условием правильного выполнения *сарвангасаны* является сильное прижатие подбородка к груди с соответствующим подпиранием руками с опорой на предплечье (рис. 4, Б.)



Рис. 3. *Сиршасана* или стойка на голове (конечное положение)



Рис. 4. *Сарвангасана*, или стойка на плечах

## 1.2. ПАССИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА

Гемодинамические влияния положения тела головой вниз достаточно подробно изучены при пассивном наклоне головой вниз на поворотном столе (от англ. head-down tilt), где мышечные напряжения практически исключены (рис. 5). В русскоязычной литературе для этого положения чаще используется термин «антиортостатическая поза» (Гейхман, Могендович 1977).



Рис. 5. Поворотный стол для изучения изменения положения тела

### 1.2.1. Ортостаз vs. антиортостаз

Согласно общепринятым представлениям, в антиортостатическом положении происходит характерное перераспределение крови в сосуды верхней половины тела. В целом наблюдаются изменения, противоположные тем, что были зафиксированы при ортостатическом положении (Осадчий 1986). Так, если при ортостазе растяжение вен ведет к уменьшению венозного возврата к сердцу по нижней полой вене и главный фактор, уменьшающий сердечный выброс (минутный объем сердца), — это депонирование крови в сосудах нижней части тела в объеме около 600 мл, то в случае антиортостаза имеет место противоположная картина: перераспределение крови в краниальном направлении, к голове и органам грудной клетки (Tomaselli, Kenney Frey, Neffler 1987), что различными механизмами (гетерометрическая саморегуляция сердца, рефлекс Бейнбриджа с полых вен) приводит к возрастанию сердечного выброса. Положение тела головой вниз ведет также к увеличению кровенаполнения полостей сердца, что отражается на визуальном объеме сердца, полученном методом двусторонней рентгенографии (Knitelius, Stegemann 1987). В исследованиях антиортостатического положения тела с использованием метода катетеризации сердца и магистральных сосудов также было зарегистрировано повышение давления

в полостях сердца и в легочной артерии (Влияние... 1978; Влияние... 1979; Честухин, Катков, Трошин, Несветов, Петров 1981). Аналогичные результаты были получены с использованием метода эхокардиографии (Бабин 1983; Шульженко, Какурин, Савилов, Бабин 1984).

Таким образом, в антиортостатическом положении сердце работает в условиях гемодинамической нагрузки объемом и давлением. В ортостазе, наоборот, наблюдается отрицательная инотропная реакция сердца, обусловленная «недогрузкой объемом» (Blomqvist, Stone 1983; Иванов, Эделева 1989), что отражается и на величинах кровоснабжения сердечной мышцы (Влияние кратковременной антиортостатической гипокинезии... 1978; 1979). Интересно отметить, что если при ортостазе большая часть (около 400 мл) депонируемой в ногах крови поступает от внутригрудных сосудов (Sjostrand 1953), то пребывание человека в условиях длительной антиортостатической гипокинезии приводит к значительному увеличению кровенаполнения именно интрааторакальной области (Алексеев 1974). Это ведет к изменению тонуса сосудов малого круга кровообращения, заметному увеличению кровенаполнения верхних отделов легких и уменьшению всех легочных объемов, что отражается и в изменении функции внешнего дыхания (Влияние... 1983). Сравнение величин мозгового кровотока в орто- и антиортостатическом положении уже не обнаруживает столь прямой противоположности гемодинамических реакций. Если в ортостатических пробах было зафиксировано отчетливое снижение кровоснабжения мозга, вплоть до явлений церебральной ишемии (ортостатическая неустойчивость, синкопе, коллапс) несмотря на работу различных компенсаторных механизмов (Москаленко 1976; Гаёвый, Мальцев, Погорелый 1979; ten Harkel, Lieshout, Karemaker, Wieling 1993; Levine, Giller, Lane, Buckley, Blomqvist 1994; Effect of headupright tilt... 1998), то в антиортостатическом положении увеличение скорости кровотока в мозговых артериях в первые часы положения головой вниз сопровождалось увеличением диаметра сосудов сетчатки глаза (которые регулируются аналогично мозговым сосудам), что привело даже к некоторому уменьшению скорости мозгового кровотока на вторые сутки антиортостатического положения (Cerebral blood flow velocity... 1993). В целом эти данные говорят о сохранении постоянства мозгового кровотока в антиортостатическом положении, поскольку наблюдались обратные соотношения снижения скорости мозгового кровотока

и диаметра ретинальных сосудов (Frey, Mader, Bagian, Charles, Meehan 1993).

Вегетативная регуляция орто- и антиортостатических изменений положения тела также обнаруживают свою противоположную направленность. Реактивная тахикардия и возрастание периферического сопротивления сосудов в ответ на падение ударного объема сердца уже давно были зарегистрированы при ортостазе (de Mey, Enterling 1986). Причем отмечается, что при ортостазе системные вазоконстрикторные реакции носят компенсаторный характер для предотвращения развития ортостатической гипотонии и связаны с повышением тонуса симпатoadреналовой системы (Осадчий 1982; 1986; Fiorica, Kem 1985; Blood pressure... 1997). В условиях же антиортостатической позы наблюдается рефлекторное уменьшение общего периферического сопротивления сосудов (Deklunder, Lecoart, Chammas, Goullard, Houdas 1993; Цыбенко, Грищенко 1993). Аналогичные результаты были получены в экспериментах на крысах (Musacchia, Steffen, Dombrowski 1992; Осадчий, Балуева, Сергеев... 1997) и на кошках (Осадчий, Балуева, Сергеев 1991; 1993), в которых было показано, что системная вазодилатация всегда наступает в ответ на антиортостатическое воздействие. Причем при ортостатическом воздействии констрикторный тип сосудистых реакций определяется главным образом барорефлекторными влияниями (Осадчий 1982; Blomqvist, Stone 1983); для антиортостатического воздействия такой зависимости не обнаружено (Effects of twenty-four hours... 1989; Осадчий, Балуева, Сергеев 1991). В противоположность повышению рефлекторной активности симпатической системы у человека при ортостазе, реактивная вазодилатация при антиортостатическом положении, по-видимому, обусловлена преобладанием парасимпатических влияний (Гейхман, Могендович 1977).

По мнению ряда исследователей, имеющиеся данные, полученные, в основном, на людях, позволяют судить о процессах в сосудистой системе при постуральных воздействиях в пределах нескольких часов и дней, а в переходном периоде (в начале воздействия), они изучены в значительно меньшей степени (Осадчий, Балуева, Сергеев 1993; Wieling, van Lieshout, ten Harkel 1998). Между тем относительно недавно стало известно, что в первые 20–30 секунд ортостатической пробы всегда возникает вазодилатация, которая только затем компенсируется вазоконстрикцией (Sprangers, Wesseling, Imholz A. L.,

Imholz В. Р., Wieling 1991). Аналогично первые минуты антиортостаза характеризуются увеличением общего периферического сопротивления, и только затем наступает вазодилатация (Цыбенко, Грищенко 1993). Эти данные говорят о необходимости дальнейшего изучения постуральных реакций гемодинамики в первые минуты пассивного антиортостатического воздействия.

### 1.2.2. Активный ортостаз vs. активный антиортостаз

Малоизученным остается и активный антиортостаз, т. е. самостоятельный переход человека из положения лежа на спине в положение вниз головой. Следует ожидать значимых различий между пассивным поворотом головой вниз и активным антиортостазом. Косвенным подтверждением этому могут служить сравнения различных вариантов ортостатической пробы, которые показывают, что наклон головой вверх и вставание до некоторой степени сравнимые, но физиологически не идентичные формы ортостаза. При вставании отмечалось значительно более выраженные изменения фазовых показателей сердечной деятельности по сравнению с пассивным наклоном головой вверх (Spodick, Lance 1977). При активном ортостазе наблюдалось типичное резкое (в течение первых 20 с) увеличение частоты сердечных сокращений, которое значительно превосходило постепенное начальное увеличение частоты сердечных сокращений, вызванное пассивным поворотом головой вверх (Dambrink, Wieling 1987). По мнению Л. И. Осадчего (1982), различия между реакциями системной гемодинамики на пассивный наклон тела и активный переход из горизонтального положения в вертикальное не только не позволяют формально приравнять эти условия, но и подчеркивают их физиологические особенности. В основе этих различий лежит главным образом включение сокращений мышц конечностей и брюшных мышц при активном вставании и стоянии, чего не наблюдается при пассивном наклоне тела (Hellebrandt, Franseen 1938; Tanaka, Sjöberg, Thulesius 1996).

На сегодняшний день нам известны только единичные работы по активному антиортостазу. Прежде всего укажем на ранние работы индийских исследователей. Однако они носили предварительный характер наблюдений в первом приближении. Было показано, что в стойке на голове (*сиршасане*) возрастает потребление кислорода,

понижается температура кожи на ногах и пальцах ног и повышается температура лба (Rao 1963). При этом и в *сиршасане*, и в *сарвангасане* умеренно повышается артериальное давление (Kuvlayananda 1926).

Отметим также, что отдельные сообщения о побочных эффектах практики йоги также чаще всего связаны с активным антиортостазом. Указывается на повышение внутриглазного давления более чем в 2 раза при выполнении стойки на голове (*сиршасаны*) (Intraocular pressure... 2006). Сообщения о прогрессировании глаукомы при регулярном выполнении *сиршасаны* (Gallardo, Aggarwal, Cavanagh, Whitson 2006) и отдельные случаи окклюзии ретинальной вены (Shah N.J., Shah U.N. 2009) обусловили одно из противопоказаний выполнять стойку на голове лицам, страдающим нарушениями внутриглазного кровообращения (Cramer, Krucoff, Dobos 2013). Столь радикальные влияния на региональный кровоток обуславливают необходимость подробного изучения гемодинамических эффектов перевернутых поз хатха-йоги.

Более обстоятельно изучена спортивная стойка на кистях рук как вариант активного антиортостаза (Гейхман 1965; Гейхман, Могендович 1977), где в сравнении с пассивным антиортостазом к сердечно-сосудистым реакциям присоединяются моторно-висцеральные рефлексы (Могендович 1972). Интерес вызывают прямые указания на возможные терапевтические эффекты активных перевернутых положений тела. По мнению К. Л. Гейхмана, профилактика сосудисто-мозговых нарушений, особенно у пожилых людей, должна заключаться не в чрезмерном оберегании их от наклонов тела головой вниз, но в систематической тренировке с помощью целесообразно подобранных средств и методов физической культуры, включающих в себя ряд антиортостатических поз тела. Переходя к изложению наших собственных исследований активного антиортостаза, нельзя не отметить, что согласно пионерской работе К. Л. Гейхмана (1965) при сопоставлении активной антиортостатической позы в виде стойки на кистях с ее пассивным аналогом было обнаружено в некоторых отношениях даже противоположное влияние на кровообращение.

В любом случае подробное изучение регионального кровотока при перевернутых позах йоги требует ясного понимания воздействий активного антиортостаза на системные звенья кровообращения, поэтому в наших исследованиях мы решили ограничиться изучением особенностей пока только диастолической функции сердца

в условиях активного антиортостаза, поскольку именно фаза диастолического наполнения, по нашим наблюдениям, сильнее всего реагирует на перевернутые положения тела.

### 1.3. ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА

В самом широком смысле, под диастолической функцией левого желудочка понимают совокупность всех процессов, происходящих в диастоле, т. е. в период от момента закрытия аортального клапана до момента закрытия митрального клапана. Интерес к этой фазе сердечного цикла в последнее время значительно вырос в связи с анализом причин диастолической недостаточности сердца. Появление метода доплеровской эхокардиографии сделало анализ диастолической функции более доступным и наглядным (Appleton, Hatle 1992; Wheeldon, Clarkson, MacDonald 1994; Рыбакова 1998; Ommen 2001; Prevalence... 2004).

Отражение диастолического поведения левого желудочка в норме и в патологии проявляется в трансмитральном кровотоке (ТМК) во время диастолы (Fransmitral blood flow... 1982; The transmitral pressure-flow... 1988; Appleton, Hatle, Popp 1988; Appleton, Hatle, Nellesen, Schnittger, Popp 1990).

Главный процесс, который описывают доплеровские характеристики трансмитрального кровотока, — это диастолическое наполнение. Поступление крови в полость левого желудочка начинается со снижения внутрижелудочкового давления. Когда давление в левом желудочке снизится практически до давления в левом предсердии, открываются створки митрального клапана и начинается фаза быстрого наполнения (пик *E* на эхографической кривой скорости ТМК).

Затем давление в левом желудочке в левом предсердии выравнивается, и последующее нагнетание крови в левый желудочек называют фазой медленного диастолического наполнения. Створки митрального клапана закрываются, и остаточный объем крови поступает в левый желудочек из левого предсердия за счет систолы левого предсердия (пик *A* на эхографической кривой скорости ТМК). В норме форма трансмитрального диастолического кровотока представляет собой два пика *E* и *A*; первый из них соответствует быстрому диастолическому наполнению желудочков, второй — медленному

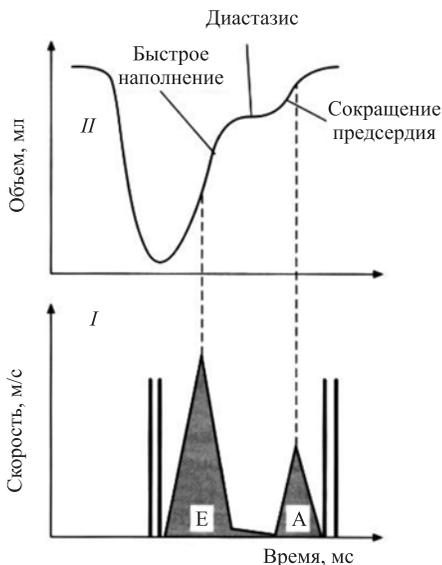


Рис. 6. Схема соотношения между давлением в левом желудочке и трансмитральным кровотоком

I: по оси абсцисс — время (мс), по оси ординат — скорость (м/с); E — пик быстрого диастолического наполнения; A — пик медленного диастолического наполнения.

II: по оси абсцисс — время (мс), по оси ординат — объем (мл).

Источники: (Otto, Pearlman 1995).

диастолическому наполнению во время систолы левого предсердия (рис. 6) (Otto, Pearlman 1995). Отметим, что в фазу быстрого наполнения кровотока является следствием расширения полости левого желудочка (фактически, происходит пассивное всасывание крови в полость левого желудочка); в фазу медленного наполнения кровотока становится причиной расширения полости (идет процесс активного накачивания крови под давлением во время систолы левого предсердия) (Новиков, Самойлович 1996). В норме величина пиковой скорости E превышает A ( $E/A > 1$ ). При нарушении диастолического наполнения левого желудочка величина пиковой скорости A увеличивается и начинает превосходить E ( $E/A < 1$ ). Основная

причина формирования такого потока — это замедление диастолического расслабления (The noninvasive assessment... 1997; Appleton, Jensen, Hatle, Oh 1997), что было подтверждено одновременной катетеризацией сердца (Chung, Nishimura, Holmes, Tajik 1992; Nishimura, Schwarts, Tajik, Holmes 1993; Nishimura, Tajik 1994; Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation... 1996). Как было установлено, на доплеровские индексы наполнения левого желудочка в норме влияет множество конституциональных (возраст, пол, индекс массы тела) и физиологических характеристик (частота сердечных сокращений, артериальное давление, диаметр левого предсердия и т. д.) (Appleton, Galloway, Gonzales, Gaballa, Basnighty 1993; Voutilainen, 1994; Factor S... 1991; 1994). Значительное влияние оказывает также и образ жизни

(уровень физической активности, потребление алкоголя, курение) (Left ventricular... 1993).

Важно отметить, что диастолическое наполнение зависит не только от способности сердца к реализации диастолической функции, но и от того количества крови, которое притекает к сердцу, т.е. от величины преднагрузки (Ischida, Neusner, Tsujioko 1986; The transmitral pressure-flow... 1988; Effect of alteration... 1990; Triulzi, Castini, Oznaghi, Vilolo 1990; Castini, Mangiarotti, Vitola Conconi Triulzi 1992; Nakatani, Imanishi, Nakasone, Sunagawa, Miyataka 1998), включая и поструральные влияния на преднагрузку (Plotnick, Kmetzo, Gottdiener 1991; Effects of posture... 1999; Baldi, Lalande, Carrick-Ranson, Johnson 2007). Это же влияние, но уже опосредованное воздействием активных антиортостатических поз хатха-йоги, и демонстрирует наша работа.

#### 1.4. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ВНУТРИСЕРДЕЧНОГО КРОВОТОКА

##### 1.4.1. Испытуемые и оборудование

Всего обследовано 15 здоровых лиц (7 мужчин и 8 женщин) в возрасте от 19 до 42 лет. Критерием для отбора в группу была способность стоять на голове. Кроме того, для сравнения использованы ранее полученные результаты проведения пробы со вставанием из горизонтального положения на левом боку у 16 женщин, в возрасте от 18 до 35 лет. В ходе обследования были выделены две подгруппы (I и II) по 7 человек в каждой по реакции частоты сердечных сокращений в ответ на перевернутые позы хатха-йоги.

Исходные показатели фиксировали в горизонтальном положении лежа на спине, после чего испытуемые принимали позу *сиршасана* (стойка на голове) (рис. 3). Затем опять в лежачем положении повторно измерялись исходные показатели, вслед за этим эхокардиографическое исследование проводилось во время исполнения *сарвангасаны* (стойка на лопатках) (рис.4).

Ультразвуковое исследование сердца проводили с помощью эхокамеры HITACHI EUB-525 (Япония). Использовали секторальный датчик с частотой сканирования 2,5 Мгц. Показатели внутрисердечного кровотока оценивали методом импульсной доплерографии.

### 1.4.2. Принцип действия импульсной доплерэхокардиографии

При импульсной доплерэхокардиографии на двухмерном изображении сердца с помощью специальной метки выбирается точка, расположенная в заданном направлении от датчика и на заданной глубине. В этой точке, которая называется *контролируемым объемом*, и исследуется кровоток. Датчик выпускает короткий залп ультразвуковых импульсов в заданном направлении, после чего ожидает возвращения отраженных сигналов. Сначала приходят импульсы, отраженные от объектов, находящихся близко к датчику, позже — от объектов, расположенных дальше, еще позже, от самых удаленных. Прибор «выбирает» только те импульсы, которые вернулись через определенное время, т. е. с заданной глубины, и измеряет произошедший сдвиг частот. Если в заданной точке имелось движение (в нашем случае форменных элементов крови), то на градуированном экране появляется отметка, которая показывает направление движения и его скорость в определенный момент. Посылка импульсов, анализ эхо и изображение результата повторяется с высокой частотой, и из множества отметок складывается график движений, происходящих в контролируемом объеме, т. е. доплеровская эхокардиограмма (Шиллер, Осипов 1993). Объектом движения выступают не только движущиеся стенки сердца и створки клапанов, но и форменные элементы крови. Это дает возможность неинвазивно исследовать потоки крови в сердце с очень высокой степенью точности и достоверности (Новиков 1994).

### 1.4.3. Регистрируемые характеристики и обработка результатов измерений

В нашем исследовании *контролируемый объем* устанавливался между концами раскрытых створок митрального клапана. В этот момент подбирали такой фильтр доплеровских частот, который позволял зарегистрировать пиковые скорости и скорости, близкие к нулевой отметке. Оценивались следующие показатели трансмитрального кровотока:

- максимальная скорость потока в раннюю диастолу —  $E$ , см/с;
- максимальный кровоток в систолу предсердия —  $A$ , см/с;
- минимальный кровоток в фазу диастазиса —  $MDV$ , см/с;
- соотношение скоростей —  $E/A$ , усл.ед.

Определялись крайние отклонения параметров ТМК, предельные колебания которых наблюдаются при наибольшем вдохе («i») и наиболее глубоком выдохе («e»). Для этого в режиме кинопетли просматривалась запись длительностью около 20 с. Дыхание обследуемых было естественным, так как форсирование дыхания неизбежно приводит к прерыванию регистрации эхосигналов вследствие закрытия акустического окна раздувающимся легким. Затем с помощью постоянно-волновой доплерографии фиксировались время изоволюмического расслабления левого желудочка (IVRT, мс) как интервал между прекращением аортального выброса и началом митрального притока крови (рис.7). Поскольку закономерность дыхательных колебаний IVRT установить не удавалось, оценивали среднюю его величину из 7–10 отдельных временных интервалов. Определяли также частоту сокращений сердца (ЧСС, уд./мин) в момент регистрации кровотока. Эхокардиограммы записывали на видеопленку, а считывание параметров и расчеты проводили после завершения исследования.

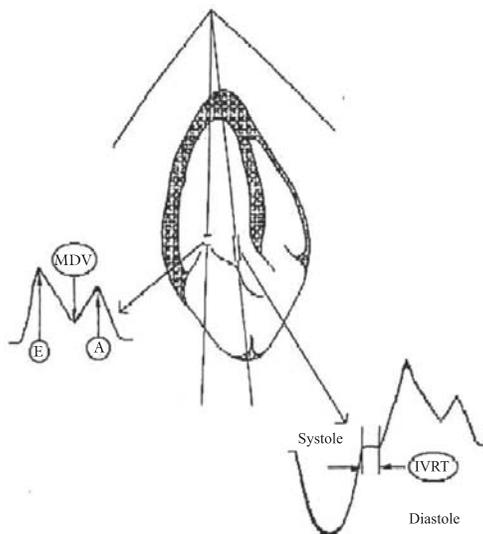


Рис. 7. Схема регистрации и измерения параметров ТМК и IVRT

Е — максимальная скорость потока в раннюю диастолу; А — максимальный кровоток в систолу предсердия; MDV — минимальный кровоток в фазу диастазиса; IVRT — время изоволюмического расслабления левого желудочка.

Математическая обработка найденных результатов после проверки на нормальность извлеченных численных данных осуществлялась с применением параметрического t-критерия Стьюдента для парных связанных выборок.

## 1.5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исходном лежащем положении все исследованные характеристики ТМК значимо колебались в зависимости от дыхания ( $E$  — от  $78,7 \pm 2,7$  на вдохе до  $96,3 \pm 3,2$  см/с на выдохе,  $p < 0,01$ ;  $A$  — от  $56,5 \pm 3,0$  до  $44,6 \pm 2,5$  см/с,  $p < 0,01$ ; отношение  $E/A$  — от  $1,4 \pm 0,1$  до  $2,2 \pm 0,1$ ,  $p < 0,001$ ; MDV — от  $24,2 \pm 4,1$  до  $12,2 \pm 1,9$  см/с,  $p < 0,05$ ), что совпадает с данными, опубликованными в конце 1980-х годов (Voutilainen, Kurari, Hippelainen, Karppinen, Ventila 1994; Рыбакова 1998). Таким образом, вдох вызывал снижение скорости  $E$ , повышение максимальной скорости при сокращении предсердия  $A$ , что естественно сопровождалось уменьшением отношения скоростей  $E/A$ ; минимальный кровоток в фазу диастазиса на вдохе был выше, чем на выдохе (рис. 8).

В стойке на голове резко возрастал ТМК в фазу раннего наполнения ( $E_i$  — до  $112,3 \pm 3,8$ ,  $E_e$  — до  $140,0 \pm 5,1$  см/с;  $p < 0,001$ ). Ускорение кровотока в систолу предсердия зарегистрировано только в фазу выдоха ( $A_e$  —  $59,8 \pm 5,0$  см/с,  $p < 0,05$ ). Соотношение  $E/A$  менялось не существенно. Кровоток MDV был ускорен и при вдохе и при вы-

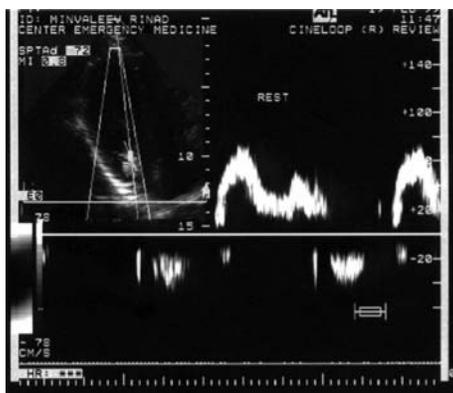


Рис. 8. Кривая трансмитрального кровотока (на вдохе) в исходном состоянии в покое

дохе ( $MDV_i — 38,9 \pm 5,2$  см/с,  $p < 0,05$ ;  $MDV_e — 30,3 \pm 5,8$  см/с,  $p < 0,01$ ). Резко сократилось время изоволюмического расслабления левого желудочка ( $IVRT — с 77,9 \pm 1,9$  мс в положении лежа до  $52,8 \pm 2,1$  мс в стойке на голове,  $p < 0,001$ ). Возросла частота сердечных сокращений (с  $71,7 \pm 2,7$  до  $84,3 \pm 4,2$  уд./мин,  $p < 0,01$ ) (см. рис. 9). При переходе в положение лежа на спине все исследованные параметры вернулись на уровни, не отличавшиеся от зафиксированных в начале исследования. Дыхательные колебания параметров ТМК за исключением А также оставались значимыми.

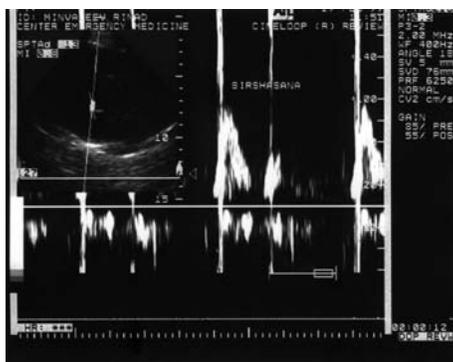


Рис. 9. Кривая трансмитрального кровотока (на вдохе) при выполнении *сиршасаны*

При выполнении стойки на лопатках (рис. 10) наблюдался ускоренный кровоток в раннюю диастолу ( $E_i — 88,6 \pm 3,5$ ;  $E_e — 115,0 \pm 5,8$  см/с;  $p < 0,05$ ), в систолу предсердия при вдохе ( $A_i — 67,3 \pm 5,1$ ;  $p < 0,01$ ), в фазу диастазиса ( $MDV_i — 45,7 \pm 5,5$ ;  $MDV_e — 31,8 \pm 5,3$  см/с;  $p < 0,001$ ). Соотношение E/A было снижено при вдохе ( $p < 0,05$ ). Укорачивалось время IVRT (до  $67,1 \pm 2,8$ ;  $p < 0,001$ ). Сердечные сокращения были учащенными (до  $88,1 \pm 2,8$  уд./мин,  $p < 0,001$ ).

При сравнении параметров ТМК и расслабления левого желудочка в момент выполнения стойки на голове и стойки на лопатках были выявлены существенные отличия. Значительно более высокой при стойке на голове были скорость E (различия по  $E_i — p < 0,001$ ; по  $E_e — p < 0,01$ ). В стойке на голове короче было время IVRT ( $p < 0,001$ ). При этом мы обнаружили, что у части обследованных лиц отсутствовало учащение сокращений при выполнении стойки на голове, в то время как при стойке на лопатках умеренная тахикардия наблю-

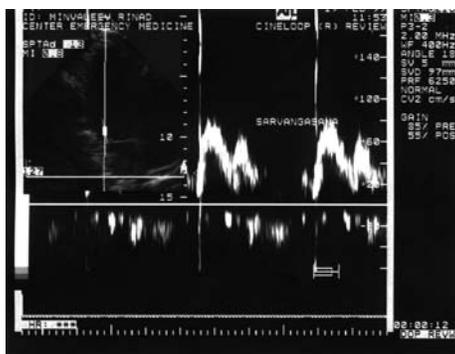


Рис. 10. Кривая трансмитрального кровотока (на выдохе) при выполнении *сарвангасаны*

далась у 14 из 15 человек. В подгруппе I (4 мужчин и 3 женщины) ЧСС в исследуемой позе практически не отличалась от исходной (лежа —  $73,4 \pm 2,3$  уд./мин, в стойке на голове —  $76,0 \pm 2,9$  уд./мин), в подгруппе II (3 мужчины и 4 женщины) учащалась с  $69,4 \pm 5,5$  до  $92,6 \pm 5,4$  уд./мин,  $p < 0,05$ .

Видно, что в обеих подгруппах одинаково уменьшенной было IVRT (в первой —  $52,3 \pm 3,1$  мс, во второй —  $52,0 \pm 3,4$  мс), тогда как скорость раннедиастолического потока на выдохе (т.е. максимальная зарегистрированная E) была выше в первой подгруппе —  $153,6 \pm 6,0$  см/с; во второй —  $127,9 \pm 6,0$  см/с;  $p < 0,05$ ). Следует заметить, что две рассмотренные подгруппы и исходном состоянии различались по двум показателям:  $E_e$  и IVRT. Первый показатель был выше, второй меньше у лиц, которые на вставание на голову не реагировали тахикардией. Наконец, по технике исполнения стойки на голове первая подгруппа значительно превосходила вторую, что, по-видимому, и обусловило тахикардию у испытуемых второй подгруппы.

Эти различия не зависели от возраста и пола испытуемых, что подтверждается аналогичными исследованиями влияния на трансмитральный кровоток пассивных наклонов головой вверх и вниз, выполненных с помощью поворотного стола (Voutilainen 1994; Voutilainen, Kupari, Hippelainen, Karppinen, Ventila 1994).

Полученные нами результаты параметров ТМК и расслабления левого желудочка были сведены в табл. 1 по подгруппам I и II отдельно на выдохе и выдохе при выполнении стойки на голове (*сиршасаны*) и стойки на лопатках (*сарвангасаны*).

Таблица 1. Динамика параметров трансмитрального кровотока и расслабления левого желудочка при выполнении *сиршасаны* (стойка на голове) и *сарвангасаны* (стойки на лопатках)

Параметр		Подгруппы	Исходно	Сиршасана	Исходно	Сарвангасана
			X ± m	X ± m	X ± m	X ± m
ВДОХ	E <sub>p</sub> , см/с	I	81,9 ± 5,0	118,9 ± 7,0	83,7 ± 3,2	91,4 ± 5,6
		II	77,0 ± 2,7	107,9 ± 2,9	74,4 ± 3,3	88,1 ± 4,8
	A <sub>p</sub> , см/с	I	53,9 ± 1,5	68,4 ± 11,9	48,0 ± 4,7	69,3 ± 9,0
		II	60,4 ± 6,2	74,7 ± 9,7	50,4 ± 3,9	67,9 ± 6,3
	E/A, см/с	I	1,5 ± 0,1	2,0 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,4 ± 0,2
		II	1,4 ± 0,1	1,6 ± 0,2	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,1
	MDV <sub>p</sub> , см/с	I	22,0 ± 4,1	32,9 ± 5,9	15,7 ± 0,9	47,4 ± 8,3
		II	27,1 ± 8,0	47,1 ± 8,9	21,0 ± 4,3	48,0 ± 8,1
IVRT, см		I	74,4 ± 2,2	52,3 ± 3,1	81,9 ± 0,9	63,1 ± 4,0
		II	83,0 ± 1,9	52,3 ± 3,4	86,9 ± 4,9	71,6 ± 4,0
ЧСС, уд./мин.		I	73,4 ± 2,3	76,0 ± 2,9	66,9 ± 2,5	87,7 ± 3,6
		II	69,4 ± 5,5	92,6 ± 5,4	67,4 ± 4,4	91,4 ± 3,9
ВЫДОХ	E <sub>e</sub> , см/с	I	103,4 ± 4,1	153,6 ± 6,0	104,1 ± 2,0	115,9 ± 10,3
		II	90,6 ± 4,1	127,9 ± 6,0	92,7 ± 4,4	110,4 ± 6,5
	A <sub>e</sub> , см/с	I	43,6 ± 3,0	53,3 ± 6,6	42,6 ± 5,0	54,3 ± 6,7
		II	45,3 ± 4,6	65,1 ± 8,3	49,7 ± 6,0	56,3 ± 6,8
	E/A, см/с	I	2,4 ± 0,1	3,1 ± 0,4	2,7 ± 0,3	2,3 ± 0,3
		II	2,1 ± 0,3	2,2 ± 0,3	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,3
	MDV <sub>e</sub> , см/с	I	13,0 ± 2,9	23,4 ± 6,4	11,4 ± 1,8	28,7 ± 7,9
		II	10,7 ± 2,9	39,1 ± 10,1	8,7 ± 1,7	37,0 ± 8,1

Остается открытым вопрос о механизме тотальной тахикардии при исполнении стойки на лопатках (*сарвангасаны*), с учетом того, что гидростатические условия наполнения левых камер сердца при этих позах одинаковые. Обязательный компонент стойки на лопатках (*сарвангасаны*) — прижатие подбородка к груди (джаландхарабандха). Мы предположили, что именно этот фактор обуславливает увеличение частоты сердечных сокращений при исполнении стойки на лопатках. Для этого мы отдельно провели регистрацию ТМК у 8 здоровых молодых добровольцев (3 мужчин и 5 женщин) в положении сидя на пятках. Исходный ТМК фиксировали при вертикальном

положении головы, повторно после максимального опускания головы с прижатием подбородка к груди при прямом положении туловища. При выполнении изолированной позы с прижатием подбородка к груди уменьшалась  $E_i$  ( $p < 0,05$ ) и значительно нарастала  $MDV_e$  ( $p < 0,01$ ) при незначительной тенденции к учащению сердечных сокращений ( $p < 0,05$ ). Подобную динамику мы наблюдали при ортостатическом снижении преднагрузки на левые камеры сердца.

Пока мы можем только предполагать существование механизмов, приводящих к подобным изменениям. Однако воздействие на сердечный ритм со стороны каротидного синуса можно исключить, поскольку в этом случае мы должны были бы наблюдать урежение сокращений сердца. На самом деле при выполнении *джаландхары-бандхи* ЧСС несколько повышалась, что совпадает с данными чешских исследователей, также изучавших гемодинамические реакции *джаландхары-бандхи* (Lepicovská, Dostálek, Kovárová 1990). Аналогичная умеренная тахикардия наблюдалась нами и в *сарвангасане* (стойка на лопатках). Соответственно более вероятным будет предположение, что при *джаландхара-бандхе* задействуется щитовидная железа. Тогда сжатие подбородком щитовидной железы, по-видимому, способствует поступлению (или, может быть, точнее, «выжиманию») в кровь дополнительного количества тиреоидных гормонов. Наши предположения можно будет подтвердить или опровергнуть, исследовав содержание гормонов щитовидной железы в крови у лиц, выполняющих соответствующие позы. Но это — задача будущих исследований.

Найденные результаты мы сравнили с ранее проведенными исследованиями ТМК при вставании из положения лежа (ортостатическая проба), когда моделировалось снижение преднагрузки на левые камеры сердца. При регистрации кровотока сразу после перехода испытуемых в вертикальное положение достоверно снизился кровоток в раннюю диастолу ( $E_i$  — от  $75,1 \pm 2,6$  до  $62,2 \pm 2,4$  см/с,  $p < 0,001$ ;  $E_e$  — от  $87,3 \pm 2,8$  см/с,  $p < 0,05$ ), возрос в фазу медленного наполнения ( $MDV_i$  — от  $17,8 \pm 2,8$  до  $29,7 \pm 2,8$  см/с;  $MDV_e$  — от  $11,2 \pm 1,9$  см/с до  $20,0 \pm 2,4$  см/с;  $p < 0,01$ ), снизилось соотношение пиковых скоростей  $E/A$  (на вдохе с  $1,6 \pm 0,1$  до  $1,3 \pm 0,1$ ; на выдохе с  $2,4 \pm 0,2$  до  $1,9 \pm 0,2$ ;  $p < 0,05$ ), что совпадает с данными полученными ранее (Triulzi M. O. et al. 1990, Voutilainen S. 1994). Достоверно участились сердечные сокращения — с  $64,6 \pm 2,5$  до  $74,7 \pm 1,9$  уд./мин ( $p < 0,01$ ).

## 1.6. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В одной из всех рассмотренных нами подгрупп удалось проследить эффект увеличения возврата крови к сердцу при неизменной частоте сердечных сокращений. В этом случае наблюдались существенные изменения только двух из исследованных параметров: скорости раннего диастолического наполнения и времени изоволюмического расслабления левого желудочка. Мы предположили, что именно эти показатели в наибольшей степени зависят от объема притекающей крови. Известно, что IVRT зависит от давления в левом предсердии, времени зияния митрального отверстия, т.е. длительности притока крови в левый желудочек (Appleton, Hatle, Popp 1988). Последнее обстоятельство обуславливает возможность судить по этому параметру о степени изменения диастолической функции левого желудочка, которая предшествует нарушению его насосной функции (Transmistrical blood flow... 1982; Harizi, Bianco, Alperly 1988; Mandinov, Eberli, Seiler, Hess 2000). Нарушение функций расслабления и сокращения мы исключали на этапе предварительного отбора для наших исследований, включая только здоровых людей. И тем не менее в обеих подгруппах при антиортостазе изменения IVRT были явными. Укорочение интервала между аортальным выбросом и митральным притоком крови наблюдается при рестриктивных изменениях в левый желудочек (Hemodynamic prerequisites... 1993; Left ventricular diastolic function... 1989), а также у пациентов с выпотом в перикардальную полость на выдохе (Schutzman, Obarski, Pearce, Klein 1992). О диастолической дисфункции левого желудочка (Appleton, Hatle, Popp 1988) в нашем случае речь идти не может. Вместе с тем параллели с дыхательными колебаниями притока крови к левому желудочку нам хотелось бы провести. Известно, что на вдохе наполнение кровью левого желудочка и соответственно его ударный объем уменьшается; на выдохе происходят обратные изменения. При экссудативном перикардите эти колебания патологически усиливаются. При обычном дыхании значимых изменений IVRT мы не наблюдали, но повышенный возврат крови к сердцу при антиортостазе приводил к значительному укорочению IVRT в обеих подгруппах. Ускорение кровотока в период быстрого наполнения левого желудочка наблюдается при рестриктивных изменениях в желудочке (Siegel, Shan, Fishbein 1984), при декомпенсации сердечной недостаточности у больных ишемической

болезнью сердца (Horstman, Venn 1989). Оно может быть вызвано и фармакологическими средствами, например, приемом капотена, не влияющим на частоту сокращений сердца (Баструков 1993). Описано также снижение скорости E на вдохе у здоровых молодых лиц (Effect of spontaneous respiration... 1988). Аналогичные дыхательные колебания E были зафиксированы нами (см. табл. 1). Относительное увеличение преднагрузки в положении лежа на выдохе, при переходе в антиортостатическое положение у наших обследуемых в большинстве случаев сопровождалось ускорением раннего наполнения, а объемная разгрузка сердца при вставании или на вдохе — падением E. Причем в случае, когда у добровольцев при вставании на голову тахикардия не развивалась, E повышалась как раз до наиболее высоких значений. Мы склонны расценивать эту реакцию как результат наиболее значительного увеличения диастолического наполнения левого желудочка. Поскольку ведя речь о скоростном спектре трансмитрального кровотока, мы неизбежно касаемся проблемы диастолической функции левого желудочка, нельзя обойти молчанием такой важный показатель как соотношение пиковых скоростей E/A. Этот показатель относят к одному из наиболее чувствительных маркеров диастолической дисфункции левого желудочка (Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation... 1996; the noninvasive assessment... 1997); установлена его высокая корреляция с конечным диастолическим давлением левого желудочка, определявшимся при катетеризации сердца ( $R=0,84$  в исследовании (Channer, Culling, Wilde, Jones 1986)).

Кроме того, установлена зависимость между E/A и ЧСС (высокая отрицательная корреляция,  $R=-0,78$ , у здоровых молодых людей (Hammentgen, Kolvenbach, Heck 1989)). Отражением той же зависимости в определенной степени можно считать превалирование скорости A над E, фиксируемое у плода человека, и по мере развития беременности соотношение E/A постепенно приближается к единице (Владимиров, Хьюсман, Стеварт 1993). Интересные результаты были найдены при изучении параметров наполнения левого желудочка (методом импульсной доплерфлоуметрии при одновременной катетеризации правых и левых камер сердца) у сердечных больных с ненормальным паттерном диастолической функции ( $E/A > 1$ ). Как было установлено, поднимание ног вверх («частичный антиортостаз») увеличивало давление в левом предсердии и изменяло скоростной профиль наполнения левого желудочка способом,

который имитирует паттерн с нормальной диастолической функцией — увеличение E при неизменной A (The important role... 1989). В противоположность этим данным, в последующих исследованиях хотя и были подтверждены количественные оценки изменений показателей диастолического наполнения при стандартных постуральных изменениях, но соотношение E/A не изменилось настолько, чтобы ненормальное отношение E/A могло приблизиться к нормальным величинам покоя при пассивном наклоне головы вниз. Аналогично при ортостатической пробе, хотя и наблюдалось снижение E, но соотношения E/A не становилось ненормальным. Таким образом, хотя условия преднагрузки могут влиять на доплеровские показатели диастолического наполнения, простое изменение венозного возврата ни «не нормализуют» аномальный паттерн наполнения, ни делают «ненормальным» нормальный паттерн (Effect of alteration... 1990). В нашем исследовании при антиортостатическом воздействии соотношение E/A также практически не менялось, что может свидетельствовать в пользу неизменной диастолической функции левого желудочка у обследованных лиц и несущественной связи между этим показателем и преднагрузкой на левый желудочек. При этом дыхательные колебания E/A в большинстве случаев были значительными при устойчивой тенденции к снижению этого соотношения на вдохе.

В качестве дополнительного аргумента в пользу наших предположений приводим результаты корреляционного и факторного анализов, которым подвергли 76 случаев наблюдений (поскольку при исследованиях ортостатического воздействия параметр IVRT мы не регистрировали, эту группу в число анализируемых мы не включили). Наиболее сильная корреляционная зависимость ЧСС установлена с параметром MDV (на вдохе  $R = 0,86$ , на выдохе  $R = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ), средней силы корреляционные взаимосвязи ЧСС выявлены со скоростью кровотока в систолу предсердия ( $R = 0,64$  в обе фазы дыхания,  $p < 0,001$ ), с IVRT ( $R = -0,51$ ;  $p < 0,001$ ). ТМК в фазу быстрого наполнения очень слабо и недостоверно коррелировал с частотой сокращений сердца ( $p > 0,05$ ).

Процедура факторного статистического анализа позволяет установить дополнительные связи между измеряемыми параметрами. В результате математической обработки данных удастся определить дополнительные показатели — главные компоненты или факторы

(F) — помимо тех, которые анализировались. Корреляционные взаимосвязи измерявшихся параметров с факторами позволяют определить сущность этих новых факторов и ранжировать зависимость между ними и исходными параметрами. Результаты факторного анализа параметров кровотока представлены в табл.2 (приведены только сильные корреляции с факторами).

Таблица 2. Результаты факторного анализа параметров трансмитрального диастолического потока

ФАКТОР 1 (F1)		ФАКТОР 2 (F2)		ФАКТОР 3 (F3)	
Параметр	Корреляция коэффициента с фактором, R	Параметр	Корреляция коэффициента с фактором, R	Параметр	Корреляция коэффициента с фактором, R
MDV <sub>i</sub>	0,90	E <sub>i</sub>	0,95	E/A <sub>e</sub>	0,98
A <sub>i</sub>	0,88	E <sub>e</sub>	0,91		
ЧСС	0,87	IVRT	-0,71		
A <sub>e</sub>	0,83				
MDV <sub>e</sub>	0,82				
E/A <sub>i</sub>	-0,71				
Фактор сердечного ритма		Фактор преднагрузки левого желудочка		Фактор диастолической функции левого желудочка	
Процент участия фактора в общей выборки — 48,3%		Процент участия фактора в общей выборке — 25,1%		Процент участия фактора в общей выборке — 9,2%	

Факторный анализ показал, что с F1 тесно взаимосвязаны MDV, ЧСС, A и отношение пиковых скоростей ТМК на вдохе. Поскольку очевидна взаимосвязь этого фактора с ЧСС, мы обозначим его как фактор сердечного ритма. Связь с ним параметра E очень слабая (при вдохе R=0,13, при выдохе R=0,14). В то же время с F2 скорость E коррелирует сильно (на вдохе R=0,95, на выдохе R=0,91). С этим же фактором выявлена сильная взаимосвязь IVRT (R=-0,71). Поскольку именно эти параметры резко изменялись у лиц, у которых не учащались сердечные сокращения при вставании на голову, F2 может быть назван фактором преднагрузки на левый желудочек. И, наконец, с F3 сильно коррелировала единственная величина — E/A на выдохе (R=0,98).

В наших исследованиях, как уже указывалось, отсутствовали лица с диастолической дисфункцией левого желудочка. Этим можно объяснить, что отношение пиковых скоростей как наиболее чувствительный маркер дисфункции расслабления левого желудочка оказалось наименее колебавшейся при антиортостатических воздействиях величиной. В этом случае F3, наименее существенный в нашей выборке (объяснявший суммарную дисперсию лишь на 9,2%), может быть обозначен как фактор диастолической функции левого желудочка. Основываясь на результатах статистической обработки, которые свидетельствуют в пользу того, что скорость E — величина, зависящая от объема диастолического кровенаполнения левого желудочка, мы считаем возможным интерпретировать наши данные следующим образом. Понятно, что ортостатическое воздействие ведет к снижению диастолического наполнения левого желудочка, результатом чего было падение  $E_1$ . Наоборот, антиортостаз вызывает повышение объема наполнения левого желудочка в диастолу, при этом  $E_1$  возрастает. Но здесь следует учитывать взаимодействия между двумя процессами, которые мы попытались разграничить: объемом крови, притекающей к левому сердцу, и частотой сердечных сокращений. Понятно, что учащение сокращений сердца ведет к укорочению диастолы и, следовательно, к ограничению количества крови, заполняющей левый желудочек, за счет сокращения времени ее перетекания. Отражением обратных взаимоотношений между диастолическим объемом и ЧСС в нашем исследовании выступает выявленная обратная корреляция IVRT (которая зависит от диастолического объема) с ЧСС ( $R = -0,51$ ;  $p < 0,001$ ). В связи с этим понятно, почему в группе лиц, у которых ЧСС не возросла в стойке на голове, отсутствовало достоверное увеличение E при стойке на лопатках. При вставании на голову объем диастолического наполнения возрастал в наибольшей степени, тогда как при вставании на лопатки это нарастание ограничивалось учащением сокращений сердца, в результате чего E нарастала незначительно. Особо следует оговорить вопрос об измерении такой величины, как MDV. На своем опыте мы убедились, что в большинстве случаев в середине диастолы, в период диастазиса продолжается поступление крови в левый желудочек, что и побудило нас начать измерять эту минимальную скорость диастазиса. На нашем материале показано, что MDV — наиболее зависимая от ЧСС величина. Этот параметр является довольно существенной

гемодинамической характеристикой. Эта скорость, по нашему мнению, может отражать при некоторых условиях преднагрузку на левое предсердие. Понятно, что, чем больше величина преднагрузки, тем более выраженной должна быть сама систола предсердия. Эта зависимость подтверждается результатами статистической обработки наших данных. В нашей выборке MDV сильно коррелировала с А ( $R=0,70-0,78$ ,  $p < 0,001$  — в разные фазы дыхания).

## 1.7. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

С помощью неинвазивного метода доплерэхографии изучены гемодинамические эффекты специфических поструральных воздействий, известных как перевернутые асаны хатха-йоги.

Интерес вызывает в первую очередь дополнительное влияние на системную и периферическую гемодинамику тех активных мышечных усилий, что отличают рассматриваемые позы от условно стандартных поструральных воздействий, при которых напряжение мышц либо отсутствует (пассивные наклоны головой вверх и вниз), либо минимально (например, повороты на левый и правый бок в положении лежа).

Согласно нашим исследованиям активный переход из положения лежа на спине в положение вниз головой (антиортостатические асаны хатха-йоги) вызывает значительные изменения трансмитрального диастолического кровотока, которые хотя и не отличаются существенно от аналогичных пассивных поворотов головой вниз (Effect of alteration... 1990, Kmetzo, Plotnick, Gottdiener 1991), но обнаруживают значительные различия между двумя вариантами активного антиортостаза. В отличие от стойки на голове (*сиршасана*) стойка на лопатках с прижатием подбородка к груди (*сарвангасана*) сопровождается учащением сердечных сокращений и относительно более низким, чем при сиршасане, диастолическим наполнением левого желудочка, хотя гидростатические условия обеих этих поз одинаковы. Этот гемодинамический эффект, возможно, вызван прижатием подбородка к груди во второй позе (*джаландхара-бандха*), при котором сдавливается щитовидная железа.

Найденные нами результаты, свидетельствующие об увеличении ЧСС при выполнении *сарвангасаны*, вступают в противоречие с экспериментальными данными индийских авторов, которые изучали

долговременные эффекты регулярного выполнения сарвангасаны, и обнаружившими снижение ЧСС в состоянии покоя после двух недель выполнения этой асаны дважды в день (Konar, Latha, Bhuvaneshwari 2000). По нашему мнению, следует различать непосредственные эффекты асан и результаты длительной адаптации к перевернутым положениям тела с одинаковыми гидростатическими условиями. Тогда урежение ЧСС как непосредственный результат выполнения стойки на голове (*сиршасаны*) перекрывает тахикардические влияния со стороны щитовидной железы при регулярном выполнении стойки на лопатках (*сарвангасаны*).

Иначе говоря, регулярное выполнение перевернутых асан хатха-йоги с учетом известных противопоказаний (например, повышенное внутриглазное давление в целом оказывает положительное влияние на системные механизмы кровообращения, поскольку транспортная функция кровообращения требует согласованной работы гемодинамических механизмов, обеспечивающих движение крови по большому и малому кругам кровообращения. Тогда, например, застой крови в емкостном русле вен (вплоть до их варикозного расширения) зачастую есть следствие недостаточности сердечного выброса, поскольку пульсовое давление (т. е. разница между систолическим и диастолическим давлением) — один из главных механизмов венозного возврата, — в свою очередь, обеспечивается объемом притекающей к правому сердцу крови, т. е. той же силой венозного возврата. Разорвать этот порочный круг можно, повернув тело человека вниз головой. Тогда механически возросший венозный возврат (увеличение объема притекающей к правому сердцу крови) по закону Франка–Старлинга приведет к увеличению ударного объема (сердечного выброса из левого желудочка), что, в свою очередь, приведет к увеличению пульсового давления (наполнения пульсовой волны). Этой цели, в частности, и служат антиортостатические (перевернутые) позы в йоге — стойка на голове (*сиршасана*) и стойка на лопатках (*сарвангасана*) (Минвалеев 2013).

## 1.8. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

Влияние антиортостатических положений тела на мозговой кровоток — это первое, что хотелось бы исследовать, исходя из общих гидростатических соображений, но именно этот вопрос пока изучен

недостаточно. Отдельные труды о влиянии краткосрочного пассивного антиортостаза на мозговой кровоток человека и животных (Yasumasa, Inoue, Tatebayushi, Shiraiishi, Kawai 2002; Geinas 2012), а также обсуждение возможного терапевтического эффекта антиортостатических положений тела при нарушениях мозгового кровотока (Гейхман 1965; Paula 2005) делают актуальным изучение прямого влияния на мозговой кровоток со стороны активного антиортостаза (*сиршасаны* или стойки на голове). И хотя сообщения о возможных поструральных влияниях на мозговой кровоток антиортостатических поз йоги в медико-физиологической литературе присутствуют, но они либо отражают потенциальные травматические нарушения мозгового кровотока (Fong, Cheung, Yu, Lai, Chang 1993), либо описывают влияние на мозговой кровоток многодневного регулярного выполнения комплекса упражнений хатха-йоги, среди которых антиортостатические позы (в том числе *сиршасана*) отсутствуют (Cohen, Wintering, Tolles 2009), либо излагают воздействие практики йоги вообще на мозг и поведение (Bijlani 2004). Собственно, исследований, предметом которых было бы прямое влияние на мозговой кровоток изолированной *сиршасаны* как позы активного антиортостаза, на сегодняшний день нет, хотя современные средства ультразвуковой визуализации (цветная транскраниальная и тканевая доплерография) позволяют детально обследовать сосуды головного мозга, а также линейные и объемные показатели мозгового кровообращения. Было бы желательно также провести сравнительные исследования влияния на мозговой кровоток различных перевернутых поз из арсенала хатха-йоги (*сарвангасаны*, *випарита-карани-мудры*, *врисчикасаны*, а также комбинаций *сиршасаны* с другими упражнениями йоги, *гарудасаны* и *падмасаны*).

## Глава 2

### ХАЛАСАНА: ПОСТУРАЛЬНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА КРОВОТОК В ПЕЧЕНИ

Кровоток через паренхиматозные органы испытывает функционально значимые колебания, что делает изучение его актуальным для понимания постуральных влияний.

#### 2.1. СВЕДЕНИЯ О ПОСТУРАЛЬНЫХ ВЛИЯНИЯХ НА КРОВОСНАБЖЕНИЕ ПЕЧЕНИ

Постуральные реакции печеночного кровотока в ответ на стандартные изменения положения тела изучены в значительно меньшей степени, чем постуральные реакции системного кровотока.

Некоторое уменьшение кровотока в сосудах печени было зафиксировано при пассивном ортостатическом воздействии, что, по-видимому, связано с констрикцией печеночных и портальных сосудов, вызванной компенсаторным увеличением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (Culbertson, Wilkins, Ingelfinger, Bradlay 1951). В других исследованиях чревного кровотока существенное уменьшение кровотока в печени при ортостатическом воздействии было обнаружено лишь у лиц со значительным снижением сердечного выброса (Parr 1957). По мнению Л. И. Осадчего (1982), изменения давления в области печени при переходе к ортостазу весьма малы, так как нулевое значение гидростатического давления в сосудах брюшной полости практически совпадает с уровнем «гидравлической индифферентной точки», находящейся примерно на уровне печени.

Однако последующие исследования подтвердили значительное снижение печеночного кровотока при ортостатических воздействиях. Уменьшение диаметра воротной вены и соответственно снижение портального кровотока наблюдалось при переходе из положения лежа в положение сидя («частичный ортостаз») и немедленно

после дозированной физической нагрузки, как у здоровых испытуемых, так и у пациентов с различными заболеваниями печени (Рокефд *venous hemodynamics...* 1985). Это подтверждается данными о влиянии физических упражнений на портальный кровоток. Было показано, что уменьшение кровотока по портальной вене связано с уровнем активации симпатoadреналовой системы (*Effects of exercise-induced...* 1995).

При изучении возможного влияния антиортостатического положения тела на кровоснабжение печени использовались самые различные методы измерения и оценки печеночного кровотока. Сравнение результатов измерений печеночного кровотока методом клиренса после ингаляции радиоактивного изотопа ксенона  $^{133}\text{Xe}$  в положении лежа на спине и в наклонных положениях головой вниз не обнаружило каких-либо существенных изменений величин печеночного кровотока. При том, что реакции у отдельных пациентов были весьма различными, среднее значение кровотока оставалось неизменным в обоих положениях. Сохранение постоянства печеночного кровотока наблюдалось как у здоровых испытуемых, так и у больных с хроническим гепатитом, и у пациентов с циррозом печени (*Influence of posture...* 1980). Аналогичные наблюдения были проведены на пациентах с компенсированным циррозом печени. Было показано, что изменение позы не оказывает существенного влияния на расчетный печеночный кровоток у пациентов с компенсированным циррозом (*Hepatic and systemic hemodynamics...* 1990).

Метод разведения трикабодианового красителя (индоциановый зеленый) также широко используется для расчетной оценки внутрипеченочного кровотока и соответственно функциональной активности печени, в том числе и с учетом постуральных влияний (Daneshmend, Jackson, Roberts 1981; Nambu, Iijima 1990). При изучении влияния антиортостатической гипокинезии (моделированной невесомости) на организм человека печеночный кровоток косвенно оценивался с помощью клиренса трикабодианового красителя у 10 испытуемых при нормальных амбулаторных условиях и после длительной антиортостатической гипокинезии. Было установлено, что после 24 часов постельного режима в положении головой вниз (- 6 градусов) печеночный кровоток не изменялся значительно от соответствующего контрольного значения (*Effects of antiorthostatic bed...* 1988). Впрочем, у пациентов, подвергнутых нормотензивной

и гипотензивной анестезии изофлураном, в наклонном положении наблюдалось снижение печеночного кровотока, что говорит о возможном участии центральных сосудодвигательных реакций в поддержании постоянства печеночного кровотока при пассивных антиортостатических воздействиях (Aono, Veda, Manabe, Hirakawa 1993).

Объемная скорость кровотока в воротной вене была измерена и с помощью дуплексной ультразвуковой системы в трех различных положениях: при вставании, лежа на спине и при наклоне головой вниз. Это исследование подтвердило предыдущие наблюдения. При вставании объемный кровоток по воротной вене уменьшился в среднем на 22%. В то же время наклон головой вниз на 20 градусов от горизонтального положения не изменял существенно средние значения портального кровотока по сравнению с положением лежа на спине (Measurement... 1989).

Таким образом, можно сформулировать промежуточный вывод о том, что в отличие от снижения портального кровотока при вставании головой вверх (ортостазе) при антиортостатических воздействиях исследователи не обнаружили каких-либо существенных изменений кровоснабжения печени в ходе стандартных изменений положений тела головой вниз. Причем сходные данные были получены с использованием различных методов измерения внутриорганного кровотока, основанных на самых разных физических принципах. Однако в противоположность этому выводу укажем на наблюдение двукратного увеличения диаметра портальной вены при переходе из положения лежа на спине в положение лежа на левом боку (Rahim, Adam 1985). В работе японских авторов (Yamashita, Nachisuka, Kotegawa, Fukuhara, Kobayashi 2004) найдены значимые изменения в кровоснабжении печени (в положении лежа на левом боку снижался объемный кровоток в портальной вене и возрастала скорость кровотока в левой печеночной артерии по сравнению с положением лежа на спине). Эти данные говорят о том, что постуральные реакции печеночного кровотока при «нестандартных» положениях тела изучены еще весьма недостаточно. Последнее обстоятельство побудило нас к исследованию специфической позы тела, известной в хатха-йоге как *халасана*, или поза «пуга», которая, по нашему предположению, оказывает наибольшее воздействие на гемодинамические характеристики внутрипеченочного кровотока (Минвалеев, Кузнецов, Ноздрачев 1998).



Рис. 11. Халасана (руки сзади головы)



Рис. 12. Халасана (руки впереди головы)

Само название поза «плуга», по нашему мнению, представляет собой исчерпывающую инструкцию к исполнению этого упражнения из арсенала хатха-йоги. Внешне конечная поза выглядит как продолжение *сарвангасаны*, когда ноги опускаются за голову, но особое значение приобретают специфические мышечные напряжения, уподобляющие такое положение тела работе плуга. А именно: ноги должны не просто опускаться за голову, но тянуться в сторону от головы, как если бы голова и была главной частью плуга (лемехом), а ноги выполняли роль прямых палок, за которые тянут плуг (рис. 11 и 12).

## 2.2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ВНУТРИПЕЧЕНОЧНОГО КРОВОТОКА

Материалы работы основаны на обследовании 33 человек (из них 24 женщины), средний возраст которых 35,8 года (18–55 лет), обученных выполнению *халасаны* (позы «плуга»). Обследованные лица имели различный стаж занятий йогой.

Работа проведена в два этапа: на первом исследовался артериальный приток крови в печень, а на втором — венозный приток и отток крови. Для изучения кровотока в печени был использован метод ультразвуковой доплерэхографии, воспроизводимость которого для измерения печеночного кровотока была подтверждена в ряде контрольных исследований (de Vries, van Hattum, Hoekstra, de Hooge 1991; Responcibility of Doppler... 1994). Мы применяли эхокамеры HITACHI EUB — 525 (Япония) и KONTRON “Sigma — 44” (Франция) и датчики для абдоминальных исследований с частотой сканирования 3,5 МГц. Неинвазивно методом пульсирующе-волновой доплерографии определяли кровоток в правой печеночной вене, правой ветви собственной печеночной артерии и правой ветви воротной вены печени. При этом использовался боковой доступ из правого фланга живота, а также через межреберье по правой передней линии. Наибольшую техническую трудность составляла локация артериальной веточки *a. hepatica propria*., которую в режиме цветного доплеровского картирования визуализировали рядом с правой ветвью воротной вены печени. Правый доступ был применен как единственно возможный в момент выполнения позы «плуга». Используя одну и ту же глубину размещения *контролируемого объема* зондирующего луча у каждого исследуемого, добивались регистрации кровотока перед асаной в горизонтальном положении на спине, далее во время выполнения позы и, наконец, сразу после выхода из нее в одном и том же участке обследуемого сосуда. Это условие соблюдалось в целях получения сравнимых параметров кровотока (рис. 13).

У 11 человек определялся артериальный приток к печени. При этом сравнивались показатели: максимальная ( $V_{max}$ ), средняя ( $V_{med}$ ) скорость кровотока — в см/с; интеграл скорости за один сердечный цикл (flow velocity integral FVI) и за минуту (Flow) — в см; индексы,

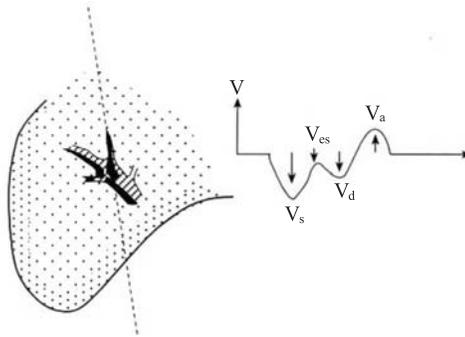


Рис. 13. Скоростной профиль кровотока в печеночной вене у здоровых лиц

$V_{es}$  — конечная систолическая вена;  $V_s$  — систолическая;  $V_d$  — диастолическая;  $V_a$  — пред-сердно-систолическая вена;  $V$  — скорость.

характеризующие мышечную активность артериальной стенки — пульсовой (PI) и резистивный (RI) — в усл.ед. Венозный кровоток в печени изучен у 22 человек, при этом определялся диаметр вен, максимальный портальный кровоток —  $V_p$  (см/с), кровоток в печеночных венах — пиковые скорости (в см/с) — систолическая ( $V_s$ ), конечная систолическая ( $V_{es}$ ), диастолическая ( $V_d$ ) и предсердно-систолическая ( $V_a$ ). Фиксировалась также частота сердечных сокращений в минуту. Венозный кровоток в печени определялся на задержанном дыхании (Берестень 1991; Abu-Yousef 1992; Minich, Tani, Shaddy, Snider 1996). Статистическая обработка проведена после проверки на нормальность извлеченных численных данных, достоверность измерений оценивалась по t-критерию Стьюдента для связанных выборок.

### 2.3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты измерений артериального кровотока в правой доле печени до, во время и после выполнения позы «плуга» представлены в табл. 3. Средние значения пиковых скоростей печеночного кровотока в исходном состоянии соответствовали данным, полученным ранее (Appleton, Hatle, Popp 1987; Hepatic artery... 1996; Doppler... 1997). Из анализа этих материалов следует, что единственным изме-

нившимся в асане параметром кровотока оказался FVI ( $0,5 \pm 0,2$  см до позы; во время —  $0,17 \pm 0,02$  см,  $p < 0,05$ ; после —  $0,23 \pm 0,03$  см,  $p < 0,05$ ). Значительно увеличилась также частота сокращений сердца (с  $60,6 \pm 3,5$  до  $78,4 \pm 4,8$  уд./мин.,  $p < 0,01$ ). При этом минутный интеграл кровотока ( $\text{Flow} = \text{FVI} \cdot \text{ЧСС}$ ) оказался неизменным ( $15,0 \pm 1,3$  и  $13,1 \pm 1,4$  см,  $p < 0,05$ ). PI и RI,  $V_{\max}$  и  $V_{\text{med}}$  не отличались от исходных показателей. Ни один из измеренных параметров не отличался от исходного уровня после выхода исследуемых из позы «пруга».

Таблица 3. Динамика параметров артериального притока к печени при выполнении халасаны (позы «пруга»)  $n = 11$

Параметры, единица измерения	Исходно $X \pm m$	Халасана		После позы	
		$X \pm m$	p	$X \pm m$	p
$V_{\max}$ , см/с	$0,41 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,05$	нд	$0,38 \pm 0,04$	нд
$V_{\text{med}}$ , см/с	$0,25 \pm 0,02$	$0,21 \pm 0,02$	нд	$0,23 \pm 0,03$	нд
FVI, см	$0,25 \pm 0,02$	$0,17 \pm 0,02$	*	$0,23 \pm 0,03$	нд
Flow, см	$15,0 \pm 1,30$	$13,10 \pm 1,4$	нд	$13,60 \pm 1,6$	нд
PI, усл.ед.	$1,12 \pm 0,05$	$1,33 \pm 0,17$	нд	$1,26 \pm 0,16$	нд
RI, усл.ед.	$0,68 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,03$	нд	$0,70 \pm 0,03$	нд
ЧСС, уд./мин.	$60,6 \pm 3,5$	$78,4 \pm 4,8$	**	$60,6 \pm 4,0$	нд

Примечания:  $V_{\max}$  — максимальная скорость кровотока;  $V_{\text{med}}$  — средняя скорость кровотока; FVI — интеграл скорости кровотока за один сердечный цикл; Flow — интеграл скорости кровотока за 1 минуту; PI — пульсовой индекс; RI — резистивный индекс; ЧСС — частота сердечных сокращений. Достоверность различий: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; нд — отсутствуют достоверные различия.

Показатели венозного притока и оттока крови в правой доле печени отражены в табл. 4. Во время асаны диаметр правой ветви воротной вены печени (с  $7,7 \pm 0,4$  мм и  $7,3 \pm 0,4$  см,  $p < 0,05$ ) и регистрировавшийся в ней кровоток не менялись ( $V_p$  в исходном состоянии составляла  $25,0 \pm 1,4$  см/с, во время позы «пруга» —  $26,5 \pm 1,8$  см/с,  $p < 0,05$ ). Ветвь правой печеночной вены также не меняла своего диаметра ( $6,8 \pm 0,4$  и  $5,8 \pm 0,5$  мм,  $p < 0,05$ ). Кровоток в фазе систолы правого желудочка был также стабилен (исходно —  $32,7 \pm 2,3$  см/с, во время асаны —  $27,4 \pm 2,6$  см/с,  $p < 0,05$ ).

Таблица 4. Динамика параметров венозного кровотока в печени при выполнении *халасаны* (позы «плуга»)  $n = 21$  (общая группа)

Параметры, единица измерения	Исходно $X \pm m$	<i>халасана</i>		После позы	
		$X \pm m$	$p$	$X \pm m$	$p$
$D_{pv}$ , мм	$7,7 \pm 0,4$	$7,3 \pm 0,4$	нд	$7,5 \pm 0,3$	нд
$V_p$ , см/с	$25,0 \pm 1,4$	$26,5 \pm 1,8$	нд	$23,0 \pm 1,6$	нд
$D_{bv}$ , мм	$7,0 \pm 0,4$	$5,8 \pm 0,4$	нд	$6,9 \pm 0,3$	нд
$V_s$ , см/с	$-32,7 \pm 2,3$	$-27,4 \pm 2,6$	нд	$-32,1 \pm 2,2$	нд
$V_{es}$ , см/с	$-6,6 \pm 2,3$	—	—	$-4,3 \pm 3,0$	нд
$V_d$ , см/с	$-17,5 \pm 1,6$	—	—	$-16,6 \pm 1,8$	нд
$V_A$ , см/с	$12,0 \pm 1,1$	$-1,6 \pm 4,2$	**	$15,0 \pm 1,5$	нд
ЧСС, уд./мин.	$69,7 \pm 3,2$	$90,2 \pm 4,7$	**	$74,2 \pm 2,9$	нд

Примечания:  $D_{pv}$  — диаметр ветви воротной вены;  $D_{bv}$  — диаметр ветви печеночной вены;  $V_p$  — максимальный портальный кровоток;  $V_s$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время систолы;  $V_{es}$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене в конце систолы;  $V_d$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время диастолы;  $V_A$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время систолы предсердия; ЧСС — частота сердечных сокращений. Отсутствие данных  $V_{es}$  и  $V_d$  во время *халасаны* в таблице объясняется резким изменением характера кровотока в этот момент у большинства испытуемых. Достоверность различий: \* —  $p < 0,01$ ; \*\* —  $p < 0,001$ ; нд — отсутствуют достоверные различия.

Поскольку у подавляющего большинства испытуемых венозный отток от печени резко менялся качественно, зарегистрировать кровоток в конце систолы правого желудочка и в начале его диастолы во время асаны было невозможно. Зато кровоток в момент правопредсердной систолы значительно видоизменился. Так, если до начала упражнения у 21 исследуемого  $V_A$  была положительной ( $12,0 \pm 1,1$  см/с), что означало частичный возврат крови в печень, то во время упражнения средняя величина линейного кровотока в этой фазе оказалась отрицательной ( $-1,6 \pm 4,2$  см/с,  $p < 0,01$ ).

Следует заметить, что в зависимости от направления кровотока  $V_A$  испытуемые разделились на три группы. В первой группе у 9 из 21 человека (суммарные данные в табл. 4) венозный отток стал монофазным, с исчезновением пульсирующего фазного характера его колебаний (рис. 14). Во второй группе (8 человек) сохранялся пульсирующий характер оттока, однако пропала фаза реверса в печень во время сокращения правого предсердия (рис. 15). В третьей

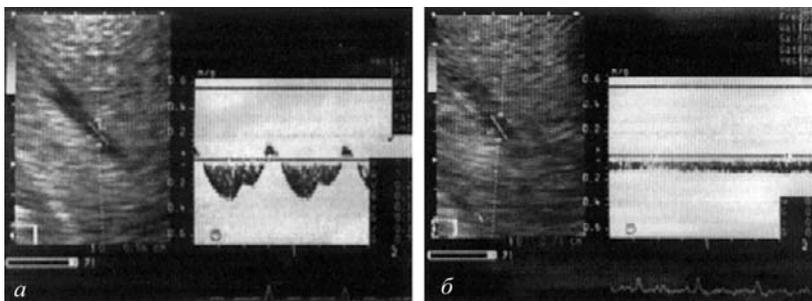


Рис. 14. Развитие неп пульсирующего монофазного печеночного венозного оттока во время халасаны:

*а* — исходное состояние, *б* — во время выполнения упражнения.

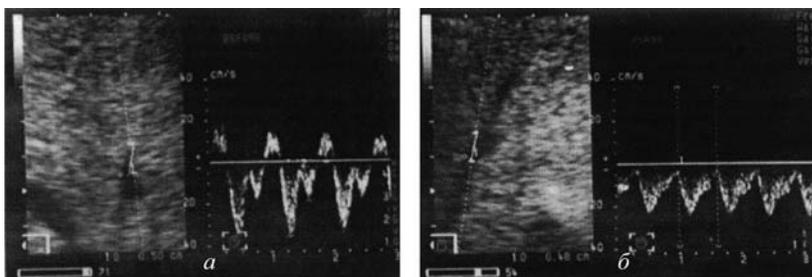


Рис. 15. Развитие пульсирующего двухфазного печеночного венозного оттока во время халасаны:

*а* — исходное состояние; *б* — во время выполнения упражнения.

группе (4 человека) кровотока в халасане оставался обычным, трехфазным. Отдельный подсчет результатов обследования в подгруппах с монофазным (М) и пульсирующим (П) печеночным оттоком крови во время позы «плуга» (см. табл. 5) показал, что в исходном состоянии лиц с монофазным оттоком в момент упражнения отличали от других 8 испытуемых более низкая скорость притока по воротной вене  $V_p$  ( $21,0 \pm 2,0$  и  $27,7 \pm 1,3$  см/с,  $p < 0,05$ ). Во время упражнения  $V_s$  при пульсирующем характере оттока была также выше, чем при монофазном оттоке ( $-31,4 \pm 4,1$  и  $-19,5 \pm 2,9$  см/с,  $p < 0,05$ ); причем эти величины не изменились относительно их исходного уровня. Несмотря на то что у ряда лиц с пульсирующим оттоком кровотока  $V_A$  отсутствовал (отмечается прерывистый отток), в обеих подгруппах у большинства исследуемых поток крови поменял свое направление

Таблица 5. Динамика параметров венозного кровообращения в печени при выполнении халасаны (поза «плуга»), раздельно: в подгруппах с монофазным (М, n = 9) и пульсирующим (П, n = 8) оттоком.

Параметры, единицы измерения	Под-группа	Исходно		Халасана		После позы	
		X ± m	Р	X ± m	р	X ± m	р
D <sub>pv</sub> , мм	М	7,5 ± 0,7	нд	7,2 ± 0,7	нд	7,7 ± 0,5	нд
	П	7,4 ± 0,7		7,0 ± 0,6	нд/нд	6,8 ± 0,5	нд/нд
V <sub>pv</sub> , см/с	М	21,0 ± 2,0	*	24,9 ± 3,6	нд	24,6 ± 3,2	нд
	П	27,7 ± 1,3		28,0 ± 2,3	нд/нд	21,2 ± 1,4	**/нд
D <sub>hw</sub> , мм	М	6,1 ± 0,5	нд	5,6 ± 0,6	нд	6,5 ± 0,4	нд
	П	7,5 ± 0,9		5,1 ± 0,9	нд/нд	6,9 ± 0,4	нд/нд
V <sub>sv</sub> , см/с	М	-25,9 ± 2,0	*	-19,5 ± 2,9	нд	-26,1 ± 2,3	нд
	П	-36,5 ± 3,6		-31,4 ± 4,1	нд/*	-35,5 ± 3,8	нд/*
V <sub>es</sub> , см/с	М	-11,4 ± 3,3	нд	-	-	-11,3 ± 3,7	нд
	П	-4,0 ± 3,3		-	-/-	-2,8 ± 4,6	нд/нд
V <sub>d</sub> , см/с	М	-18,0 ± 2,7	нд	-	-	-16,2 ± 2,6	нд
	П	-18,0 ± 2,5		-	-/-	-17,8 ± 3,5	нд/нд
V <sub>A</sub> , см/с	М	9,9 ± 1,4	нд	-9,6 ± 1,0	**	10,4 ± 1,4	нд
	П	12,8 ± 1,5		-11,9 ± 4,2	***/нд	18,5 ± 2,2	*/**
ЧСС уд./мин.	М	71,7 ± 2,9	нд	93,9 ± 7,4	**	74,3 ± 2,9	нд
	П	68,8 ± 6,8		95,2 ± 8,3	*/нд	80,8 ± 5,2	нд/нд

Примечания: D<sub>pv</sub> — диаметр ветви воротной вены; D<sub>hw</sub> — диаметр ветви печеночной вены; V<sub>p</sub> — максимальный порталный кровоток; V<sub>s</sub> — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время систолы; V<sub>es</sub> — пиковая скорость кровотока в печеночной вене в конце систолы; V<sub>d</sub> — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время диастолы; V<sub>A</sub> — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время систолы предсердия; ЧСС — частота сердечных сокращений. Отсутствие данных V<sub>es</sub> и V<sub>d</sub> во время халасаны в таблице объясняется резким изменением характера кровотока в этот момент у большинства испытуемых. Достоверность различий: \* — p < 0,05; \*\* — p < 0,01; \*\*\* — p < 0,001; нд — отсутствие достоверных различий. Примечание: В группе «П» достоверность изменений р в числителе — внутри группы — относительно исходного состояния, в знаменателе — в данный период между группами.

(p < 0,01–0,001), но величина его в подгруппах существенно не изменилась (V<sub>A</sub>: П — -11,9 ± 4,2 см/с, М — -9,6 ± 1,0 см/с, p < 0,05). Характерно, что различий по степени развившейся во время упражнения тахикардии мы также не обнаружили (ЧСС: М — 93,9 ± 7,4 уд./мин., П — 95,2 ± 8,3 уд./мин., p < 0,05; между группами p > 0,05). Изменений остальных показателей во время халасаны мы не наблюдали.

После завершения упражнения приток крови по воротной вене снизился у лиц с пульсирующим венозным оттоком до  $21,2 \pm 1,4$  см/с ( $p < 0,05$ ), в другой подгруппе он оставался неизменным ( $24,6 \pm 3,2$  см/с). Отток крови в фазе систолы правого желудочка оказался ниже в подгруппе М ( $-26,1 \pm 2,3$  см/с относительно  $-35,5 \pm 3,8$  см/с,  $p < 0,05$ ). А в фазе систолы правого предсердия приток крови по печеночной вене оказался выше в подгруппе П ( $18,5 \pm 2,2$  см/с относительно  $10,4 \pm 1,4$ ,  $p < 0,01$ ), причем его среднее значение было большим и по сравнению с его исходным уровнем ( $12,8 \pm 1,5$   $p < 0,05$ ).

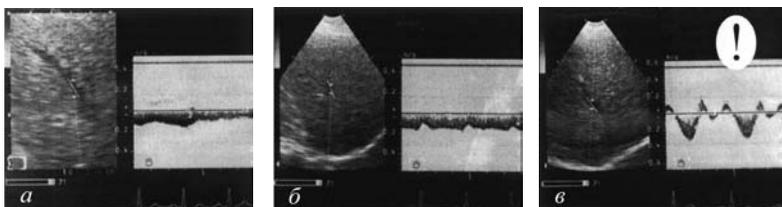


Рис. 16. Восстановление нормального трехфазного венозного оттока от печени у пациентки с исходным патологическим монофазным венозным печеночным кровотоком

*а* — исходное; *б* — во время выполнения *халасаны*; *в* — после упражнения.

У одной испытуемой кровотоки в печеночной вене в исходном состоянии был патологически монофазным (Diagnosis... 1991; Liver cirrhosis... 1991). Во время выполнения асаны этот тип кровотока сохранялся, а после упражнения приобрел характер обычного трехфазного кровотока с хорошо выраженной фазой возврата крови в печень во время правопредсердной систолы (рис. 16). (Эта пациентка не вошла в число лиц, показатели кровотока у которых сведены в сводную табл. 5).

## 2.4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как было установлено ранее, при недостаточности кровообращения, когда падает ударный минутный объем левого желудочка, имеет место снижение как линейной, так и объемной скорости кровотока в общей печеночной артерии (Задюнченко, Тимофеева 1995: 51), что, по-видимому, выступает следствием увеличения сосудисто-го сопротивления в печени (Goldsmith, Francis, Levine, Cohn 1983).

В нашем исследовании, проведенном на отобранной группе здоровых людей, за каждым сердечным циклом также наблюдалось достоверное снижение артериального притока по ее правой, наиболее крупной, ветви. Мы можем говорить об этом со значительной достоверностью, так как оценивали кровоток в артериальной ветви небольшого диаметра (около 1,5 мм). В этой ситуации мы исходили из того, что поперечные сечения этих артерий мало варьировали у всех испытуемых и расчетный интеграл скорости (FVI) означал объемный приток по сосуду за одно сокращение сердца. Развивавшаяся в рассматриваемом случае тахикардия обеспечивала поддержание минутного артериального притока к печени на исходном уровне. При этом полностью отсутствовали изменения параметров мышечной активности артериальной стенки (PI и RI). То, что артериальный спазм при изучаемом положении тела не наблюдался, свидетельствует о том, что снижение FVI вызвано исключительно изменениями центральной гемодинамики. Эти изменения компенсировались учащением сердечных сокращений. Приток по воротной вене в общей группе и в подгруппах во время выполнения позы «плуга» значимо не менялся.

С учетом результатов оценки артериального кровотока можно констатировать стабильный характер минутного кровенаполнения печени при выполнении халасаны, что совпадает с данными литературы по кровотоку в печени при антиортостатических воздействиях (Influence of posture... 1980; Effect of antiorthostatic bed... 1988; 1989). В зависимости от типа печеночного венозного оттока при выполнении упражнения обнаружилось различие по  $V_p$  у лиц с развитием монофазного оттока портальный приток был ниже в исходном состоянии, но во время и после асаны различия нивелировались. При этом наблюдалось снижение кровотока по воротной вене у испытуемых с пульсирующим печеночным оттоком крови после асаны. Таким образом, подгруппы наших испытуемых несколько различались по портальному кровотоку.

Отличия в печеночном оттоке крови были еще разительнее. У лиц с пульсирующим оттоком во время *халасаны* на всех этапах исследования отток крови в период систолы правого желудочка был выше, чем в другой подгруппе. Следует отметить, что обнаруженные нами при исследуемом упражнении изменения кровотока по печеночным венам достаточно хорошо известны в клинике. Плоский

монофазный печеночный отток часто обнаруживается при циррозе печени (Diagnosis... 1991; Liver srrrhosis... 1991; Analysis... 1994; Parra Blanco, Juanco Pedregal, Silvan Delgado 1995). А при гепатитах могут наблюдаться все три варианта венозного оттока: неизменный трехфазный, пульсирующий, без фазы обратного тока крови в систолу предсердия и монофазный неппульсирующий, плоский поток (Minich, Tani, Shaddy, Snider 1996; Arda, Ofelli, Calikogly, Olcer, Cumhuri 1997). В последнее время широко обсуждается прогностическая ценность исследования методом доплерэхографии волновой формы кровотока в печеночной вене для ранней диагностики различных патологических состояний печени (AbuYousef 1991; Coulden, Lomas, Farman, Britton 1992; Kudo, Tomita, Tochio, Minowa, Todo 1993; Prognostic... 1995; Hepaic hemodynamics... 1996; Farrant, Meire 1997; Gorka W., al Mulla, al Sebayel, Altraif, Gorka T. S. 1997; Phase Shift... 1997; Clinical application... 1997; Zalasin, Shapiro, Glajchen, Stancato-Pasik 1998; Barakat 2002; 2004; Kawanaka, Kimjo, Anegawa 2008). При этом было отмечено отсутствие четкой корреляции между выраженностью наблюдаемых изменений печеночного оттока крови и степенью поражения паренхимы печени (Abnormalities of Doppler... 1994; Parra Blanco, Juanco Pedregal, Silvan Delgado 1995). На изменения венозного оттока от печени влияет развитие, во-первых, прямых внутripеченочных анастомозов между ветвями воротной и печеночных вен, во-вторых, множественных артерио-портальных шунтов (Кунцевич, Барабашкина, Аносов 1994).

Судить о действии подобных механизмов в нашем случае просто, так как все это относится к ситуациям, ведущим к портальной гипертензии. Последняя проявляется в расширении воротной вены, ускорении или замедлении по ней кровотока. Мы же не наблюдали изменений диаметра и линейной скорости притока крови по воротной вене в позе «плуга». Другой причиной «сглаживания» кривых скорости кровотока по печеночным венам может быть наличие очаговых стенозов, вызывающих увеличение сопротивления печеночного венозного кровотока при диффузных заболеваниях печени (Lorenz, Winsberg 1996). У наших испытуемых, отобранных среди здоровых людей, мы также не наблюдали эхографических признаков очаговых стенозов печеночных вен. Наоборот, мы обнаруживали, что все лица, у которых наблюдался монофазный печеночный отток крови при выполнении *халасаны*, имели большой стаж занятий

этого рода упражнением, а большинство из них работают инструкторами по йогической практике. В противоположность этому трое из четырех испытуемых, у которых изменений печеночного оттока не было, новички, а один — не смог овладеть предложенным упражнением технически. По его признанию, ощущение «разогрева» в области подреберья, к достижению которого следует стремиться в момент пребывания в халасане, им ни разу не испытывалось. Более того, в момент выполнения упражнения некоторым добровольцам по команде инструктора удавалось усилить чувство сжатия печени, что сопровождалось превращением пульсирующего оттока от печени в монофазный (см. рис. 14).

Учитывая это обстоятельство и технические особенности *халасаны*, когда суть упражнения фактически заключается в уменьшении объема брюшной полости и механическом давлении на печень, мы склонны думать, что пульсирующий и монофазный печеночный венозный кровоток переходят друг в друга по мере нарастания внутрипеченочного обжатия собственных печеночных вен органа. Аналогичное уменьшение пульсаций было зафиксировано при выполнении пробы Вальсальвы (AbuYousef 1992), а также при задержках дыхания и глубоком вдохе (Altinkaya, Koc, Ulsan, Demir, Gurel 2011). Иначе говоря, достаточно обжатая печень «гасит» венный пульс, в результате чего и фиксируется «гладкая» эхографическая кривая венозного оттока на выходе из печени. Несомненный клинический интерес представляет и случай, когда исходно измененный монофазный печеночный отток после выполнения *халасаны* стал обычным трехфазным, с отчетливой фазой реверса потока в печень при систоле правого предсердия. Большинство добровольцев, оценивая свое состояние после выполнения упражнения, сообщали, что каждый раз после выполнения халасаны испытывают чувство комфорта, исходящее, по их мнению, из области печени. Эти наблюдения позволяют надеяться на возможность применения этого упражнения в лечебных целях. Для этого мы планируем проведение исследований биохимических показателей крови при специфических поструральных изменениях. Интересны сопоставления наблюдавшихся нами изменений с сообщением о динамике печеночного венозного оттока в процессе внутриутробного развития человека (Roobottom, Hunter, Weston, Dubbins 1995). Исследователи обнаружили увеличение процента формирования плоской волны печеноч-

ного венозного кровотока у плода по мере развития беременности. Опираясь на полученные нами результаты, можно полагать, что у всех индивидуумов эффект резкого уменьшения трансмурального давления в печеночных венах возникает сразу после родов. Таким образом, рассматриваемое нами упражнение позволяет, с одной стороны, моделировать условия повышенного обжатия печеночных вен на непродолжительное время исполнения халасаны (обычно, не более минуты), с последующим эффектом резкого прекращения сдавления печеночных вен.

## 2.5. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Мы установили, что эффект исчезновения трехфазного характера доплерографической кривой венозного оттока от печени при выполнении позы плуга возникает только при указанном варианте исполнения упражнения (рис. 11 и 12). При всех прочих способах выполнения халасаны, нередко рекомендуемых в современных модификациях йоги, где постулируется необходимость выпрямления спины (рис. 17), мы не обнаружили этого влияния механического обжатия печеночных вен, несмотря на внешнюю геометрическую «правильность» такого варианта *халасаны*.

Иначе говоря, для воспроизводимого достижения найденных нами непосредственных эффектов от выполнения *халасаны* необходимо четко выполнять краткую инструк-



Рис. 17. Халасана с выпрямленной спиной

цию к ее правильному исполнению, заложенную в аутентичном названии («плуг»): поза тела и соответствующие напряжения мышц должны максимально воспроизводить работу плуга, т.е. ноги необходимо тянуть как можно дальше от головы, максимально сгибая спину.

## 2.6. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

Поскольку йоговское упражнение *халасана* до наших исследований практически не была предметом подробного изучения за тем редким исключением, когда *халасана* входила в комплексы упражнений, выполняемых испытуемыми (Srinivasan 1990; Manjunatha, Vempati, Ghosh, Bijlani 2005), то в свете найденных нами влияний изолированного выполнения упражнения *халасаны* на кровоток в печеночной вене (Минвалеев, Кузнецов, Ноздрачев 1998) было бы интересно посмотреть собственно биохимические функции печени (детоксикацию, деградацию биологически активных веществ, первичный синтез и прочее) как у здоровых людей, так и у лиц, имеющих известные остаточные нарушения функции печени после перенесенных заболеваний, до и после однократного и/или регулярного (например, ежедневного) выполнения упражнения *халасана* в течение длительного времени (от недели до месяца).

## Глава 3

### **БХУДЖАНГАСАНА: ПОСТУРАЛЬНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА КРОВОТОК В ПОЧКАХ**

Для почек характерен самый высокий уровень органного кровотока и известная ауторегуляция в очень широких пределах (Наточин 1982). Среди факторов, способных изменить внутрпочечный кровоток, постуральные изменения занимают весьма скромное место. Поэтому данные литературы по этому вопросу крайне скудны.

#### **3.1. СВЕДЕНИЯ О ПОСТУРАЛЬНЫХ ВЛИЯНИЯХ НА КРОВОСНАБЖЕНИЕ ПОЧЕК**

Помимо известных постуральных влияний на кровоснабжение и функцию почек — снижение диуреза при мышечном напряжении и увеличение диуреза при расслаблении в положении лежа (Могендович 1957) найдено прямое влияние позы тела на функцию почечных канальцев (Shirley, Hla-Yee-Yee 1990). Методом ядерной скинтиграфии выявлена ожидаемая постуральная асимметрия перфузии правой и левой почек в зависимости от различных положений лежа — на спине, на правом боку и на левом боку (Schwartz, Dykes, Ubenstein, Stackhouse, Stoller 2007).

Методом разведения было показано, что при активной ортостатической пробе наблюдается снижение почечного кровотока, возрастание сопротивления почечных сосудов и падение диуреза (Brun, Knydsen, Rasschou 1945a, b). Аналогичные результаты были получены при пассивном наклоне головой вверх у здоровых лиц (Smith 1951), а у больных гипертонией обнаружены даже более резкое, чем у здоровых лиц, снижение почечного кровотока и соответственно уменьшение диуреза в ответ на ортостатическую пробу (Глезер, Москаленко 1973) и на физическую нагрузку (Рапопорт, Евдокимова 1978). Интересно отметить, что у лиц с легкой или умеренной гипертонией в ответ на пассивный наклон головой вверх почечный

кровотока, наоборот, увеличился на 17%, тогда как в контрольной группе нормотоников наблюдалось умеренное снижение почечного кровотока на 13%. Отсутствовала у пациентов с умеренной гипертензией и ожидаемая почечная вазоконстрикция, в то время как у нормотоников было зафиксировано значительное увеличение сосудистого сопротивления в почках при ортостатическом воздействии (Westheim, Os, Kjeldsen, Fonstelién, Eide 1990). Объяснение столь противоположным реакциям почечного кровотока, по-видимому, требует дальнейших исследований постуральных реакций почечной гемодинамики при различных степенях гипертензии. Наблюдаемое у здоровых лиц и пациентов с различными патологиями сужение почечных сосудов при ортостатических воздействиях, по-видимому, связано с возрастанием активности симпатoadреналовой системы (Ring-Larsen, Hesse, Henriksen, Christensen 1982). Соответственно при вегетативной недостаточности наблюдается снижение вазоконстрикторной реакции почечных артерий на вставание из положения лежа (Axelrod, Glickstein, Weider, Gluck, Friedman 1993). В противоположность этому укажем на наблюдения за больными с различными уровнями поражения спинного мозга, в которых показано, что при ортостатических воздействиях происходит все же достаточно активное сужение афферентных и эфферентных почечных артериол, которое способно предотвратить чрезмерное падение скорости гломерулярной фильтрации, несмотря на значительную недостаточность супраспинального симпатического вазомоторного контроля (Head-up tilt effect... 1981).

Интерес исследователей вызывают также наблюдения за изменениями почечной гемодинамики при постуральных и непостуральных тестах по мере прогрессирования беременности (Chesley, Sloan 1964; Weinberger, Patersen, Herr, Wade 1973; Dunlop 1976; Ezimokhai, Davison, Philips, Dunlop 1981; Oney, Beer, Kaulhausen 1981). Таким образом, мы можем констатировать, что накопленные данные по постуральным влияниям на почечный кровоток отличаются противоречивостью и, очевидно, требуют дальнейшего изучения.

В связи с вышеизложенным мы решили исследовать внутрипочечный кровоток при специфической позе тела, известной в практике хатха-йоги, как *бхуджангасана*, или поза «кобры» (рис. 18). Внешне эта поза выглядит как прогиб позвоночника из положения лежа на животе без опоры на руки. Главным условием правильного



Рис. 18. Бхуджангасана или поза «кобры»

исполнения позы «кобры», отличающего *бхуджангасану* от банального прогиба назад, являются усилия, направленные на «прогибание» грудного (непрогибаемого!) отдела позвоночника. Только при таком исполнении можно говорить о корректной воспроизводимости полученных нами гемодинамических показателей этой позы.

### 3.2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ВНУТРИПОЧЕЧНОГО КРОВОТОКА

Работа проводилась в три этапа. На первом этапе были обследованы 9 человек (из них 7 женщин 20–45 лет), обученных выполнению позы «кобры» (*бхуджангасана*, рис. 18). Использовался задний доступ для сканирования левой почки. С помощью эхо-камеры НІТАСНІ ЕUВ-525 (Япония) методом цветного доплеровского картирования регистрировался кровоток в междольевых артериях левой почки, которые проходят в мозговом веществе вдоль пирамид (Кунцевич, Белолопатко 1998). В исходном состоянии (положение лежа на животе), в момент выполнения позы и сразу после нее последовательно оценивались следующие количественные параметры: максимальная скорость кровотока ( $V_{\max}$ , см/с), средняя скорость кровотока ( $V_{\text{med}}$ , см/с); интеграл скорости за один сердечный цикл (flow velocity integral, FVI, в см) и за минуту (Flow — см/мин); индексы, характеризующие мышечную активность артериальной стенки — пульсовой (PI) и резистивный (RI) — усл. ед.; а также частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). На втором этапе 10 человек (из них

8 — женщины в возрасте 20–50 лет) фиксировался кровоток в восходящей аорте из заградного доступа при выполнении той же позы. В этом случае регистрировали только индекс минутного интеграла скорости, рассчитываемого по формуле  $\text{Flow/BSA} = \text{FVI} \cdot \text{ЧСС} / \text{BSA}$  (см/мин. · м<sup>2</sup>), где BSA — body surface area — площадь поверхности тела. В работе мы отказались от традиционного расчета объемного кровотока в аорте, так как встретились с большими затруднениями при измерении ее диаметра. В этой ситуации судить о сравнимости центральной гемодинамики у разных лиц было бы некорректным, поэтому мы прослеживали изменения скоростного интеграла у каждого из обследованных в отдельности. При этом считали, что диаметр аорты как жесткого сосуда эластического типа изменяться не должен. На третьем этапе обследованы 22 человека (среди них 14 женщин, возраст 26–63 года) определялось действие позы «кобры» на венозный отток от почки. Для этого контролируемый объем доплеровского сигнала помещали в почечную вену на уровне ворот почки в исходном горизонтальном положении лежа на животе, во время выполнения позы «кобры» и сразу после ее завершения в горизонтальном положении.



Рис. 19. Схема нормального кровотока в почечной вене

$a$  — пиковая скорость кровотока во время систолы предсердия;  $V_s$  — пиковая скорость кровотока во время систолы.

Центральная и венозная гемодинамика изучались с помощью эхокамеры KONTRON «Sigma-44» (Франция). Оценка венозного оттока проводилась на основании изменений скорости кровотока в фазу систолы правого желудочка ( $V_s$ , см/с), систолы правого предсердия ( $V_a$ , см/с) — (рис. 19); фиксировалась также частота сердечных сокращений (ЧСС, в уд./мин.).

При обсуждении найденных результатов мы решили использовать собственные клинические наблюдения венозного почечного оттока у больных. Достоверность измерений после проверки на нормальность извлеченных численных данных оценивалась по параметрическому  $t$ -критерию Стьюдента для связанных выборок.

### 3.3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходные показатели кровотока в междолевых артериях исследованных пациентов были близки к опубликованным результатам обследования здоровых лиц (Кунцевич, Барабшкина, Аносов 1995). Максимальная скорость кровотока составила  $0,28 \pm 0,01$  см/с, средняя  $0,17 \pm 0,01$  см/с, FVI равнялся  $0,16 \pm 0,01$  см; Flow —  $10,0 \pm 0,6$  см; PI —  $1,12 \pm 0,05$  усл. ед.; RI —  $0,67 \pm 0,01$  усл. ед. Частота сокращений сердца в исходном состоянии составляла  $62,8 \pm 1,0$  уд./мин. Во время выполнения позы резко возросла ЧСС (до  $106 \pm 4,6$  уд./мин,  $p < 0,001$ ); значительно снизился скоростной интеграл одной пульсовой волны FVI (до  $0,10 \pm 0,01$  см,  $p < 0,001$ ), тогда как скоростной интеграл за минуту Flow не изменился ( $10,0 \pm 0,07$ ;  $p < 0,05$ ). Остальные параметры были стабильными. После прекращения упражнения все показатели не отличались от исходных (см. табл. 6).

Таблица 6. Динамика параметров артериального притока к почке при выполнении *бхуджангасаны*  $n = 9$

Параметры	Исходно	<i>Бхуджангасана</i>		После упражнения	
	X ± m	X ± m	p	X ± m	p
$V_{max}$ , см/с	$0,28 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,02$	нд	$0,31 \pm 0,02$	нд
$V_{med}$ , см/с	$0,17 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,01$	нд	$0,18 \pm 0,01$	нд
FVI, см	$0,16 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	*	$0,18 \pm 0,01$	нд
Flow, см/мин	$10,0 \pm 0,6$	$10,0 \pm 0,7$	нд	$10,9 \pm 0,6$	нд
PI, усл. ед.	$1,12 \pm 0,05$	$0,98 \pm 0,06$	нд	$1,13 \pm 0,06$	нд
RI, усл. ед.	$0,67 \pm 0,01$	$0,62 \pm 0,02$	нд	$0,67 \pm 0,02$	нд
ЧСС, уд./мин.	$62,8 \pm 1,0$	$106,0 \pm 4,6$	*	$61,4 \pm 1,6$	нд

Примечания:  $V_{max}$  — максимальная скорость кровотока;  $V_{med}$  — средняя скорость кровотока; FVI — интеграл скорости кровотока за один сердечный цикл; Flow — интеграл скорости кровотока за 1 минуту; PI — пульсовой индекс; RI — резистивный индекс; ЧСС — частота сердечных сокращений. Достоверность различий: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; нд — отсутствие достоверных различий.

Рассмотрение динамики параметров венозного оттока от почки (табл. 7 и рис. 20) свидетельствует о том, что скорость кровотока по почечной вене в фазу систолы правого желудочка  $V_s$  при выполнении

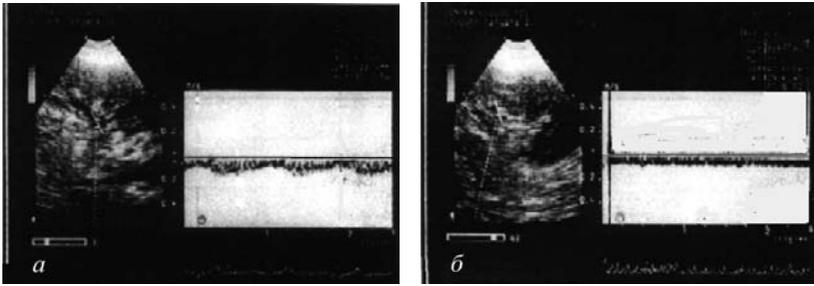


Рис. 20. Кровоток в почечной вене:

*а* — до выполнения бхуджан-гасаны; *б* — во время выполнения упражнения.

позы «кобры» не менялась ( $-14,4 \pm 1,4$  и  $-16,0 \pm 1,8$  см/с,  $p < 0,05$ ), значительно возрастал отток в систолу предсердия  $V_a$  ( $-4,5 \pm 1,4$  до  $-10,2 \pm 1,2$  см/с,  $p < 0,01$ ). Частота сердечных сокращений возросла с  $78,5 \pm 2,9$  до  $112,8 \pm 4,3$  уд./мин.,  $p < 0,001$ . Эти показатели после выполнения упражнения возвращались на исходный уровень.

Таблица 7. Динамика параметров венозного оттока от почки при выполнении бхуджангасаны ( $n=22$ ).

Параметры	Исходно	бхуджангасана		После упражнения	
	$X \pm m$	$X \pm m$	$p$	$X \pm m$	$p$
$V_s$ , см/с	$-14,4 \pm 1,4$	$-16,0 \pm 1,8$	нд	$-15,6 \pm 1,6$	нд
$V_a$ , см/с	$-4,5 \pm 1,4$	$-10,2 \pm 1,2$	*	$-6,8 \pm 0,9$	нд
ЧСС, уд./мин.	$78,5 \pm 2,9$	$112,8 \pm 4,3$	**	$84,3 \pm 4,3$	нд

Примечания:  $V_s$  — пиковая скорость кровотока в почечной вене во время систолы;  $V_a$  — пиковая скорость кровотока в почечной вене во время систолы предсердия; ЧСС — частота сердечных сокращений. Достоверность различий: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,001$ ; нд — отсутствие достоверных различий.

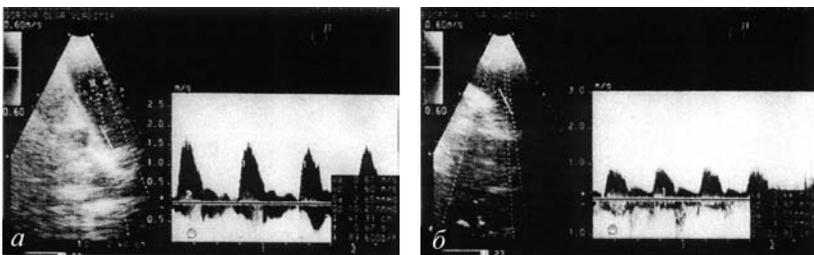


Рис. 21. Кровоток в восходящей аорте до (*а*) и во время выполнения бхуджангасаны (*б*)

Изменения минутного индекса интеграла кровотока в восходящей аорте ( $\text{Flow/BSA}$ ,  $\text{см/мин}\cdot\text{м}^2$ ) можно считать аналогичным сердечному индексу. У всех без исключения лиц во время выполнения позы этот параметр снизился. Из этого мы вправе сделать вывод о том, что при ней падение ударного объема левого желудочка столь значительно, что, несмотря на развивающуюся тахикардию, минутный объем кровообращения существенно снижается (рис. 21).

### 3.4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из представленных данных следует, что обнаруженное нами значительное снижение пульсового наполнения по междолевым артериям почки (FVI) во время *бхуджангасаны* (позы «кобры») компенсируется увеличением частоты сердечных сокращений до той степени, когда минутное кровенаполнение органа (Flow) остается стабильным.

Происходит это на фоне снижения общего минутного объема кровотока, развивающегося вследствие резкого падения ударного объема левого желудочка сердца. Таким образом, можно констатировать перераспределение артериальной крови во время исполнения позы в пользу почек. Установлено, что общий почечный и поверхностный кортикальный кровоток регулируется почечными симпатическими нервами, стимуляция которых вызывает артериальный спазм в этих зонах (Rudenstam, Bergstrom, Taghipour, Gothberg, Karlstrom 1995). Понятно, что тахикардия, наблюдавшаяся во время выполнения *бхуджангасаны*, могла быть вызвана усилением симпатических влияний, распространяющихся в том числе и на почки. При этом, по данным (Di Carlo, Bishop 1990), уменьшение вагусных влияний на сердце приводит к нарастанию почечного сосудистого сопротивления. Мы, однако, не обнаружили признаков спазма артерий почек, поскольку PI и RI у обследуемых не менялись.

Следует заметить, что сейчас достаточно известны внутрипочечные механизмы изменений этих характеристик артериального кровотока. Так, эти параметры достоверно меняются при кистах почечного синуса и гидронефрозах (Хитрова 1995). Нарастание показателей активности мышечной стенки артерий почек наблюдается при остром гломерулонефрите и активизации хронического гломерулонефрита, при острой и хронической почечной недостаточности

(Дворяковский, Коберидзе 1992; Коровина, Альбот, Пыков 1994; Енькина, Жеребцов, Гринев 1995); при отторжении пересаженной почки (Noninvasive surveillance... 1989); при диабетической нефроангиопатии (Кунцевич, Барабашкина, Аносов 1995); при почечной колике, особенно при проксимальной обструкции мочеточника и признаках пиелонефрита (Doppler-duplex... 1996). Повышение тонуса резистивных сосудов почек вызывает также эссенциальная артериальная гипертензия (Renovascular resistance... 1994, Харлап, Смольянинова 1995). При этом некоторая противоречивость публикуемых результатов может объясняться механизмами наступающих изменений. Дело в том, что в разгаре патологического процесса в почках наблюдается усиление кровотока через юкстамедуллярные клубочки при частичном прекращении функционирования пути крови через кору. В этот период отмечается снижение PI и RI. Более тяжелые поражения, когда изменениям подвергаются и юктагломерулярный аппарат, шунтирование через него крови становится невозможным, PI и RI вновь возрастают. Последнее наблюдается при необратимых поражениях почечных гломерул (Пыков 1996). При стенозировании почечных артерий PI и RI бывают ниже нормы (Атьков, Хариан, Сертакова 1997).

Признаки изменений тонуса мышц артерий в почках во время выполнения упражнения отсутствовали. А поскольку известно, что скоростные показатели сосудистого кровотока коррелируют с клиренсом креатина почками (Intrarenal arterial Doppler... 1992), можно предположить, что функцию клубочкового аппарата рассматриваемое упражнение не нарушает. Логично предположить, что один из механизмов воздействия *бхуджангасаны* на почку — повышение внутрибрюшного и внутриорганного давления. В экспериментальном исследовании на собаках (Effects of intra-abdominal pressure 1994) выявлена более чем двукратная редукция кортикального кровотока в почках при повышении внутрибрюшного давления от 0 до 15 мм рт. ст., причем обнаружена высокая корреляция между ренальным кровотоком и давлением в брюшной полости ( $R = 0,897$ ).

В нашем случае объемный кровоток в лоцируемом сосуде не менялся. Этот факт может свидетельствовать об относительно малой степени сдавления почки во время прогиба поясницы назад при выполнении *бхуджангасаны*. И все же этого было достаточно, чтобы

отчетливо уменьшились пульсации венозного оттока от почки за счет достоверного повышения кровотока в систолу правого предсердия ( $V_A$ ). При этом у наиболее тренированных лиц мы наблюдали полное исчезновение колебаний венозного кровотока, когда скоростной спектр становился монофазным (см. рис. 20).

К сожалению, литературные данные об оттоке крови от почек весьма скудны. Описывается появление турбулентного потока в почечной вене при ее компрессии после трансплантации почки (Early graft... 1996). В работах по синдрому сдавления левой почечной вены верхней брызжеечной артерией и брюшной аортой (Nutcracker syndrome) выявлено некоторое уменьшение пиковой скорости венозного оттока в воротах почки и резкое ускорение кровотока по вене в месте ее компрессии. О минимальной скорости оттока крови от почки не сообщается (Stavros, Sickler, Menter 1994; Nutcracker syndrome... 1996). Поэтому мы обратились к собственным наблюдениям, примеры которых приведены выше. Монофазный венозный отток был обнаружен нами при проведении пробы с произвольной задержкой мочи у больных хроническим пиелонефритом, страдающих мочеточниково-лоханочным рефлюксом (рис. 22), у лиц с гидронефрозом (рис. 23), у пациента с острой задержкой мочи вследствие неопластического процесса в малом тазу (рис. 24). Основываясь на накопленных данных, мы осмеливаемся предположить, что патологические процессы, приводящие к повышенному обжатию вен в почке, способствуют формированию или с резко сниженными колебаниями или полностью монофазного венозного оттока. При этом этот параметр изменяется ранее наступления изменений

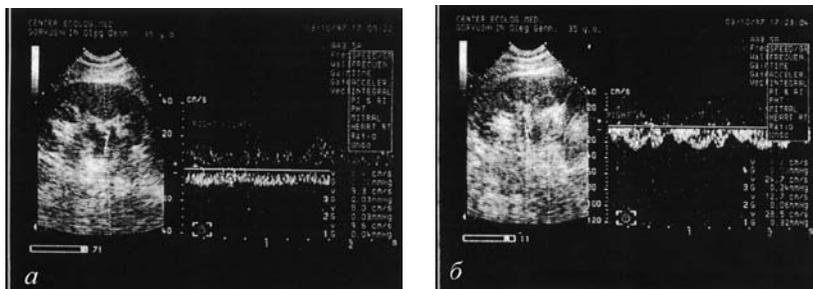


Рис. 22. Кровоток в почечной вене у больной пиелонефритом во время пробы с произвольной задержкой мочи

а — в момент задержки мочи; б — после опорожнения мочевого пузыря.

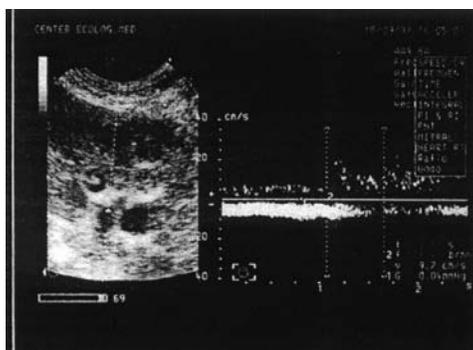


Рис. 23. Кровоток в почечной вене у больного в оставшейся гидронефротически измененной почке после удаления противоположной почки

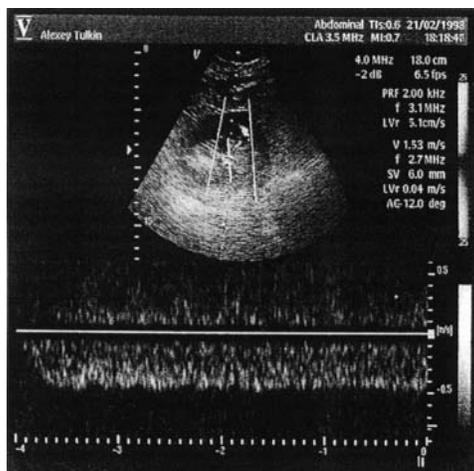


Рис. 24. Кровоток в почечной вене у больного с острой задержкой мочи вследствие объемного процесса в малом тазу

в артериальном русле, свидетельствующих о большой тяжести изменений в почках. Воздействие *бхуджангасаны*, как мы считаем, происходит в пределах физиологических колебаний трансмурального давления на внутри- и внепочечные сосуды. Более чувствительными к такому «мягкому» воздействию естественно оказываются вены почки.

Следуя логике наших предыдущих исследований, мы провели изучение влияния *бхуджангасаны* на венозный отток от почек при исходно нарушенном кровообращении в них. Во время отбора лиц, пригодных для нашей работы, у одного из инструкторов по йогойским упражнениям с большим стажем был выявлен измененный монофазный кровоток в почечной вене. Изменения были односторонними. Проба с позой «кобры» была отчетливо положительной (полное восстановление пульсирующего характера кровотока после позы). Рассмотрение повторных доплерограмм венозного кровотока спустя три месяца целенаправленных занятий практикой *бхуджангасаны* (позы «кобры») (рис. 25) свидетельствует, что исходный кровоток стал пульсирующим, во время принятия позы «кобры» он превращается в монофазный (что свидетельствует о хорошей технике исполнения позы), а после упражнения — его пульсации отчетливо возрастают. Единичные пока наблюдения в этом роде позволяют надеяться на положительное лечебное воздействие *бхуджангасаны* (позы «кобры») на отток крови по почечным венам.

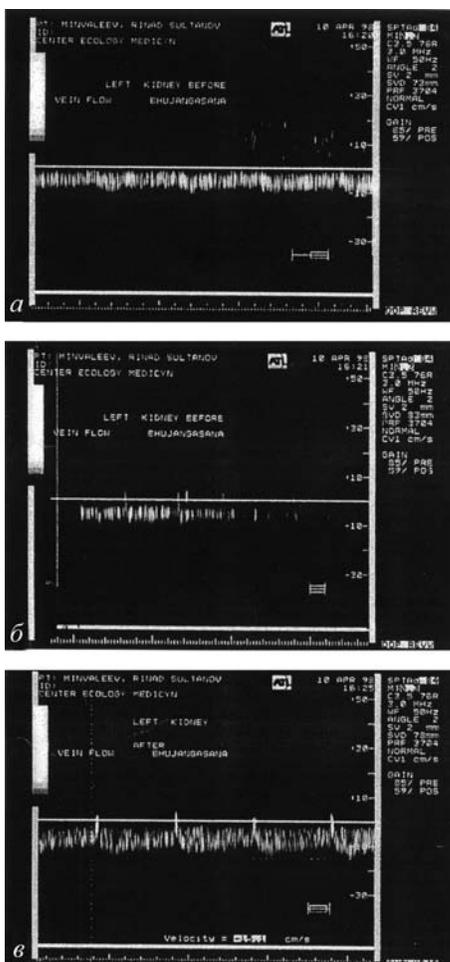


Рис. 25. Динамика изменений кровотока в почечной вене:

*a* — до выполнения *бхуджангасаны*; *б* — во время выполнения позы; *в* — после завершения упражнения.

### 3.5. ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДЛЯ ГЛАВ 2 И 3

Исследованные нами позы хатха-йоги (*халасана* и *бхуджангасана*) сопровождаются мощными, и при этом имеющими весьма специфический характер мышечными усилиями.

Вопреки ожиданиям мы не обнаружили существенных количественных изменений перфузии паренхиматозных органов (соответственно печени и почек) при выполнении этих упражнений. Однако нами выявлены разительные качественные изменения венозного оттока от этих органов в момент кульминации правильного выполнения исследуемых поз тела, т. е. на максимуме напряжения соответствующих мышц.

Гемодинамическая ситуация с правым предсердием характеризуется пульсовой регургитацией (обратным забросом) крови в полые вены при каждой систоле вследствие отсутствия клапана на входе в предсердия. Это явление получило название «венный пульс», который регистрируется не только в полых венах, но и в венах паренхиматозных органов (печени и почек).

Если в исходном положении у здоровых лиц в характере венозного оттока от печени и почек наблюдается различной степени венная пульсация, то в момент выполнения упражнений отток по венам становится монофазным, вплоть до «гладкой» эхографической кривой скорости потока, что является следствием повышения трансмурального давления в венах печени и почек при повышении внутрибрюшного давления. Интересно, что подобная картина наблюдается при ряде патологий затрагиваемых паренхиматозных органов. Вопрос с печеночными венами широко обсуждается в последнее время (Diagnosis... 1991; Liver cirrhosis... 1991; Hepatic hemodynamics... 1996; Gorka W., al Mulla, al Sebayel, Altraif, Gorka T.S., 1997; Clinical application... 1997; Phase shift of the hepatic vein... 1997). Для почки мы привели данные собственных наблюдений (рис. 21–24).

Изложенное позволяет сформулировать следующее положение. С помощью специфических поз тела из практики хатха-йоги можно смоделировать монофазный венозный кровоток, обычно регистрируемый при патологических процессах в паренхиматозном органе. И наоборот, единичные случаи исходно монофазного венозного оттока, также связанные с наличием патологического процесса в анамнезе, сразу после выполнения соответствующей асаны обнаружива-

ют восстановление венных пульсаций, характерных для здорового органа. Иначе говоря, механическое обжатие печени и почек, наблюдаемое при выполнении специальных упражнений из практики хатха-йоги (*халасаны* и *бхуджангасаны*), ведет к исчезновению явлений регургитации, т. е. делает внутриорганный кровоток однонаправленным, что значительно улучшает кровоснабжение и далее функцию печени и почек.

### 3.6. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

Поиск научных работ по экспериментальному изучению изолированной *бхуджангасаны* в наиболее полном и оперативном контенте медицинской литературы Pubmed дал тот же результат, что и в отношении отдельного изучения *халасаны* (см. раздел 2.6): за исключением наших работ (Минвалеев, Кузнецов, Ноздрачев 1998; 1999) по ультразвуковому обследованию этих двух упражнений хатха-йоги прочие изолированные практики йоги еще ждут своих исследователей. В частности, интересно было бы выяснить, как именно меняется функция почек при выполнении *бхуджангасаны*.

А поскольку при правильном выполнении *бхуджангасаны* достаточно сильно задействуется торако-люмбальный отдел позвоночника, где проходят основные симпатические нервные узлы, то можно предположить существенное влияние регулярного выполнения этого и схожих упражнений на вегетативный тонус, что может способствовать более адекватному вегетативному обеспечению деятельности (Минвалеев 2013).

## Глава 4

### РЕГУЛЯТОРНЫЕ ВЛИЯНИЯ АСАН ЙОГИ (БХУДЖАНГАСАНА И СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ, УДДИЯНА-БАНДХА И ВЕГЕТАТИВНЫЙ ТОНУС)

Выделяют две регуляторные системы, управляющие внутренней средой организма, эндокринная (гормоны) и вегетативная нервная системы, обеспечивающие совокупную адаптацию характеристик внутренней среды к меняющимся условиям и требованиям внешней среды.

#### 4.1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Физиологические и терапевтические эффекты постуральных воздействий изучаются на относительно ограниченном наборе условно стандартных позиций, за пределами которого остается недостаточно изученным все остальное многообразие возможных положений тела. В главах 2 и 3 рассмотрены постуральные влияния избранных асан хатха-йоги на системный и внутриорганный кровоток в печени и в почках, что позволяет обозначить комплексную задачу изучения возможных быстрых влияний специфических постуральных воздействий в виде асан хатха-йоги на две главные регуляторные системы организма — железы внутренней секреции и вегетативную нервную систему.

#### 4.2. БХУДЖАНГАСАНА И СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ

В этом разделе будут изложены результаты экспериментальной и статистической проверки гипотезы о влиянии *бхуджангасаны* (позы «кобры») на уровень стероидных гормонов — кортизола, тестостерона, дегидроэпиандростерона (ДГЭА) и альдостерона сыворотки крови у здоровых людей.

#### 4.2.1. Материалы и методы, использованные в работе

Обследованы 7 практически здоровых мужчин и 1 женщина в возрасте от 22 до 50 лет, обученных выполнению специфического упражнения хатха-йоги — *бхуджангасаны* (позы «кобры»). Поза «кобры», или *бхуджангасана*, представляет собой силовой прогиб назад в грудном отделе из положения лежа без опоры на руки (см. рис. 18). Ключевое условие правильности выполнения позы — приложение мышечных усилий, направленных на прогибание грудного (анатомически слабо прогибаемого) отдела позвоночника. Далее при продолжающихся мышечных усилиях на сохранение прогиба в торако-люмбальном отделе позвоночника осуществляется опускание подбородка так, чтобы произошло резкое усиление ощущения давления в области спины на линии субъективного восприятия расположения почек (см. рис. 26). Существенный элемент в технике выполнения этой позы — непрерывно возрастающее напряжение мышц, участвующих в поддержании позы. Только при таком выполнении можно говорить о корректной воспроизводимости найденных гормональных изменений в ответ на выполнение позы «кобры» (*бхуджангасаны*).



Рис. 26. Бхуджангасана с опусканием подбородка

Последовательность мероприятий при постановке каждого опыта была однотипной. После терапевтического осмотра у каждого из испытуемых в положении сидя осуществлялся первый забор крови из локтевой вены. Далее испытуемые в положении лежа на спине выполняли расслабление в течение двух минут. Расслабление выполнялось в целях минимизации вызванных забором крови возмущений вегетативных характеристик (по оценке терапевта,

регистрирующего сердечный (ЧСС) и дыхательный ритмы). Затем испытуемые самостоятельно в течение 2–3 минут выполняли позу «кобры» (*бхуджангасану*), после чего забор крови повторяли. Таким образом, между первым и вторым заборами крови проходило не более 5 мин. Конкретное время забора крови было постоянным и осуществлялось примерно в 16 часов (июль 2001 г.). Сыворотку крови до проведения анализов хранили при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Количественное определение кортизола и тестостерона в сыворотке крови осуществлялось методом твердофазного иммуноферментного анализа наборами реактивов «СтероидИФА-кортизол» и «СтероидИФА-тестостерон» соответственно. Концентрация дегидроэпиандростерона определялась с помощью набора реактивов «VCM diagnostic» (США), альдостерона — стандартным радиоиммунным методом. Сводные результаты измерений концентрации гормонов в сыворотке крови до и после выполнения *бхуджангасаны* приведены в табл. 8. По утверждению проводившей измерения уровня гормонов Клинико-диагностической лаборатории МАПО (Санкт-Петербург) коэффициент вариации  $k = 8\%$ , характеризующий точность результатов измерений, найден с учетом того, что анализ каждого из результатов измерений (см. табл. 8) выполнялся 10 раз.

Таблица 8. Концентрации стероидных гормонов до и после выполнения *бхуджангасаны* ( $n=8$ )

Показатель	Кортизол, нмоль/л		Тестостерон, нмоль/л		ДГЭА, нг/мл		Альдостерон, пг/мл	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Н-ин О. Д.	382	284	19,3	22,8	3,2	8,0	221	182
Н-ов К. М.	298	253	12,3	12,8	8,0	15,0	70	63,5
Т-ин С. Н.	575	470	23,6	27,2	20,0	9,0	45,9	54
С-ев П. В.	474	382	20,8	21,3	6,4	9,0	175	165
Ю-ов А. Н.	318	314	20,6	21,5	12,0	14,0	96,4	62,0
О-ва М. Ю.	294	275	0,9*	1,4*	7,4	5,0	67,6	55,8
М-ев Р. С.	381	293	14,3	19,1	6,0	11,0	11,1	35,5
Б-ев А. А.	434	390	–	–	5,8	6,0	103	80,6
Медиана	381,5	303,5	19,3	21,3	6,9	9	83,2	62,8
p	0,05		0,05		нд		нд	

Примечания: нд — отсутствие достоверных различий.

#### 4.2.2. Результаты и их обсуждение

В целях ответа на вопрос о том, изменяет ли *бхуджангасан* концентрацию гормонов в крови, выполнена проверка достоверности найденных изменений применением непараметрического критерия Вилкоксона для парных связанных выборок. Установлено, что с вероятностью ошибки первого рода 0,05 в результате выполнения испытуемыми упражнения *бхуджангасана* концентрация кортизола в крови испытуемых уменьшилась в среднем на 20%, а концентрация тестостерона в крови испытуемых увеличилась в среднем на 11%.

Найденные результаты измерений концентрации андрогена коры надпочечников дегидроэпиандростерона (ДГЭА) и основного минералокортикоида альдостерона в ответ на выполнение упражнения *бхуджангасаны* оказались разнонаправленными. У шести испытуемых концентрация ДГЭА возросла, а у двух понизилась, причем у одного весьма значительно (с 20 до 9 нг/мл), что требует дополнительных исследований, прежде всего на большем числе обученных испытуемых. Аналогичное положение на момент настоящего исследования выявилось и для минералокортикоидной функции коры надпочечников (у шести испытуемых концентрация альдостерона уменьшилась, а у двух возросла, причем у одного значительно (с 11,1 до 35,5 пг/мл)). Применение статистических методов оценки для математической обработки найденных результатов для такого рода выборок не представляется возможным. Поэтому далее мы будем обсуждать только найденные изменения в концентрациях кортизола и тестостерона.

В целях удобства обсуждения постуральных реакций в ответ на воздействие позы «кобры» (*бхуджангасаны*) будем проводить для каждого из изученных стероидных гормонов в отдельности. Как правило, разнообразные воздействия на организм человека, обозначаемые общим термином «стресс» (травма, боль, гипогликемия, физическая нагрузка, инфекция, эмоциональные потрясения и т. п.) повышают уровень кортизола в крови, что рассматривается как составная часть адаптивных реакций (Теппермен Дж., Теппермен Х. 1989). Особо следует выделить отмечаемое многими исследователями повышение эндогенной продукции кортизола в ответ на кратковременную экстремальную физическую нагрузку, сравнимую с рабочей нагрузкой при выполнении *бхуджангасаны* (Виру 1977;

Stupnicki, Obminski 1992; O'Connor, Corrigan 1987). К числу факторов, повышающих уровень кортизола у здоровых людей относят и стандартные поструральные воздействия, например, вставание из положения лежа (ортостатическая проба) (Hennig, Fricle, Ryl 2000), хотя впоследствии эти влияния не подтвердились (Hucklebridge, Mellins, Evans, Clow 2002).

Мы оцениваем найденные в вышеупомянутых работах результаты (о повышении продукции кортизола при стандартных воздействиях) как контроль для наших измерений уровня стероидных гормонов под воздействием *бхуджангасаны*.

Необходимо также отметить, что у всех наших испытуемых концентрации кортизола в крови в исходном состоянии приближались к верхней границе нормы взрослых практически здоровых людей. По Ю. А. Князеву и В. А. Беспалову (2000), нормальный диапазон уровня кортизола для 16 часов дня 83–441 нмоль/л. Более того, у двух испытуемых исходный уровень кортизола превышал верхний предел нормы (см. в табл. 8 значения: 474 и 575 нмоль/л). По сведениям литературы (Jevning, Wilson, Davidson 1978; Kamei, Toriumi, Kimura 2000), непосредственное снижение уровня кортизола у человека наблюдается при различных вариантах произвольной мышечной релаксации (аутотренинг, медитация и т. п.).

В наших опытах специфическое напряжение мышц, сопровождающееся принятием специфической позы тела — *бхуджангасаны*, — статистически значимо (с надежностью 0,95) снизило уровень кортизола сыворотки крови у здоровых людей. Иначе говоря, мы нашли парадоксальный результат. Практика *бхуджангасаны* (позы «кобры») снижала уровень кортизола у всех испытуемых, несмотря на комбинацию сопутствующих факторов, в норме повышающих уровень кортизола крови (экстремальная физическая нагрузка и боль при заборе крови из вены). Что же касается одновременного с понижением глюкокортикоидной функции коры надпочечников повышения уровня основного андрогена тестостерона, то здесь мы должны говорить о задействовании помимо коры надпочечников также и половых желез как единственно возможном источнике увеличения уровня тестостерона при выполнении *бхуджангасаны*. Пока мы можем только предполагать о механизмах столь разительных изменений в продукции стероидных гормонов, вызванных специфическим мышечным напряжением и положением тела, именуемом в хатха-

йоге *бхуджангасана*. Во всяком случае, предварительно мы можем исключить влияние со стороны гипофиза, поскольку уменьшение кортизола, увеличение тестостерона и колебания ДГЭА и альдостерона произошли за период менее 5 минут, хотя этот вопрос еще нуждается в дополнительной проверке. В равной мере, согласно нашим предыдущим исследованиям этой же позы, артериальный приток крови от сердца к области почек и соответственно надпочечников также не изменялся (Минвалеев, Кузнецов, Ноздрачев 1999), что в известной мере исключает влияние на продукцию стероидных гормонов со стороны колебаний кровоснабжения коры надпочечников.

Более вероятны здесь моторно-висцеральные рефлекторные влияния с участием афферентной и эфферентной иннервации коры надпочечников и половых желез начиная с вегетативных центров спинного мозга. И если в отношении коры надпочечников вопрос о прямых нервных влияниях на секрецию кортикоидных гормонов остается в стадии обсуждения, то для семенников и яичников обильная симпатическая и парасимпатическая иннервация рассматривается как нервнопроводниковый путь передачи специфических импульсов от гипоталамуса к гонадам, дополняющий транс-гипофизарный (Ажипа 1981). В связи с этим представляют интерес дальнейшие исследования возможной прямой нервной регуляции секреторной функции ряда эндокринных желез через механизмы моторно-висцеральных рефлексов (Могендович 1972), на чем, по нашему предположению, могут основываться гормональные эффекты постуральных воздействий асан йоги.

### 4.2.3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В современных модификациях йоги *бхуджангасана* — одна из самых вариативных по отличающимся друг от друга инструкциям к ее исполнению, среди которых предельной изысканностью отличается «королевская кобра» (рис. 27). Последняя выступает как полная противоположность тому варианту *бхуджангасаны*,



Рис. 27. «Королевская кобра»  
vs. *бхуджангасана*

которая была предметом наших исследований (см. рис. 26). Перечислим отличительные особенности нашего варианта выполнения *бхужангасаны*.

Во-первых, никакого активного участия рук при выполнении позы кобры быть не должно, хотя бы из тех соображений, что «у кобры нет рук и ног», а, как уже было оговорено, само название асаны в йоге зачастую есть краткая, но исчерпывающая инструкция к ее единственно правильному исполнению.

Во-вторых, нельзя допускать прогиба в пояснице, поскольку влияния на почечный кровоток и эндокринную функцию надпочечников и/или половых желез найдены нами только при максимально возможном уподоблении движению кобры, когда испытуемый просто осуществляет силовой прогиб назад в грудном отделе из положения лежа без опоры на руки.

Соответственно, многие современные варианты выполнения *бхуджангасаны*, в которых предписывается активное участие рук и/или сильный прогиб назад в пояснице следует признать неправильными. И те изменения концентрации стероидных гормонов, которые мы наблюдали, не будут воспроизводиться при любых иных вариантах выполнения *бхуджангасаны* (рис. 28).



Рис. 28. Бхуджангасана vs. бхужангасана

Именно поэтому в средневековых руководствах по хатха-йоге описания асан и дыхательных упражнений, как правило, изложены в крайне лаконичном стиле, а именно относительно *бхуджангасаны* в Хатха-йога-прадипике (XV век) сформулировано так: «Лежа на земле, подними голову подобно кобре. Это называется бхуджангасана».

### 4.3. УДДИЯНА-БАНДХА И ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Накопленные нами данные о постуральных реакциях системного и внутриорганного кровотока, а также гормональных ответов при тех же постуральных воздействиях позволяют обозначить задачу целевого поиска тех моторно-висцеральных рефлексов, которые, в свою очередь, позволяют решать задачи теории управления висцеральными функциями человеческого организма в прикладной и спортивной физиологии. В связи с этим нами выбрано исследование специфических моторно-висцеральных взаимодействий на основе статических упражнений хатха-йоги, представляющих собой тысячелетний опыт применения как известных, так и неизученных позновегетативных рефлексов в целях управления висцеральными функциями человеческого организма.

По нашему мнению, наилучшее упражнение из арсенала хатха-йоги, позволяющее достигнуть желаемого вегетативного эффекта (повышения адаптационных резервов) и при этом доступного всем категориям занимающихся без специальной физической подготовки, — это специальное втягивание живота под названием *уддияна-бандха*.

В дополнение к нашим предыдущим исследованиям вегетативных влияний уддияна-бандхи у лиц, регулярно выполняющих упражнения хатха-йоги (Минвалеев, Иванов 2003) мы обследовали студентов в группах специального медицинского отделения, впервые приступивших к освоению избранных упражнений хатха-йоги.

#### 4.3.1. Материалы и методы, использованные в работе

Всего обследовано 45 студентов обоего пола в возрасте 18–25 лет, выполнявших упражнение уддияна-бандха на занятиях по физической культуре по утвержденной программе специального медицинского отделения общеуниверситетской кафедры физической культуры и спорта Санкт-Петербургского государственного университета.

Согласно известному описанию (Смирнов 1994) *уддияна-бандха* выполняется в положении стоя, в котором «нужно встать, несколько согнувшись, и развернуть колени. Затем делается максимальный выдох, и при закрытой голосовой щели совершается максимальное *выдыхательное* (курсив наш. — Р.М.) движение, так что живот

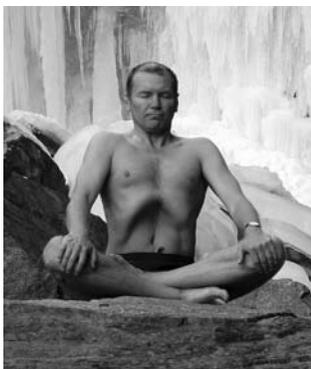


Рис. 29. Уддияна-бандха

резко втягивается и органы брюшной полости подтягиваются вверх, в купол диафрагмы. В таком положении остаются десять-тридцать секунд» (рис. 29).

В обзоре Д. Эберта (Ebert 1986) приводится перечень мышц туловища, участвующих в исполнении уддияна-бандхи:

1) диафрагма;

2) *Mm. intercostales externi* (внешние межреберные мышцы);

3) *Mm. recti abdomini, obliqui abdomini externi et interni* (прямые мышцы

живота, совместно с мышцами брюшного пресса, внутренними и внешними);

4) *Mm. transversi abdomini* (промежуточные мышцы живота).

Только при таком исполнении можно говорить о корректной воспроизводимости найденных вегетативных изменений в ответ на выполнение *уддияны-бандхи*.

В качестве меры измерения вегетативных изменений в ответ на выполнение испытуемыми *уддияна-бандхи* был избран вегетативный индекс Кердо как неинвазивный метод быстрой оценки текущего вегетативного статуса по данным сердечного ритма (ЧСС) и тонуса периферических сосудов (диастолическое давление). Известно (Kérdö 1966; Кердо 2009), что вегетативный индекс Кердо вычисляется по формуле:

$$V = 1 - \frac{D}{R},$$

где  $D$  — диастолическое давление крови (мм рт. ст.),  $R$  — число ударов пульса в 1 мин. При значениях  $V < 0$  актуальная вегетативная реактивность организма характеризуется как парасимпатикотония, при  $V > 0$  — как симпатикотония, при  $V = 0$  — вегетативное равновесие (эйтония).

Математическая обработка результатов измерений выполнена применением метода доверительных интервалов, по Стьюденту.

### 4.3.2. Результаты и их обсуждение

Всего выполнено 420 измерений вегетативного индекса Кердо до и после выполнения упражнения *уддияна-бандха*.

Пусть  $V_0$  — численные значения математического ожидания индекса Кердо до опыта, а  $V_1$  — численные значения математического ожидания индекса Кердо сразу после выполнения упражнения *уддияна-бандха*. Тогда численное значение индекса Кердо до выполнения упражнения *уддияна-бандха* будет равно  $V_0 = -0,335$  и с надежностью 0,9973 накрыто интервалом  $(-0,316 < V_0 < -0,354)$ . Выполнением такого же расчета доверительного интервала для численных значений индекса Кердо сразу после выполнения упражнения *уддияна-бандха* находим, что численное значение характеристики равно  $V_1 = -0,647$  и с надежностью 0,9973 накрыто интервалом  $(-0,621 < V_1 < -0,671)$ . Найденные доверительные интервалы не пересекаются.

Сформулируем результат. С надежностью, близкой к единице, можно утверждать, что после выполнения испытуемыми упражнения *уддияна-бандха* вегетативный тонус сдвигается в сторону преобладания парасимпатических влияний. Исходя из общефизиологических соображений, можно предположить, что при выполнении упражнения *уддияна-бандха* задействуется классический рефлекс Гольца — рефлекторное снижение частоты сердечных сокращений (вплоть до полной остановки сердца) в ответ на раздражение интероцепторов брюшной полости (в частности, при покалачивании по животу лягушки в классическом опыте Гольца) (Коштоянц 1954). В качестве эфферентного звена рефлекса выступают блуждающие нервы (т. е. парасимпатические влияния на сердечный ритм).

### 4.3.3. Выводы и рекомендации

Известно, что преобладание парасимпатических влияний означает активизацию восстановительных (трофотропных) процессов. Мышечное расслабление в положении лежа на спине стандартный способ рекреации (восстановления сил). Найденный нами эффект возрастания парасимпатических влияний после выполнения *уддияна-бандхи* позволяет утверждать, что регулярное выполнение специфического напряжения мышц передней стенки живота, именуемого в йоге *уддияна-бандха*, повышает адаптационный потенциал,

необходимый для преодоления негативных последствий разнообразных стрессовых перегрузок.

Простейшим способом самоконтроля может быть снижение ЧСС в ходе выполнения упражнения (как следствие возрастания парасимпатических влияний на сердечный ритм), на что и следует ориентироваться занимающимся в индивидуальной практике хатха-йоги, используя для этих целей любой пульсометр. Для этого необходимо зафиксировать значение ЧСС как минимум трижды: до выполнения упражнения (в состоянии покоя) в момент выполнения и сразу после упражнения. Изменения ЧСС в сторону снижения будет ожидаемым результатом и одновременно критерием правильного выполнения упражнения *уддияна-бандха*.

Немногочисленные публикации о позитивном влиянии регулярного выполнения упражнений хатха-йоги на негативные проявления избыточного стресса (West, Otte, Geher, Hohnson, Mohr 2004; Rapid stress reduction... 2005; Huang, Chier, Chung 2013) не дают представления о конкретных упражнениях хатха-йоги, обуславливающих этот положительный эффект. В наших исследованиях было выявлено, что именно следует выполнять из арсенала хатха-йоги для компенсации неблагоприятных последствий двух основных компонентов стресс-реакции: *уддияна-бандха* снимает последствия симпато-адреналовой активации (первая ось стресс-реакции: гипоталамус—мозговое вещество надпочечников), а *бхуджангасана* снижает избыточную продукцию кортизола (вторая ось стресс-реакции: гипоталамус—гипофиз—кора надпочечников). Тогда при первых признаках стрессового истощения адаптационного потенциала (для профилактики возможных стрессогенных заболеваний) следует утром выполнять *уддияна-бандху*, а вечером перед сном не забывать включать в комплекс ежедневно выполняемых упражнений хатха-йоги *бхуджангасану*.

#### 4.4. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

Известный принцип двойной вегетативной иннервации внутренних органов распространяется и на железы внутренней секреции (Ажица 1981), что открывает вопрос о биологическом предназначении вегетативной иннервации эндокринных желез при том, что их регуляция, в основном, описывается через известную стимуляцию

со стороны соответствующих тропных гормонов гипофиза и, далее, либеринов и статинов гипоталамуса по механизму отрицательной обратной связи. Выявленное нами прямое влияние *бхуджангасаны* на уровень стероидных гормонов (Минвалеев, Ноздрачев, Кирьянова, Иванов 2004) позволяет обозначить новое перспективное направление в изучении йоги как эмпирически найденных способов управления произвольными функциями организма человека, среди которых контроль сердечной деятельности (Wenger, Bagchi, Anand 1961; Carroll, Whellock 1980; An evaluation... 2004; Voluntary heart?.. 2013) выступает как наиболее известный частный случай.

На самом деле, гораздо бóльший теоретический и практический интерес вызывает последовательное изучение различных практик йоги на предмет возможных гормональных и вегетативных эффектов, что, по нашему мнению, помимо очевидных терапевтических приложений даст научно обоснованные рекомендации для значительного повышения качества жизни.

## ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Под постуральными изменениями в литературе понимают весьма ограниченный набор вариантов положений тела человека (и животных), за пределами которого остается все многообразие «иных» положений тела. Мы обнаружили, что специфические положения тела, сопровождающиеся такими же напряжениями мышц (асаны хатха-йоги), приводят к разительным изменениям во внутренней среде организма человека

Для полного осмысления найденных нами физиологических эффектов, конечно, требуются дополнительные клинические исследования по проверке возможных терапевтических эффектов изученных нами постуральных воздействий в виде асан хатха йоги. А пока в поисках системной концепции, позволяющей объяснить накопленные данные, мы обращаемся к теории моторновисцеральных взаимодействий, в свое время разрабатываемой в Пермской группе проф. М. Р. Могендовича (Гейхман 1965; Могендович 1957; 1972). Согласно названным авторам, афферентное звено моторновисцеральных рефлексов начинается с проприоцепторов растяжения скелетных мышц, а завершается эфферентными влияниями на работу внутренних органов. Как отмечают М. Р. Могендович и И. Е. Тёмкин, «для теории и практики лечебной физкультуры принципиальным является положение о том, что роль проприоцепции и интероцепции в управлении вегетативными функциями не равнозначна. Не случайно ведь существует рефлекторная терапия с проприоцепторов (лечебная физкультура), но не с интероцепторов. В основе преобладания моторики лежит факт более высокой функциональной лабильности моторных центров по сравнению с вегетативными. Именно поэтому имеется возможность, изменяя функ-

циональное состояние моторного анализатора и его локомоторного аппарата (физическими упражнениями), направленно влиять на деятельность внутренних органов» (Могендович, Темкин 1968: 281). В той же работе сообщается, что «статическое поддержание позы является раздражителем проприоцепции, так как в структуру моторного анализатора входят рецепторы суставов, реагирующие на степень сгибания» (там же: 283). Иначе говоря, «статика тела в виде определенных поз оказывает влияние на внутренние органы по механизму позно-вегетативных рефлексов» (там же: 282), что, по нашему мнению, есть прямое указание на искомый физиологический механизм, лежащий в основе большинства асан хатха-йоги. Как писал сам М. Р. Могендович: «По некоторым теоретическим и практическим соображениям нас интересовали не только обычные позы (лежа, сидя, стоя), но и промежуточные, необычные, в которых, по нашему предположению, должны явственнее выявляться вегетативные сдвиги, вследствие отсутствия тренировки к этим позам в повседневной жизни» (Могендович 1972: 105).

По нашему мнению, именно учение о моторновисцеральной регуляции, и далее, мысли В.Н. Черниговского о поведении висцеральных систем (Черниговский 1986) помогут нам вскрыть известные физиологические и терапевтические эффекты практики асан хатха-йоги (Ebert 1986).

Подведем краткие итоги нашего вклада в изучение физиологических механизмов хатха-йоги.

В нашей работе неинвазивно методом доплерэхографии были изучены особенности внутрисердечного кровотока при различных вариантах активного антиортостаза (стойка на голове, известная в упражнениях хатха-йоги как *сиршасана*, и стойка на лопатках, или *сарвангасана*) и внутриорганного кровотока при таких специфических позах тела, как *халасана* (поза «плуга») и *бхуджангасана* (поза «кобры»). Установлено, что два различных варианта активного антиортостаза (стойка на голове, или *сиршасана*, и стойка на лопатках, *сарвангасана*), несмотря на внешне одинаковые гидростатические условия, существенно различаются между собой по показателям диастолического наполнения левого желудочка сердца. В отличие от стойки на голове (*сиршасана*) стойка на лопатках с прижатием подбородка к груди (*сарвангасана*) сопровождается учащением сердечных сокращений и относительно более низким, чем при *сиршасане*,

диастолическим наполнением левого желудочка. Причем наши исследования на первое место по благотворному постуральному влиянию на системный кровоток ставят именно *сиршасану*, правильное выполнение которой сопровождается снижением частоты сердечных сокращений.

Далее нами обнаружен феномен исчезновения венных пульсаций от паренхиматозных органов (печени и почек) при выполнении поз «плуга» (*халасана*) и «кобры» (*бхуджангасана*) вплоть до «гладкой» эхографической кривой скорости венозного кровотока при правильной технике выполнения этих упражнений. При этом в литературе по ультразвуковой диагностике такого рода монофазный венозный отток от паренхиматозных органов рассматривается как «ненормальный», что используется в клинике как один из диагностических признаков патологического процесса в паренхиматозных органах, прежде всего в печени. Наши исследования показали, что такого рода изменения венозного кровотока могут наблюдаться и при исходном «нормальном», пульсирующем венозном оттоке от здорового паренхиматозного органа. Последнее может быть использовано как объективный критерий правильного выполнения *халасаны* и *бхуджангасаны*, что гарантирует выявленные нами терапевтические влияния на функцию печени и почек.

Последствия неконтролируемого стресса в фазу истощения адаптационного потенциала (по Гансу Селье) приводят к так называемым стрессогенным заболеваниям. Предшествующие истощению фазы стресса представляют собой две последовательные адаптации к угрозам из внешней или внутренней среды (различным стрессорам). Первая — реакция «борьбы или бегства» — обеспечивает симпато-адреналовая система, вторая — реакция «затаивания» — характеризуется значительным возрастанием уровня кортизола, секретируемого корой надпочечников. Эволюционный отбор привел к преобладанию в популяции второй фазы реагирования на стресс, что обусловило фиксацию в теории стресса Г. Селье именно кортизола как главного гормона стресса (Селье 1960). Катаболическое действие кортизола приводит к уменьшению содержания белка в организме, что ведет к мышечной слабости, снижению иммунной резистентности, и в совокупности представляет собой одну из распространенных причин преждевременного старения (кушингоидный синдром). Существующие методы психоло-

гического контроля стрессовых реакций (стресс-менеджмент), в основном, сводятся к недопущению стрессового реагирования и не позволяют контролировать последствия уже состоявшегося стресса (Chiesa, Serretti 2009). Управляемое снижение уровня кортизола позволило бы уменьшить патогенные последствия стресса, не допуская наступления фазы истощения. Этой цели также служит и *бхуджангасана* (поза «кобры»), после которой уровень кортизола достоверно снижается, а половые гормоны (прежде всего тестостерон) как анаболические антагонисты кортизола возрастают. Подтверждением наших экспериментальных данных о снижении уровня кортизола после выполнения *бхуджангасаны* служит исследование индийских психиатров по антистрессовым влияниям практики йоги, в котором, в частности, было найдено снижение кортизола (Cortisol and antidepressant effects... 2013). К сожалению, в описании практики йоги не указаны конкретные асаны, которые выполняли испытуемые, но, впрочем, этот недостаток обычен для такого рода исследований.

Интерес представляют также влияния йогических практик на вегетативную нервную систему (Khattab K., Khattab A. A., Ortak, Richardt, Bonne meier 2007; Muralikrishnan, Balakrishnan, Balasubramanian, Visnegarawla 2012). Однако в этих исследованиях также просматривается известная размытость йогических воздействий (вариативное множество разнообразных физических, дыхательных и ментальных упражнений), что ставит под вопрос необходимую воспроизводимость найденных эффектов. Остается без очевидного ответа также вопрос о том, можно ли сравнивать влияние на вегетативный тонус упражнений, выполненных в разных школах йоги (в нашем исследовании — школ Айенгара и Иша).

Найденные нами изменения классических показателей стресс-реакции — уровня стероидных гормонов и тонуса вегетативной нервной системы, — под влиянием выполнения человеком поз *бхуджангасаны* и *уддияна-бандхи* соответственно отражают возможности расширения произвольного управления висцеральными функциями, изначально заявленными в йоге, но на сегодняшний день практически не изученными.

В наших исследованиях изучению подвергались только отдельные упражнения (*сиршасана*, *сарвангасана*, *халасана*, *бхуджангасана*, *уддияна-бандха*) с подробным описанием техники выполнения

физических и/или дыхательных упражнений, по которым возможны их заочное воспроизведение, а также подтверждение или опровержение найденных результатов. Следует отметить, что в последних исследованиях по лечебным приложениям практики йоги авторы уже приводят изложение выполняемых упражнений в виде подробных приложений (Hagins, Rundle, Consedi ne, Khalsa 2014).

По нашему мнению, доказательной силой будет обладать только такой исследовательский дизайн. Тогда для интеграции усилий научного сообщества в изучении физиологических и терапевтических механизмов йоги вообще, и хатха йоги в частности, требуется стандартизация описания рассматриваемых упражнений с привлечением дидактического опыта теории и методики преподавания физической культуры и спорта в отечественной педагогике. Как одну из первых попыток такой стандартизации в описании упражнений йоги мы рассматриваем защищенный нами патент Российской Федерации на изобретение № 2201192. В настоящее время патент успешно реализован в учебных программах по физической культуре для студентов Санкт-Петербургского государственного университета (оздоровительные программы по хатха-йоге: Минвалеев, Незнамова 2013).

ПАТЕНТ на изобретение № 2201192  
«СПОСОБ НОРМАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНЫХ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА»

Патентообладатель: Санкт-Петербургский государственный университет



## ЛИТЕРАТУРА

*Ажина Я. И.* Нервы желез внутренней секреции и медиаторы в регуляции эндокринных функций. М., 1981.

*Алексеев Д. А.* Регионарная гемодинамика при антиортостатических воздействиях различной интенсивности: автореф. дис. ... канд. наук. М., 1974.

*Атьков О. Ю., Хариан Г. В., Сертакова Л. М.* Оценка результатов реконструктивных операций на почечных артериях ультразвуковыми методами исследования // Визуализация в клинике. 1997. № 11. С. 18–20.

*Бабин А. М.* Влияние кратковременной моделированной невесомости на внутрисердечную гемодинамику и сократительную функцию миокарда (по данным эхокардиографии): автореф. дис. ... канд. наук. М., 1983.

*Баструков А. И.* Влияние капотена на диастолическую функцию левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца в сочетании со стойкой артериальной гипертензией // Кардиология. 1993. Т. 33, № 4. С. 30–34.

*Берестень Н. Ф.* Двухмерная импульсная доплерэхография при хроническом гепатите // Советская медицина. 1991. № 5. С. 24–27.

*Броуд У.* Научная йога. Демистификация. М., 2013.

*Виру А. А.* Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. М., 1977.

*Владимиров Ю. М., Хьюсман Т. В. А., Стеварт П. А.* Допплеровское изучение нормального кровообращения плода в ранние сроки беременности // Ультразвуковая диагностика в акушерстве, гинекологии и педиатрии. 1993. № 1. С. 8–10.

Влияние антиортостатической гипокинезии на состояние легочного кровотока и газообмен / В. Е. Воробьев, В. Р. Абдрахманов, И. В. Ковачевич, А. П. Голиков, Л. Л. Стажадзе, В. В. Богомолов, С. Г. Воронина, Л. Г. Репенкова // Космическая биол. и авиакосм. мед. 1983. Т. 17, № 4. С. 16–18.

Влияние кратковременной антиортостатической гипокинезии на центральную и внутрисердечную гемодинамику и метаболизм у здорового человека / В. Е. Катков, В. В. Честухин, О. Х. Зыбин, С. С. Сухоцкий, С. В. Абросимов, В. Н. Уткин // Кардиология. 1978. Т. 18, № 12. С. 69–75.

Влияние кратковременной антиортостатической гипокинезии на давление в различных отделах сердечно-сосудистой системы здорового человека / В. Е. Катков, В. В. Честухин, О. Х. Зыбин, В. М. Михайлов, А. З. Трошин, В. Н. Уткин // Космическая биол. и авиакосм. мед. 1979. Т. 13, № 3. С. 62–67.

Гайвый М. Д., Мальцев В. Г., Погорелый В. Е. Ауторегуляция мозгового кровообращения при ортостатических воздействиях // Физиол. журнал. СССР. 1979. Т. 65, № 2. С. 263–268.

Гейхман К. Л. О важнейших сдвигах при антиортостатической позе у человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 1965. 18 с.

Гейхман К. Л., Могендович М. Р. К физиологии антиортостатики // Космическая биол. и авиакосм. медицина. 1977. Т. 11, № 3. С. 74–76.

Глезер Г. А., Москаленко Н. П. Изменение общей и почечной гемодинамики в ортостатическом положении у больных симптоматической почечной гипертонией // Кардиология, 1973. Т. 13, № 5. С. 125–126.

Дворяковский И. В., Коберидзе Л. Ш. Клиническое значение доплерографии при нефритах у детей // Ультразвуковая диагностика в акушерстве, гинекологии и педиатрии. 1992. № 1. С. 59–61.

Енькина Т. К., Жеребцов Ф. К., Гринев К. М. Ультразвуковое доплерографическое исследование почечного кровотока для прогнозирования исхода острой почечной недостаточности и сроков ее разрешения // Второй съезд Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. М., 1995. С. 104–105.

Задюнченко В. С., Тимофеева Н. Ю. Состояние артериального и портального кровотока печени у больных с недостаточностью кровообращения // Второй съезд Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине, М., 1995.

Иванов Г. Г., Эделева Н. В. Оценка функции миокарда при проведении анти- и ортостатической пробы у больных реанимационных отделений // Анестезиология и реаниматология, 1989. № 5. С. 69–71.

Кердо И. Индекс для оценки вегетативного тонуса, вычисляемый из данных кровообращения / пер. с нем. Р. С. Минвалева // Спортивна Медицина (Украина). 2009. № 1–2. С. 33–44.

Князев Ю. А., Беспалова В. А. Гормонально-метаболические диагностические параметры: справочник. М., 2000. Приложение к журналу «Врач».

Коровина Н. А., Альбот В. В., Пыков М. И. Состояние почечного кровотока при гломерулонефрите у детей // Ультразвуковая диагностика в акушерстве, гинекологии и педиатрии. 1994. № 4. С. 61–63.

Коштовац Х. С. К вопросу об истории открытия центростремительного пути рефлекса Гольца // Физиологический журнал. СССР. 1954. № 2. С. 257–258.

Кунцевич Г. И., Барабашкина А. А., Аносов О. Л. Возможности дуплексного сканирования с цветным дуплексным картированием в диагностике

микроангиопатии у больных сахарным диабетом // Визуализация в клинике. 1995, № 7. С. 17–20.

*Кунецвич Г.И., Белоланатко Е.А.* Цветное доплеровское картирование и импульсная доплерография абдоминальных сосудов // Ультразвуковая доплеровская диагностика сосудистых заболеваний / под ред. Ю.М. Никитина, А.И. Труханова М., 1998. С. 297–329.

*Минвалеев Р.С.* Особенности внутрисердечного и внутриорганного кровотока при избранных позах человека (по данным доплерэхографии): дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999.

*Минвалеев Р.С.* Бхуджангасана понижает уровень кортизола у здоровых людей // Материалы науч.-практ. конф. памяти В.И. Зубова. СПб., 12–13 января 2002 г. СПб.: 2002а. С. 32–42.

*Минвалеев Р.С.* Модель замедления старения человека // Процессы управления и устойчивость: Труды XXXIII науч.-практ. конф. студентов и аспирантов факультета ПМ–ПУ СПбГУ 15–18 апреля 2002 г. СПб., 2002б. С. 287–292.

*Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д., Лавинский Х.Ю.* Особенности наполнения левого желудочка сердца при перевернутых позах человека // Физиология человека. 1996. Т. 22, №6. С. 27–34.

*Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д.* Как влияет поза тела на кровоток в паренхиматозных органах? Сообщение I: Печень // Физиология человека. 1998. Т. 24, № 4. С. 101–107.

*Минвалеев Р.С., Кузнецов А.А., Ноздрачев А.Д.* Как влияет поза тела на кровоток в паренхиматозных органах? Сообщение II: Почка // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 2. С. 92–98.

*Минвалеев Р.С.* Сравнение скоростей изменений липидного профиля сыворотки крови человека при подъеме на высоту среднегорья // Физиология человека. 2011. Т. 37, № 3. С. 103–108.

*Минвалеев Р.С.* Основы здорового образа жизни // Тематический курс лекций по физической культуре и спорту / под ред. Ш.З. Хуббиева, Т.И. Барановой. СПб., 2013. С. 115–128.

*Минвалеев Р.С., Иванов А.И.* К теории управления человеческим организмом. Сообщение 2: Уддияна-бандха // Адаптивная физическая культура. 2003. № 1 (13). С. 10–11.

*Минвалеев Р.С., Кирьянова В.В., Иванов А.И.* Бхуджангасана изменяет уровень стероидных гормонов у здоровых людей // Адаптивная физическая культура. 2002. № 2 (10). С. 22–27.

*Минвалеев Р.С., Незнамова Т.Л.* Основы составления индивидуальных оздоровительных программ. Тема 6 // Методико-практические занятия по физической культуре и спорту / под ред. Ш.З. Хуббиева, С.Ш. Намозовой, Т.Л. Незнамовой. СПб., 2013. С. 76–88.

Минвалеев Р.С., Ноздрачев А.Д., Кирьянова В.В., Иванов А.И. Постуральные влияния на уровень гормонов у здоровых людей. Сообщение I: Поза «кобры» и стероидные гормоны // Физиология человека. 2004. Т. 30, № 4. С. 88–92.

Могендович М.Р. Рефлекторное взаимодействие локомоторной и висцеральной систем. Л., 1957.

Могендович М.Р. Лекции по физиологии моторно-висцеральной регуляции. Пермь, 1972.

Могендович М.Р., Тёмкин И.Б. Моторно-висцеральные рефлексы в лечебной физкультуре при заболеваниях внутренних органов // Моторно-висцеральные рефлексы в физиологии и клинике / под ред. М.Р.Могендовича: сб. науч. трудов. Пермь, 1968. Т. 88, вып. 8. С. 274–284.

Москаленко Ю.Е. Гравитационная устойчивость системы мозгового кровообращения // Проблемы космической биологии. Л., 1976. Т. 33. С. 92–114.

Наточин Ю.В. Основы физиологии почки. Л., 1982.

Новиков В.И. Методика эхокардиографии. СПб., 1994.

Новиков В.И., Самойлович Т.М. Диастолическая функция сердца и сердечная недостаточность. СПб., 1996.

Осадчий Л.И. Положение тела и регуляция кровообращения. Л., 1982.

Осадчий Л.И. Постуральные реакции // Физиология кровообращения: Регуляция кровообращения. Л., 1986. С. 317–334.

Осадчий Л.И., Балуева Т.В., Сергеев И.В. Анализ барорефлексных влияний на системную гемодинамику при антиортостазе // Физиологический журнал СССР им. И.М.Сеченова. 1991. Т. 77, № 9. С. 173–181.

Осадчий Л.И., Балуева Т.В., Сергеев И.В. Постуральные системные сосудистые реакции // Физиологический журнал им. И.М.Сеченова. 1993. Т. 79, № 3. С. 66–72.

Осадчий Л.И., Балуева Т.В., Сергеев И.В. Гемодинамическая структура антиортостатических реакций: соотношение механической активности сердца и артериальное давление // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1997. Т. 31. № 3. С. 19–23.

Пыков М.И. Ультразвуковое исследование почечного кровотока у детей (предварительное сообщение) // Визуализация в клинике. 1996. № 9. С. 18–19.

Рапопорт А.Б., Евдокимова Т.А. Показатели центральной и почечной гемодинамики при физической нагрузке у больных гипертонической болезнью // Кардиология. 1978. Т. 18, № 11. С. 67–72.

Рыбакова М.К. Оценка систолической и диастолической функции левого и правого желудочков // Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / под ред. В.В.Митькова, В.А.Сандрикова. М., 1998. Т. V. С. 119–128.

Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме/ пер. с англ. М., 1960.

Смирнов Б.Л. Санкхья и йога // Бхагавадгита: 3-е изд., доп. / Введение, пер. с санскр. и коммент Б.Л. Смирнова. СПб., 1994. (Сер. «Философские тексты Махабхараты».)

Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс / пер. с англ. М., 1989.

Харлаг Г.В., Смольянинова Н.Г. Характеристика почечного кровотока по данным ультразвуковой доплерографии у больных артериальной гипертензией при хронических заболеваниях почек // Второй съезд Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. М., 1995. С. 71.

Хитрова А.Н. Допплерография и цветное доплеровское картирование в дифференциальной диагностике кист почечного синуса и гидронефрозов // Второй съезд Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. М., 1995. С. 111–112.

Цыбенко В.А., Грищенко А.В. Изменение центральной гемодинамики при антиортостатических воздействиях у людей с различными типами кровообращения и уровнем физической подготовленности // Физиология человека. 1993. Т. 19, № 3. С. 100–105.

Черниговский В.Н. Деятельность висцеральных систем как особая форма поведения // Физиологический журнал. СССР им. И.М. Сеченова. 1986. Т. 72, № 1. С. 20–31.

Честухин В.В., Катков В.Е., Трошин А.З., Несветов В.Н., Петров А.А. Функция левого желудочка сердца и легочное кровообращение у здорового человека во время орто- и антиортостатической пробы // Кардиология. 1981. Т. 21, № 5. С. 68–72.

Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. М., 1993.

Шульженко Е.Б., Какурин Л.И., Савилов А.А., Бабин А.М. Внутрисердечная гемодинамика и деятельность сердца человека при моделированной невесомости // Вестник АМН СССР. 1984. № 4. С. 32–38.

Эберт Д. Физиологические аспекты йоги. СПб., 1999.

Abel A.N., Lloyd L.K., Williams J.S. The effects of regular yoga practice on pulmonary function in healthy individuals: a literature review // J. Altern. Complement. Med. 2013. No 3. P. 185–190.

Abnormalities of Doppler waveform of the hepatic veins in patients with chronic liver disease: correlation with histologic findings / A. Colli, M. Cocciolo, C. Riva, E. Martinez, A. Prisco, M. Pirola, G. Bratina // AJR Am. J. Roentgenol. 1994. Vol. 162, No 4. P. 833–837.

Abu-Yousef M.M. Duplex Doppler sonography of the hepatic vein in tricuspid regurgitation // Am. J. Roentgenol. 1991. Vol. 156, No 1. P. 79–83.

Abu-Yousef M.M. Normal and respiratory variations of the hepatic and portal venous duplex Doppler waveforms with simultaneous electrocardiographic correlation // J. Ultrasound Med. 1992. Vol. 11, No 6. P. 263–268.

Adiponectin, leptin, and yoga practice / J.K.Kiecolt-Glaser, L.M.Christian, R.Andridge, B.S.Hwang, W.B.Malarkey, M.A.Belury, C.F.Emery, R.Glaser // *Physiol. Behav.* 2012. Vol. 107, No 5. P. 809–813.

Alexander G. K., Innes K. E., Sefle T. K., Brown C. J. «More than I expected»: perceived benefits of yoga practice among older adults at risk for cardiovascular disease // *Complement. Ther. Med.* 2013. Vol. 21, No 1. P. 14–28.

Altinkaya N., Koc Z., Ulsan S., Demir S., Gurel K. Effects of respiratory manoeuvres on hepatic vein Doppler waveform and flow velocities in a healthy population // *Eur. J. Radiol.* 2011. Vol. 79, No 1. P. 60–63.

Analysis of hepatic vein waveform by Doppler ultrasonography in 100 patients with portal hypertension / M.Ohta, M.Hashizume, M.Tomikawa, K.Ueno, Tanoue K., Sugimachi K. // *Am. J. Gastroenterol.* 1994. Vol. 89, No 2. P. 170–175.

An evaluation of the ability to voluntarily reduce the heart rate after a month of yoga practice / S.Telles, M.Joshi, M.Dash, P.Raghuraj, K.V.Naveen, H.R.Nagendra // *Integr. Physiol. Behav. Sci.* 2004. Vol. 39, No 2. P. 119–125.

Aono J., Ueda W., Manabe M., Hirakawa M. [Effect of the prone position on ICG excretion during normotensive or hypotensive isoflurane anesthesia]. [Article in Japanese] (abstract) // *Masui.* 1993. Vol. 42, No 1. P. 12–15.

Appleton C. P., Hatle L. K., Popp R. L. Superior vena cava and hepatic vein Doppler echocardiography in healthy adults // *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1987. Vol. 10, No 5. P. 1032–1039.

Appleton C. P., Hatle L. K., Popp R. L. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1988. Vol. 12, No 2. P. 426–440.

Appleton C. P., Hatle L. K., Nellessen U., Schnittger I., Popp R. L. Flow velocity acceleration in the left ventricle: a useful Doppler echocardiographic sign of hemodynamically significant mitral regurgitation // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 1990. Vol. 3, No 1. P. 35–45.

Appleton C. P., Hatle L. K. The natural history of left ventricular filling abnormalities: assessment by two-dimensional and doppler echocardiography // *Echocardiography.* 1992. Vol. 9. P. 437–457.

Appleton C. P., Galloway J. M., Gonzalez M. S., Gaballa M., Basnight M. A. Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. Additional value of analyzing left atrial size, left atrial ejection fraction and the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow velocity at atrial contraction // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993. Vol. 22, No 7. P. 1972–1982.

Appleton C. P., Jensen J. L., Hatle L. K., Oh J. K. Doppler evaluation of left and right ventricular diastolic function: a technical guide for obtaining optimal flow velocity recordings // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1997. Vol. 10, No 3. P. 271–292.

*Arda K., Ofelli M., Calikoglu U., Olcer T., Cumhuri T.* Hepatic vein Doppler waveform changes in early stage (Child-Pugh A) chronic parenchymal liver disease // *J. Clin. Ultrasound*. 1997. Vol. 25, No 1. P. 15–19.

*Axelrod F. B., Glickstein J. S., Weider J., Gluck M. C., Friedman D.* The effects of postural change and exercise on renal haemodynamics in familial dysautonomia // *Clin. Auton. Res*. 1993. Vol. 3, No 3. P. 195–200.

*Balasubramaniam M., Telles S., Doraiswamy P. M.* Yoga on our minds: a systematic review of yoga for neuropsychiatric disorders // *Front Psychiatry*. 2013. Jan. 25. P. 3–117.

*Baldi J. C., Lalande S., Carrick-Ranson G., Johnson B. D.* Postural differences in hemodynamics and diastolic function in healthy older men // *Eur. J. Appl. Physiol*. 2007. Vol. 99, No 6. P. 651–657.

*Barakat M.* Portal vein pulsatility and spectral width changes in patients with portal hypertension: relation to the severity of liver disease // *Br. J. Radiol*. 2002. Vol. 75, No 893. P. 417–421.

*Barakat M.* Non-pulsatile hepatic and portal vein waveforms in patients with liver cirrhosis: concordant and discordant relationships // *Br. J. Radiol*. 2004. Vol. 77, No 919. P. 547–550.

*Bhargava R., Gogate M. G., Mascarenhas J. F.* Autonomic responses to breath holding and its variations following pranayama // *Indian J. Physiol. Pharmacol*. 1988. Vol. 32, No 4. P. 257–264.

*Bijlani R. L.* Influence of yoga on brain and behaviour: facts and speculations // *Indian J. Physiol. Pharmacol*. 2004. No 1. P. 1–5.

*Blomqvist C. G., Stone H. L.* Cardiovascular adjustment to gravitational stress // *Handbook of Physiology*. 1983. Sec. 2. Vol. 3, pt. 2. P. 1025–1063.

Blood pressure variability responses to tilt are buffered by cardiac autonomic control / *R. P. Sloan, R. E. DeMeersman, P. A. Shapiro, E. Bagiella, D. Chernikhova, J. P. Kuhl, A. S. Zion, M. Paik, M. M. Myers* // *Am. J. Physiol*. 1997. Vol. 273, No 3, pt. 2. P. H1427–H1431.

*Bower J. E., Woolery A., Sternlieb B., Garet D.* Yoga for cancer patients and survivors. // *Cancer Control*. 2005. Vol. 12, No 3. P. 165–171.

*Broad W. J.* The Science of Yoga. The Risks and the Rewards. New York, 2012.

*Brun C., Knudsen E. O., Rasschou F.* The influence of posture on the kidney function ; glomerular dynamics in the passive erect posture // *Acta Med. Scand*. 1945. Vol. 122, No 4. P. 332–341.

*Brun C., Knudsen E. O., Rasschou F.* The influence of posture on the kidney function; the fall of the diuresis in the erect posture // *Acta Med. Scand*. 1945. Vol. 122, No 4. P. 315–331.

*Carroll D., Whellock J.* Heart rate perception and the voluntary control of heart rate // *Biol. Psychol*. 1980. Vol. 11, No 3–4. P. 169–180.

*Castini D., Mangiarotti E., Vitolo E., Conconi B., Triulzi M. O.* Effects of venous return reduction in hypertensive patients: is there a Doppler diastolic dysfunction

index independent of preload reduction? // *Am. Heart J.* 1992. Vol. 123, No 5. P.1299–1306.

Cerebral blood flow velocity in humans exposed to 24 h of head-down tilt / Y. Kawai, G. Murthy, D. E. Watenpaugh, G. A. Breit, C. W. Deroshia, A. R. Hargens // *J. Appl. Physiol.* 1993. Vol. 74, No 6. P.3046–3051.

*Channer K. S., Culling W., Wilde P., Jones J. V.* Estimation of left ventricular end-diastolic pressure by pulsed Doppler ultrasound // *Lancet*, 1986. Vol. 1, No 8488. P.1005–1007.

*Chesley L. C., Sloan D. M.* Effect of posture on renal function in late pregnancy // *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1964. Vol. 89. P.754–759.

*Chiesa A., Serretti A.* Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: a review and meta-analysis // *J. Altern. Complement. Med.* 2009. Vol. 15, No 5. P.593–600.

*Chung N., Nishimura R. A., Holmes DR. Jr., Tajik A. J.* Measurement of left ventricular dp/dt by simultaneous Doppler echocardiography and cardiac catheterization // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1992. Vol. 5, No 2. P.147–152.

Clinical applications of yoga for the pediatric population: a systematic review / G. S. Birdee, G. Y. Yeh. P. M. Wayne, R. S. Phillips, R. B. Davis. P. Gardiner // *Acad. Pediatr.* 2009. Vol. 9, No 4. P. 212–220.

Clinical application of hepatic venous hemodynamics by Doppler ultrasonography in chronic liver disease / N. Hamato, F. Moriyasu, H. Sameda, K. Nishikawa, T. Chiba, M. Okuma // *Ultrasound Med. Biol.* 1997. Vol. 23, No 6. P.829–835.

*Cohen D. L., Wintering N., Tolles V.* Cerebral blood flow effects of yoga training: preliminary evaluation of 4 cases. // *J. Altern. Complement. Med.* 2009. Vol. 15, No 1. P.9–14.

Cortisol and antidepressant effects of yoga / J. Thirthalli, G. H. Naveen, M. G. Rao, S. Varambally, R. Christopher, B. N. Gangadhar // *Indian J. Psychiatry.* 2013. Vol. 55, Suppl. 3. S. 405–408.

*Coulden R. A., Lomas D. J., Farman P., Britton P. D.* Doppler ultrasound of the hepatic veins: normal appearances // *Clin. Radiol.* 1992. Vol. 45, No 4. P.223–227.

*Cowen V. S., Adams T. B.* Heart rate in yoga asana practice: A comparison of styles. // *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2007. No 11. P.91–95.

*Cramer V. S., Krucoff C., Dobos G.* Adverse events associated with yoga: a systematic review of published case reports and case series // *Popular library of sciences One.* 2013. Vol. 8, No 10. 16 october.

*Cramer H., Lange S., Klose P., Paul A., Dobos G.* Yoga for breast cancer patients and survivors: a systematic review and meta-analysis // *BMC Cancer.* 2012. September 18.

*Cramer H., Lauche R., Haller H., Dobos G.* A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. // *Clin. J. Pain.* 2013. Vol. 29, No 5. P.450–460.

*Cramer H., Lauche R., Klose P., Langhorst J., Dobos G.* Yoga for schizophrenia: a systematic review and meta-analysis // *BMC Psychiatry.* 2013. P. 13–32.

*Culbertson J. W., Wilkins R. W., Ingelfinger F. J., Bradley S. E.* The effect of up-right position upon hepatic blood flow in normotensive and hypertensive subjects // *J. Clin. Inv.* 1951. Vol. 30, No 3. P.305–311.

*Dambrink J. H., Wieling W.* Circulatory response to postural change in healthy male subjects in relation to age // *Clin. Sci.* 1987. Vol. 72, No 3. P.335–341.

*Daneshmend T. K., Jackson L., Roberts C. J.* Physiological and pharmacological variability in estimated hepatic blood flow in man // *Br. J. Clin. Pharmacol.* 1981. Vol. 11, No 5. P.491–496.

*de Mey C., Enterling D.* Assessment of the hemodynamic response to single passive head up tilt by non-invasive methods in normotensive subjects // *Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol.* 1986. Vol. 8, No 7. P.449–457.

*de Vries P. J., van Hattum J., Hoekstra J. B., de Hooge P.* Duplex Doppler measurements of portal venous flow in normal subjects. Inter- and intra-observer variability // *J. Hepatol.* 1991. Vol. 13, No 3. P.358–363.

*Deklunder G., Lecroart J. L., Chammas E., Goullard L., Houdas Y.* Intracardiac hemodynamics in man during short periods of head-down and head-up tilt // *Aviat. Space Environ. Med.* 1993. Vol. 64, No 1. P.43–49.

Diagnosis of Budd-Chiari syndrome by pulsed Doppler ultrasound / L. Bolondi, S. Gaiani, S. Li Bassi, G. Zironi, F. Bonino, M. Brunetto, L. Barbara // *Gastroenterology*, 1991. Vol. 100, No 5, pt. 1. P.1324–1331.

*Di Carlo S. E., Bishop V. S.* Regional vascular resistance during exercise: role of cardiac afferents and exercise training // *Am. J. Physiol.* 1990. Vol. 258, No 3, pt. 2. P.H842–H847.

*DiStasio S. A.* Integrating yoga into cancer care // *Clin. J. Oncol. Nurs.* 2008. Vol. 12, No 1. P.125–130.

Doppler-duplex ultrasound in renal colic / L. S. de Toledo, T. Martinez-Berganza Asensio, R. Cozcolluela Cabrejas, M. A. de Gregorio Ariza, P. Pardina Cortina, L. Ripa Saldias // *Eur. J. Radiol.* 1996. Vol. 23, No 2. P.143–148.

Doppler US measurement of portal venous flow: variability in healthy fasting volunteers / E. K. Paulson, M. A. Kliewer, M. G. Frederick, M. T. Keogan, D. M. DeLong, R. C. Nelson // *Radiology*. 1997. Vol. 202, No 3. P.721–724.

*Douglass L.* Yoga as an intervention in the treatment of eating disorders: does it help? // *Eat Disord.* 2009. Vol. 17, No 2. P.126–139.

*Dunlop W.* Investigations into the influence of posture on renal plasma flow and glomerular filtration rate during late pregnancy // *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1976. Vol. 83, No 1. P.17–23.

*Dunn K. D.* A review of the literature examining the physiological processes underlying the therapeutic benefits of Hatha yoga. // *Adv. Mind Body Med.* 2008. Vol. 23, No 3. P.10–18.

Early graft dysfunction due to renal vein compression / C. W. Yang, S. H. Lee, S. W. Choo, I. S. Moon, J. S. Park, B. K. Bang, Y. B. Koh // *Nephron.* 1996. Vol. 73, No 3. P.480–481.

*Ebert D.* Physiologische Aspekte des Yoga. Leipzig, 1986.

Effect of alteration in loading conditions on both normal и abnormal patterns of left ventricular filling in healthy individuals / T. R. Downes, A. M. Nomeir, K. Stewart, M. Mumma, R. Kerensky, W. C. Little // *Am. J. Cardiol.* 1990. Vol. 65, No 5. P. 377–382.

Effect of antiorthostatic bed rest on hepatic blood flow in man / L. Putcha, N. M. Cintron, J. M. Vanderploeg, Y. Chen, J. Habis, J. Adler // *Aviat. Space. Environ. Med.* 1988. Vol. 59, No 4. P. 306–308.

Effects of exercise-induced sympathoadrenergic activation on portal blood flow / T. Iwao, A. Toyonaga, M. Ikegami, M. Sumino, K. Oho, M. Sakaki, H. Shigemori, K. Tanikawa, J. Iwao // *Dig. Dis. Sci.* 1995. Vol. 40, No 1. P. 48–51.

Effect of head-upright tilt on the dynamic of cerebral autoregulation / G. Leftheriotis, M. P. Preckel, L. Fizanne, J. Victor, J. M. Dupuis, J. L. Saumet // *Clin. Physiol.* 1998. Vol. 18, No 1. P. 41–47.

Effects of intra-abdominal pressure on renal tissue perfusion during laparoscopy / A. W. Chiu, K. M. Azadzoi, D. G. Hatzichristou, M. B. Siroky, R. J. Krane, R. K. Babayan // *J. Endourol.* 1994. Vol. 8, No 2. P. 99–103.

Effects of posture on left ventricular diastolic filling during exercise / A. Sato, A. Koike, Y. Koyama, T. Yajima, F. Marumo, M. Hiroe // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1999. Vol. 31, No 11. P. 1564–1569.

Effects of spontaneous respiration on diastolic left ventricular filling assessed by pulsed Doppler echocardiography / A. Dabestani, K. Takenaka, B. Allen, J. M. Gardin, S. Fischer, D. Russell, W. L. Henry // *Am. J. Cardiol.* 1988. Vol. 61, No 15. P. 1356–1358.

Effects of twenty-four hours of bed rest with head-down tilt on cardiopulmonary baroreflex control: preliminary study / B. Pannier, P. Lacolley, S. Laurent, G. London, J. Duchier, M. Safar // *J. Hypertens. Suppl.* 1989. Vol. 7, No 6. P. S38–S39.

*Ezimokhai M., Davison J. M., Philips P. R., Dunlop W.* Non-postural serial changes in renal function during the third trimester of normal human pregnancy // *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1981. Vol. 88, No 5. P. 465–471.

Factors influencing Doppler indexes of left ventricular filling in healthy persons / S. Voutilainen, M. Kupari, M. Hippelainen, K. Karppinen, M. Ventila, J. Heikkila // *Am. J. Cardiol.* 1991. Vol. 68, No 6. P. 653–659.

*Farrant P., Meire H. B.* Hepatic vein pulsatility assessment on spectral Doppler ultrasound // *Br. J. Radiol.* 1997. Vol. 70, No 836. P. 829–832.

*Fiorica V., Kem D. C.* Plasma norepinephrine, blood pressure and heart rate response to graded change in body position // *Aviat. Space Environ. Med.* 1985. Vol. 56, No 12. P. 1166–1171.

*Fong K. Y., Cheung R. T., Yu Y. L., Lai C. W., Chang C. M.* Basilar artery occlusion following yoga exercise: a case report // *Clin. Exp. Neurol.* 1993. Vol. 30. P. 104–109.

Frey M. A., Mader T. H., Bagian J. P., Charles J. B., Meehan R. T. Cerebral blood velocity and other cardiovascular responses to 2 days of head-down tilt // *J. Appl. Physiol.* 1993. Vol. 74, No 1. P.319–325.

Galantino M. L., Galbavy R., Quinn L. Therapeutic effects of yoga for children: a systematic review of the literature // *Pediatr. Phys. Ther.* 2008. Vol. 20, No 1. P.66–80.

Gallardo M. J., Aggarwal N., Cavanagh H. D., Whitson J. T. Progression of glaucoma associated with the Sirsasana (headstand) yoga posture. // *Adv. Ther.* 2006. Vol. 23, No 6. P.921–925.

Geinas J. C. et al. Influence of posture on the regulation of cerebral perfusion. // *Aviat Space Environ Med.* 2012. Vol. 83, No 8. P.751–757.

Goldsmith S. R., Francis G. S., Levine T. B., Cohn J. N. Regional blood flow response to orthostasis in patients with congestive heart failure // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1983. Vol. 1, No 6. P.1391–1395.

Gorka W., al Mulla A., al Sebayer M., Altraif I., Gorka T. S. Qualitative hepatic venous Doppler sonography versus portal flowmetry in predicting the severity of esophageal varices in hepatitis C cirrhosis // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1997. Vol. 169, No 2. P.511–515.

Hagins M., Rundle A., Consedine N. S., Khalsa S. B. A randomized controlled trial comparing the effects of yoga with an active control on ambulatory blood pressure in individuals with prehypertension and stage 1 hypertension // *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2014. Vol. 16, No 1. P.54–62.

Hammentgen R., Kolvenbach M., Heck I. Einfluß der Herzfrequenz auf die Doppler-echokardiographisch ermittelte linksventriculäre Füllungsdynamik (abstract) // *Klin. Wochenschrift*. 1989. Jahrgang 67. Suppl. 16. S.70.

Harkel A. D. ten, Lieshout J. J. van, Karemaker J. M., Wieling W. Differences in circulatory control in normal subjects who faint and who do not faint during orthostatic stress // *Clin. Auton. Res.* 1993. Vol. 3, No 2. P.117–124.

Hatha yoga for depression: critical review of the evidence for efficacy, plausible mechanisms of action, and directions for future research / L. A. Uebelacker, G. Epstein-Lubow, B. A. Gaudiano, G. Tremont, C. L. Battle, I. W. Miller // *J. Psychiatr. Pract.* 2010. Vol. 16, No 1. P.22–33.

Head-up tilt effect on glomerular filtration rate, renal plasma flow, and mean arterial pressure in spinal man / K. T. Ragnarsson, M. Krebs, N. E. Nafchi, M. Demeny, G. H. Sell, E. W. Lowman, J. Tuckman // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1981. Vol. 62, No 7. P.306–310.

Hepatic artery: variability in measurement of resistive index and systolic acceleration time in healthy volunteers / E. K. Paulson, M. A. Kliewer, M. G. Frederick, M. T. Keogan, D. M. DeLong, R. C. Nelson // *Radiology*. 1996. Vol. 202, No 3. P.721–724.

[Hepatic and systemic hemodynamics in compensated cirrhosis effect of posture change]. [Article in Japanese] (abstract) / H. Okumura, T. Aramaki, Y. Kat-

suta, H. Terada, T. Sekiyama, M. Ohsuga, H. Komeichi, K. Satomura, M. Akaike // *Nippon Shokakibyō Gakkai Zasshi*. 1990. Vol. 87, No 6. P. 1417–1422.

*Harizi R. C., Bianco J. A., Alpert J. S.* Diastolic function of the heart in clinical cardiology // *Arch. Intern. Med.* 1988. Vol. 148, No 1. P. 99–109.

*Hellebrandt F. A., Franseen E. B.* The hydrostatic effect of gravity on the circulation in supported, unsupported and suspended posture // *Am. J. Physiol.* 1938. Vol. 123, No 1. P. 95–111.

Hemodynamic prerequisites for the occurrence of diastolic mitral valve regurgitation / *M. Sochanski, R. M. Lang, L. Weinert, J. Bednarz, A. Neumann, D. Ehler, D. David* // *Am. J. Cardiol.* 1993. Vol. 71, No 15. P. 1470–1473.

*Hennig J., Friebe J., Ryl I.* Upright posture influences salivary cortisol // *Psychoneuroendocrinology*. 2000. Vol. 25, No 1. P. 69–83.

Hepatic hemodynamics in a patient with nodular regenerative hyperplasia / *S. Ueno, G. Tanabe, K. Sueyoshi, H. Yoshinaka, S. Yamamoto, K. Kurita, S. Yoshidome, K. Nuruki, T. Aikou* // *Am. J. Gastroenterol.* 1996. Vol. 91, No 5. P. 1012–1015.

*Herrick C. M., Ainsworth A. D.* Invest in yourself. Yoga as a self-care strategy // *Nurs. Forum*. 2000. Vol. 35, No 2. P. 32–36.

*Horstman E., Benn M.* Die linksventriculäre diastolische Funktion bei der Herzinsuffizienz — eine dopplerechokardiographische Untersuchung // *Zeitschrift f. Kardiol.* 1989. Bd 78, No 11. S. 738–742.

*Huang F. J., Chien D. K., Chung U. L.* Effects of Hatha yoga on stress in middle-aged women // *J. Nurs. Res.* 2013. Vol. 21, No 1. P. 59–66.

*Hucklebridge F., Mellins J., Evans P., Clow A.* The awakening cortisol response: no evidence for an influence of body posture // *Life Sci.* 2002. Vol. 71, No 6. P. 639–646.

*Hunter S. D., Tarumi T., Dhindsa M. S., Nualnim N., Tanaka H.* Hatha yoga and vascular function: results from cross-sectional and interventional studies // *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2013. Vol. 17, No 3. P. 322–327.

Influence of posture on hepatic blood flow / *K. Buchali, W. Schimmelpfennig, C. Sest, S. Maluszek, C. Sapia, H. J. Correns* // *Eur. J. Nucl. Med.* 1980. Vol. 5, No 4. P. 303–304.

*Innes K. E., Bourguignon C., Taylor A. G.* Risk indices associated with the insulin resistance syndrome, cardiovascular disease, and possible protection with yoga: a systematic review // *J. Am. Board. Fam. Pract.* 2005. Vol. 8, No 6. P. 491–519.

*Innes K. E., Vincent H. K.* The influence of yoga-based programs on risk profiles in adults with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. // *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2007. Vol. 4, No 4. P. 469–486.

Intraocular pressure changes and ocular biometry during Sirsasana (headstand posture) in yoga practitioners / *M. Baskaran, K. Raman, K. K. Ramani, J. Roy, L. Vijaya, S. S. Badrinath* // *Ophthalmology*. 2006. Vol. 113, No 8. P. 1327–1332.

Intrarenal arterial Doppler sonography in patients with various renal disease: correlation of resistive index with biopsy findings / Y. Makino, M. Ogawa, S. Ueda, J. Hori, M. Ohto, M. Wakashin, B. Akikusa, S. Yamamoto // *Nippon Jinzo Gakkai Shi*. 1992. Vol. 34, No 2. P.207–212.

*Ischida Y., Meisner J. S., Tsujioko K.* Left ventricular filling dynamycs: influence of left ventricular relaxation and left arterial pressure // *Circulation*. 1986. Vol. 74, No 1. P.187–192.

*Jayasinghe S. R.* Yoga in cardiac health (a review) // *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil*. 2004. Vol. 11, No 5. P.369–375.

*Jevning R., Wilson A. F., Davidson J. M.* Adrenocortical activity during meditation // *Horm. Behav*. 1978. Vol. 10, No 1. P.54–60.

*Kaley-Isley L. C., Peterson J., Fischer C., Peterson E.* Yoga as a complementary therapy for children and adolescents: a guide for clinicians // *Psychiatry (Edgmont)*. 2010. Vol. 7, No 8. P.20–32.

*Kamei T., Toriumi Y., Kimura H.* Decrease in serum cortisol during yoga exercise is correlated with alpha wave activation // *Percept. Mot. Skills*. 2000. Vol. 90, No 3, pt. 1. P.1027–1032.

*Kawanaka H., Kinjo N., Anegawa G.* Abnormality of the hepatic vein waveforms in cirrhotic patients with portal hypertension and its prognostic implications // *J. Gastroenterol. Hepatol*. 2008. Vol. 23, No 7, pt. 2. P. 129–136.

*Kérdö I.* Ein aus Daten der Blutzirkulation kalkulierter Index zur Beurteilung der vegetativen Tonuslage // *Acta neurovegetativa*. 1966. Bd 29, No 2. S.250–268.

*Khalsa S. B.* Yoga as a therapeutic intervention: a bibliometric analysis of published research studies // *Indian J. Physiol. Pharmacol*. 2004. Vol. 48, No 3. P.269–285.

*Khattab K., Khattab A. A., Ortak J., Richardt G., Bonnemeier H.* Iyengar yoga increases cardiac parasympathetic nervous modulation among healthy yoga practitioners // *Evid. Based Complement. Alternat. Med*. 2007. Vol. 4, No 4. P.511–517.

*Kmetzo J. J., Plotnick G. D., Gottdiener J. S.* Effect of postural changes and isometric exercise on Doppler-derived measurements of diastolic function in normal subjects // *Chest*. 1991. Vol. 100, No 2. P.357–363.

*Knitelius H., Stegemann J.* Heart volume during short-term head-down tilt (–6 degrees) in comparison with horizontal body position // *Aviat. Space Environ. Med*. 1987. Vol. 58, No 9, pt. 2. P. A61–A63.

*Konar D., Latha R., Bhuvaneshwaran J. S.* Cardiovascular responses to head-downbodyup postural exercise (Sarvangasana) // *Indian J. Physiol. Pharmacol*. 2000. Vol. 44, No 4. P.392–400.

*Kudo M., Tomita S., Tochio H., Minowa K., Todo A.* Intrahepatic portosystemic venous shunt: diagnosis by color Doppler imaging // *Am. J. Gastroenterol*. 1993. Vol. 88, No 5. P.723–729.

*Kuvalayananda S.* Blood pressure experiments on Shirshasana // Yoga Mimamsa. 1926. Vol. 2, No 1. P.92–107.

Left ventricular filling measured by Doppler echocardiography during dynamic exercise in patients with myocardial infarction / N.Nakamura, H. Nonogi, S. Miyazaki, N.Nakanishi, K. Yoshioka, K. Haze, K. Hiramori // Heart Vessels. 1993. Vol. 8, No 1. P.23–32.

Left ventricular diastolic function: comparison of pulsed Doppler echocardiographic and hemodynamic indexes in subjects with and without coronary artery disease / M.F.Stoddard, A.C.Pearson, M.J.Kern, J.Ratcliff, D.G.Mrosek, A.J.Labovitz // J. Am. Coll. Cardiol. 1989. Vol. 13, No 2. P.327–336.

*Lepicovská V., Dostálek C., Kovárová M.* Hathayogic exercise jalandharabandha in its effect on cardiovascular response to apnoea // Act. Nerv. Super. (Praha). 1990. Vol. 32, No 2. P.99–114.

Liver cirrhosis: changes of Doppler waveform of hepatic veins / L.Bolondi, S.Li Bassi, S.Gaiani, G.Zironi, G.Benzi, V.Santi, L.Barbara // Radiology. 1991. Vol. 178, No 2. P. 513–516.

*Levine B.D., Giller C.A., Lane L.D., Buckley J.C., Blomqvist C.G.* Cerebral versus systemic hemodynamics during graded orthostatic stress in humans // Circulation. 1994. Vol. 90, No 1. P.298–306.

*Lorenz J., Winsberg F.* Focal hepatic vein stenoses in diffuse liver disease // J.Ultrasound Med. 1996. Vol. 15, No 4. P.313–316.

*Lynton H., Kligler B., Shiflett S.* Yoga in stroke rehabilitation: a systematic review and results of a pilot study // Top Stroke Rehabil. 2007. Vol. 14, No 4. P.1–8.

*Mandinov L., Eberli F.R., Seiler C., Hess O.M.* Diastolic heart failure // Cardiovasc. Res. 2000. Vol. 45, No 4. P.813–825.

*Manjunatha S., Vempati R.P., Ghosh D., Bijlani R.L.* An investigation into the acute and long-term effects of selected yogic postures on fasting and postprandial glycemia and insulinemia in healthy young subjects // Indian J. Physiol. Pharmacol. 2005. Vol. 49, No 3. P.319–324.

*McCall M.C., Ward A., Roberts N.W., Heneghan C.* Overview of systematic reviews: yoga as a therapeutic intervention for adults with acute and chronic health conditions // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2013. May 16.

Measurement of normal portal venous blood flow by Doppler ultrasound / H.S.Brown, M.Halliwel, M.Qamar, A.E.Read, J.M.Evans, N.Wells P. // Gut. 1989. Vol. 30, No 4. P. 503–509.

*Minich L.L., Tani L.Y., Shaddy R.E., Snider A.R.* Doppler systemic venous flow patterns: changes in children with mild/moderate pulmonic stenosis // J. Am. Soc. Echocardiogr. 1996. Vol. 9, No 6. P.814–818.

*Minvaleev R.S., Kuznetsov A.A.* Intracardiac and intraorganic blood flow during hatha-yoga practice // Traditional Medicine: Theoretical and Practical Aspects. September 8–10, 1998. Ulan-Ude, 1998.

*Minvaleev R.S., Kuznetsov A.A.* Postural impacts on the intracardiac and intraorganic blood flow in human // XXXIII International Congress of Physiological Sciences, June 30–July 5, 1997. St. Petersburg, 1997.

*Muralikrishnan K., Balakrishnan B., Balasubramanian K., Visnegarawla F.* Measurement of the effect of Isha Yoga on cardiac autonomic nervous system using short-term heart rate variability // *J. Ayurveda Integr. Med.* 2012. Vol. 3, No 2. P.91–96.

*Musacchia X.J., Steffen J.M., Dombrowski J.* Rat cardiovascular responses to whole body suspension: head-down and non-head-down tilt // *J. Appl. Physiol.* 1992. Vol. 73, No 4. P.1504–1509.

*Nakatani S., Imanishi T., Nakasone I., Sunagawa K., Miyatake K.* Preload and incident angle independent index of left ventricular contractility determined by continuous wave Doppler echocardiography // *Jpn. Circ. J.* 1998. Vol. 62, No 6. P.469–471.

*Nambu M., Iijima T.* Indocyanine green (ICG) test before and after exercise in patients with chronic liver diseases // *Gastroenterol. Jpn.* 1990. Vol. 25, No 2. P.212–217.

*Nayak N.N., Shankar K.* Yoga: a therapeutic approach. // *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2004. Vol. 15, No 4. P.783–798.

*Nishimura R.A., Schwartz R.S., Tajik A.J., Holmes DR.Jr.* Noninvasive measurement of rate of left ventricular relaxation by Doppler echocardiography. Validation with simultaneous cardiac catheterization // *Circulation.* 1993. Vol. 88, No 1. P.146–155.

*Nishimura R.A., Tajik A.J.* Quantitative hemodynamics by Doppler echocardiography: a noninvasive alternative to cardiac catheterization // *Prog. Cardiovasc. Dis.* 1994. Vol. 36, No 4. P.309–342.

Noninvasive doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study / R.A.Nishimura, C.P.Appleton, M.M.Redfield, D.M.Ilstrup, DR.Jr.Holmes, A.J.Tajik // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1996. Vol. 28, No 5. P.1226–1233.

Noninvasive surveillance of allografted kidneys by ultrasonic duplex scanning / A.M.de Gaetano, G.Boldrini, G.Nanni, F.Serino, I.Giovannini, M.Castagneto // *Angiology.* 1989. Vol. 40, No 8. P.705–715.

Nutcracker syndrome: diagnosis with Doppler US / S.H.Kim, S.W.Cho, H.D.Kim, J.W.Chung, J.H.Park, M.C.Han // *Radiology.* 1996. Vol. 198, No 1. P.93–97.

*O'Connor P.J., Corrigan D.L.* Influence of short-term cycling on salivary cortisol levels // *Med. Sci. Sports Exerc.* 1987. Vol. 19, No 3. P.224–228.

*Okonta N.R.* Does yoga therapy reduce blood pressure in patients with hypertension?: an integrative review // *Holist. Nurs. Pract.* 2012. No 3. P.137–141.

*Ommen S.R.* Echocardiographic assessment of diastolic function. // *Curr. Opin. Cardiol.* 2001. Vol. 16, No 4. P.240–245.

*Oney T., Beer A., Kaulhausen H.* Effect of postural change on plasma renin and aldosterone concentrations in third-trimester pregnancy // *Obstet. Gynecol.* 1981. Vol. 58, No 1. P.31–34.

*Ott M.J.* Yoga as a clinical intervention // *Adv Nurse Pract.* 2002, No 1. P.81–83.

*Otto C.M., Pearlman A.S.* Textbook of clinical echocardiography. Philadelphia; London; Toronto, 1995.

*Parr F.* Zur Pathophysiologie und Klinik der orthostatischen Kreislaufstörungen // *Arch. Kreislaufforsch.* 1957. Bd 25, No 1. S. 101–111.

*Parra Blanco J.A., Juanco Pedregal C., Silvan Delgado M.* Changed hepatic vein flow in patients with cirrhosis. A Doppler study of hepatic veins in patients with cirrhosis. [Article in Spanish] (abstract) // *Rev. Esp. Enferm. Dig.* 1995. Vol. 87, No 9. P.621–623.

*Paula W.K.* Heads down: flat positioning improves blood flow velocity in acute ischemic // *Neurology*, 2005. Vol. 65, No 9. P.1514.

Phase shift of the hepatic vein flow velocity waveform in chronic liver disease: experimental and clinical studies / N.Hamato, F.Moriyasu, H.Someda, K.Nishikawa, T.Chiba, M.Okuma // *Ultrasound Med. Biol.* 1997. Vol. 23, No 6. P.821–828.

*Pilkington K., Kirkwood G., Rampes H., Richardson J.* Yoga for depression: the research evidence // *J. Affect. Disord.* 2005. Vol. 89, No 1–3. P.13–24.

*Plotnick G.D., Kmetzo J.J., Gottdiener J.S.* Effect of autonomic blockade, postural changes and isometric exercise on Doppler indexes of diastolic left ventricular function // *Am. J. Cardiol.*, 1991. Vol. 67, No 15. P.1284–1290.

*Pokorny J.* Indogermanisches etymologisches Wörterbuch: in 3 Bde. Bd 1. Bern, 1959.

Portal venous hemodynamics in chronic liver disease: effects of posture change and exercise / K.Ohnishi, M.Saito, T.Nakayama, S.Iida, F.Nomura, H.Koen, K.Okuda // *Radiology*, 1985. Vol. 155, No 3. P.757–761.

Prevalence, clinical characteristics, quality of life, and prognosis of patients with congestive heart failure and isolated left ventricular diastolic dysfunction / L.P.Badano, M.C.Albanese. P. De Biaggio. P. Rozbowski, D.Miani, C.Fresco. P.M.Fioretti // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004. Vol. 17, No 3. P. 253–261.

Prognostic significance of hepatic vein waveform by Doppler ultrasonography in cirrhotic patients with portal hypertension / M.Ohta, M.Hashizume, H.Kawanaka, K.Akazawa, M.Tomikawa, H.Higashi, F.Kishihara, K.Tanoue, K.Sugimachi // *Am. J. Gastroenterol.* 1995. Vol. 90, No 10. P.1853–1857.

*Raghavendra R.M., Nagarathna R., Nagendra H.R.* Effects of an integrated yoga programme on chemotherapy-induced nausea and emesis in breast cancer patients // *Eur. J. Cancer Care (Engl.)*. 2007. Vol. 16, No 6. P.462–474.

*Rahim N., Adam E.J.* Ultrasound demonstration of variations in normal portal vein diameter with posture // *Br. J. Radiol.* 1985. Vol. 58, No 688. P. 313–314.

*Rao M. R., Raghuram N., Nagendra H. R.* Anxiolytic effects of a yoga program in early breast cancer patients undergoing conventional treatment: a randomized controlled trial // *Complement. Ther. Med.* 2009. Vol. 17, No 1. P. 1–8.

*Rao S.* Cardiovascular responses to head-stand posture // *J. Appl. Physiol.* 1963. Vol. 18, No 6. P. 987–995.

Rapid stress reduction and anxiolysis among distressed women as a consequence of a three-month intensive yoga program / *A. Michalsen, P. Grossman, A. Acil, J. Langhorst, R. Lütke, T. Esch, G. B. Stefano, G. J. Dobos* // *Med. Sci. Monit.* 2005. Vol. 11, No 12. P. 555–561.

*Raub J. A.* Psychophysiologic effects of Hatha Yoga on musculoskeletal and cardiopulmonary function: a literature review // *J. Altern. Complement. Med.* 2002. Vol. 8, No 6. P. 797–812.

Renovascular resistance in primary hypertension: experimental variations detected by means of Doppler ultrasound / *G. Jensen, M. Bardelli, R. Volkmann, K. Caidahl, G. Rose, M. Aurell* // *J. Hypertens.* 1994. Vol. 12, No 8. P. 959–964.

[Reproducibility of Doppler ultrasonography in the study of hepatic blood flow]. [Article in Italian] (abstract) / *R. Basilio, A. Filippone, A. Guidotti, V. Di Giandomenico, M. Muzi, L. Bonomo* // *Radiol. Med. (Torino).* 1994. Vol. 87, No 3. P. 268–274.

*Ring-Larsen H., Hesse B., Henriksen J. H., Christensen N. J.* Sympathetic nervous activity and renal and systemic hemodynamics in cirrhosis: plasma norepinephrine concentration, hepatic extraction, and renal release // *Hepatology.* 1982. Vol. 2, No 3. P. 304–310.

*Ripoll E., Mahowald D.* Hatha Yoga therapy management of urologic disorders // *World J. Urol.* 2002. Vol. 20, No 5. P. 306–309.

*Robottom C. A., Hunter J. D., Weston M. J., Dubbins P. A.* Hepatic renous. Doppler waveforms in pregnancy // *J. Clin. Ultrasound.* 1995. Vol. 23, No 8. P. 477–482.

*Roland K. P., Jakobi J. M., Jones G. R.* Does yoga engender fitness in older adults? A critical review // *J. Aging Phys. Act.* 2011. No 1. P. 62–79.

*Ross A., Thomas S.* The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies // *J. Altern. Complement. Med.* 2010. No 1. P. 3–12.

*Rudenstam J., Bergstrom G., Taghipour K., Gothberg G., Karlstrom G.* Efferent renal sympathetic nerve stimulation in vivo. Effects on regional renal haemodynamics in the Wistar rat, studied by laser-Doppler technique // *Acta Physiol. Scand.* 1995. Vol. 154, No 3. P. 387–394.

*Schutzman J. J., Obarski T. P., Pearce G. L., Klein A. L.* Comparison of doppler and two-dimensional echocardiography for assessment of pericardial effusion // *Am. J. Cardiol.* 1992. Vol. 70, No 15. P. 1353–1357.

*Schwartz B. F., Dykes T. E., Rubenstein J. N., Stackhouse G. B., Stoller M. L.* Effect of body position on renal parenchyma perfusion as measured by nuclear scintigraphy. // *Urology*. 2007. No 2. P. 227–229.

*Sengupta P.* Health Impacts of Yoga and Pranayama: A State-of-the-Art Review // *Int. J. Prev. Med.* 2012. Vol. 3, No 7. P. 444–458.

*Shah N. J., Shah U. N.* Central retinal vein occlusion following Sirsasana (headstand posture) // *Indian J. Ophthalmol.* 2009. Vol. 57, No 1. P. 69–70.

*Shirley D. G., Hla-Yee-Yee.* The influence of posture on renal tubular function in man. // *Am. J. Med. Sci.* 1990. Vol. 299, No 5. P. 326–330.

*Siegel R. J., Shan P. K., Fishbein M. C.* Idiopathic restrictive cardiomyopathy // *Circulation*. 1984. Vol. 70, No 2. P. 165–169.

*Sjostrand T.* Volume and distribution of blood and their significance in regulating circulation // *Physiol. Rev.* 1953. Vol. 33, No 2. P. 202–228.

*Smith H. W.* *The Kidney: Structure and function in health and disease.* New York, 1951.

*Spodick D. H., Lance V. Q.* Comparative orthostatic responses: standing vs. head-up tilt // *Aviat. Space Environ. Med.* 1977. Vol. 48, No 5. P. 432–433.

*Sprangers R. L., Wesseling K. H., Imholz A. L., Imholz B. P., Wieling W.* Initial blood pressure fall on stand up and exercise explained by changes in total peripheral resistance // *J. Appl. Physiol.* 1991. Vol. 70, No 2. P. 523–530.

*Srinivasan T. M.* Effect of yogasana practice on systolic time intervals // *Anc. Sci. Life.* 1990. Vol. 9, No 3. P. 116–124.

*Stavros A. T., Sickler K. J., Menter R. R.* Color duplex sonography of the nutcracker syndrome (aortomesenteric left renal vein compression) // *J. Ultrasound Med.* 1994. Vol. 13, No 7. P. 569–574.

Stress, inflammation, and yoga practice / J. K. Kiecolt-Glaser, L. Christian, H. Preston, C. R. Houts, W. B. Malarkey, C. F. Emery, R. Glaser // *Psychosom. Med.* 2010. Vol. 72, No 2. P. 113–121.

*Stupnicki R., Obminski Z.* Glucocorticoid response to exercise as measured by serum and salivary cortisol // *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1992. Vol. 65, No 6. P. 546–549.

*Tanaka H., Sjöberg B. J., Thulesius O.* Cardiac output and blood pressure during active and passive standing // *Clin. Physiol.* 1996. Vol. 16, No 2. P. 157–170.

The important role of left ventricular relaxation и left atrial pressure in the left ventricular filling velocity profile / S. Takagi, M. Yokota, M. Iwase, J. Yoshida, H. Hayashi, I. Sotobata, M. Koide, H. Saito // *Am. Heart. J.* 1989. Vol. 118, No 5, pt. 1. P. 954–962.

The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography / J. K. Oh, C. P. Appleton, L. K. Hatle, R. A. Nishimura, J. B. Seward, A. J. Tajik // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 1997. Vol. 10, No 3. P. 246–270.

The transmitral pressure-flow velocity relation. Effect of abrupt preload reduction / M. Courtois, Z. Vered, B. Barzilai, N.A. Ricciotti, J.E. Perez, P.A. Ludbrook // *Circulation*. 1988. Vol. 78, No 6. P. 1459–1468.

*Tomaselli C.M., Kenney R.A., Frey M.A., Hoffler G.W.* Cardiovascular dynamics during the initial period of head-down tilt // *Aviat. Space Environ. Med.* 1987. Vol. 58, No 1. P. 3–8.

Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health и disease—a study by pulsed Doppler technique / A. Kitabatake, M. Inoue, M. Asao, J. Tanouchi, T. Masuyama, H. Abe, H. Morita, S. Senda, H. Matsuo // *Jpn. Circ. J.* 1982. Vol. 46, No 1. P. 92–102.

*Triulzi M.O., Castini D., Ornaghi M., Vitolo E.* Effects of preload reduction on mitral flow velocity pattern in normal subjects // *Am. J. Cardiol.* 1990. Vol. 66, No 12. P. 995–1001.

*Vadiraja H.S., Raghavendra R.M., Nagarathna R.* Effects of a yoga program on cortisol rhythm and mood states in early breast cancer patients undergoing adjuvant radiotherapy: a randomized controlled trial // *Integr. Cancer Ther.* 2009. Vol. 8, No 1. P. 37–46.

Voluntary heart rate reduction following yoga using different strategies / B. Raghavendra, S. Telles, N. Manjunath, K. Deepak, K. Naveen, P. Subramanya // *Int. J. Yoga.* 2013. Vol. 6, No 1. P. 26–30.

*Voutilainen S.* Effects of head-up and head-down tilt on the transmitral flow velocities in relation to age: a Doppler echocardiographic study in healthy persons // *Clin. Physiol.* 1994. Vol. 14, No 5. P. 561–567.

*Voutilainen S. Kupari M., Hippelainen M., Karppinen K., Ventila M.* Age-dependent influence of heart rate on Doppler indexes of left ventricular filling // *J. Intern. Med.* 1994. Vol. 235, No 5. P. 435–441

*Wenger M.A., Bagchi B.K., Anand B.K.* Experiments in India on “voluntary” control of the heart and pulse // *Circulation.* 1961. Vol. 24. P. 1319–1325.

*West J., Otte C., Geher K., Johnson J., Mohr D.C.* Effects of Hatha yoga and African dance on perceived stress, affect, and salivary cortisol // *Ann. Behav. Med.* 2004. Vol. 28, No 2. P. 114–118.

*Weinberger M.H., Petersen L.P., Herr M.J., Wade M.B.* The effect of supine and lateral recumbency on plasma renin activity during pregnancy // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1973. Vol. 36, No 5. P. 991–994.

*Westheim A., Os I., Kjeldsen S.E., Fonsteli E., Eide I.K.* Renal haemodynamic and sympathetic responses to head-up tilt in essential hypertension // *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1990. Vol. 50, No 8. P. 815–822.

*Wheeldon N.M., Clarkson P., MacDonald T.M.* Diastolic heart failure // *Eur. Heart. J.* 1994. Vol. 15, No 12. P. 1689–1697.

*Wieling W., Lieshout J.J. van, Harkel A.D ten.* Dynamics of circulatory adjustments to head-up tilt and tilt-back in healthy and sympathetically denervated subjects // *Clin. Sci. (Colch).* 1998. Vol. 94, No 4. P. 347–352.

*Williams-Orlando C.* Yoga therapy for anxiety: a case report. // *Adv. Mind Body Med.* 2013. Vol. 27, No 4. P. 18–21.

*Yamashita H., Hachisuka Y., Kotegawa H., Fukuhara T., Kobayashi N.* Effects of posture change on the hemodynamics of the liver // *Hepatogastroenterology.* 2004. Vol. 51, No 60. P. 1797–1800.

*Yasumasa A., Inoue S., Tatebayashi K., Shiraishi Y., Kawai Y.* Effects of head-down tilt on cerebral blood flow in humans and rabbits // *J. Gravit. Physiol.* 2002. Vol. 9, No 1. P. 89–90.

*Zalasin S., Shapiro R. S., Glajchen N., Stancato-Pasik A.* Liver transplant rejection: value of hepatic vein Doppler waveform analysis // *Abdom. Imaging.* 1998. Vol. 23, No 4. P. 427–430.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АНОГ — антиортостатическая гипокинезия  
ДГЭА — дегидроэпиандростерон, основной андроген коры надпочечников  
ЛЖ — левый желудочек сердца  
МАПО — Медицинская академия последипломного образования  
ТМК — трансмитральный кровоток  
ЧСС — частота сердечных сокращений  
А — (peak flow velocity during Atrial filing phase) максимальный кровоток в систолу предсердия  
 $D_{hv}$  — диаметр ветви печеночной вены  
 $D_{pv}$  — диаметр ветви воротной вены  
Е — (peak flow velocity of Early diastolic filling phase) максимальная скорость потока в раннюю диастолу  
Е/А — соотношение максимальных скоростей Е и А  
Flow — интеграл скорости за минуту  
FVI — (flow velocity integral) интеграл скорости за один сердечный цикл  
IVRT — (isovolumic relaxation time) время изоволюмического расслабления левого желудочка  
MDV — (minimal diastolic velocity) минимальный кровоток в фазу диастазиса  
PI — (pulse index) пульсовой индекс  
RI — (resistance index) резистивный индекс  
 $V_a$  — пиковая скорость кровотока в печеночной или почечной венах во время систолы предсердия  
 $V_d$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене во время диастолы  
 $V_{es}$  — пиковая скорость кровотока в печеночной вене в конце систолы  
 $V_p$  — максимальный порталный кровоток  
 $V_s$  — пиковая скорость кровотока в печеночной или почечной венах во время систолы  
 $V_{max}$  — максимальная скорость кровотока  
 $V_{med}$  — средняя скорость кровотока

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
<b>Глава 1. <i>Сиршасана</i> и <i>сарвангасана</i>: внутрисердечный кровоток.....</b>	<b>8</b>
1.1. Перевернутые позы хатха-йоги.....	—
1.2. Пассивные изменения положения тела.....	10
1.2.1. Ортостаз vs. антиортостаз .....	—
1.2.2. Активный ортостаз vs. активный антиортостаз .....	13
1.3. Диастолическая функция левого желудочка сердца.....	15
1.4. Материал и методические приемы, использованные при об- следовании внутрисердечного кровотока.....	17
1.4.1. Испытуемые и оборудование .....	—
1.4.2. Принцип действия импульсной доплерэхокардиогра- фии.....	18
1.4.3. Регистрируемые характеристики и обработка результа- тов измерений.....	—
1.5. Результаты исследования.....	20
1.6. Обсуждение результатов .....	25
1.7. Выводы и рекомендации.....	30
1.8. Перспективы изучения .....	31
<b>Глава 2. <i>Халасана</i>: постуральные влияния на кровоток в печени.....</b>	<b>33</b>
2.1. Сведения о постуральных влияниях на кровоснабжение пе- чени .....	—
2.2. Материал и методические приемы, использованные при об- следовании внутripеченочного кровотока.....	37
2.3. Результаты исследования.....	38
2.4. Обсуждение результатов .....	43
2.5. Выводы и рекомендации.....	47
2.6. Перспективы изучения.....	48
<b>Глава 3. <i>Бхуджангасана</i>: постуральные влияния на кровоток в поч-         ках.....</b>	<b>49</b>
3.1. Сведения о постуральных влияниях на кровоснабжение почек .....	—

3.2. Материал и методические приемы, использованные при об- следовании внутривисцерального кровотока .....	51
3.3. Результаты исследования.....	53
3.4. Обсуждение результатов .....	55
3.5. Общее заключение для глав 2 и 3.....	60
3.6. Перспективы изучения.....	61
<b>Глава 4. Регуляторные влияния асан йоги (бхуджангасана и стероид- ные гормоны, уддияна-бандха и вегетативный тонус).....</b>	<b>62</b>
4.1. Постановка задачи.....	—
4.2. Бхуджангасана и стероидные гормоны .....	—
4.2.1. Материалы и методы, использованные в работе.....	63
4.2.2. Результаты и их обсуждение .....	65
4.2.3. Выводы и рекомендации .....	67
4.3. Уддияна-бандха и вегетативная нервная система.....	69
4.3.1. Материалы и методы, использованные в работе.....	—
4.3.2. Результаты и их обсуждение .....	71
4.3.3. Выводы и рекомендации .....	—
4.4. Перспективы изучения.....	72
Общее заключение.....	74
Литература.....	80
Сокращения.....	100

Научное издание

*Ринад Султанович Минвалеев*

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ИЗБРАННЫХ АСАН ХАТХА-ЙОГИ

Редактор *Л. А. Карпова*

Компьютерная верстка *Е. М. Воронковой*

Подписано в печать 00.00.14. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 0,00. Тираж 000 экз. Заказ

Издательство Санкт-Петербургского университета.

199004, С.-Петербург, В.О., 6-я линия, 11/21.

Тел./факс (812)328-44-22

E-mail: [info@unipress.ru](mailto:info@unipress.ru) [www.unipress.ru](http://www.unipress.ru)

Типография Издательства СПбГУ.

199061, С.-Петербург, Средний пр., 41.