

Обзор литературы

УДК 612.212

АНТРОПОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАВИТАЦИОННОГО ГРАДИЕНТА В ВЕНТИЛЯЦИИ И ПЕРФУЗИИ ЛЁГКИХ

Сила тяжести показалась мне всемогущей, как любовь. ...земные толщи хранили безмолвие. Но плечами я ощущал силу притяжения – всю ту же, гармоничную, неизменную, данную нам на века. Да, я неотделим от нашей планеты...

Антуан де Сент-Экзюпери «Планета людей»

Н. В. Тычкова¹, кандидат медицинских наук,
Л. Р. Диленян², кандидат медицинских наук,
Г. С. Белкания³, доктор медицинских наук,
Л. Г. Пухальская⁴, кандидат медицинских наук,
Д. И. Рыжаков², доктор медицинских наук

¹ ГБОУ ВПО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, 153012, Россия, г. Иваново, Шереметевский просп., д. 8

² ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Минздрава России, 603000, Россия, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1

³ Лаборатория медицинских экспертных систем «Антропос системс Лэб.», 28001, Украина, г. Винница, ул. Коцюбинского, д. 37

⁴ Варшавский Медицинский Университет, Poland, Warszawa, Pawińskiego 3с

РЕЗЮМЕ Рассматриваются влияния гравитационного фактора на дыхательную систему здорового человека, проявляющиеся в морфофункциональной неоднородности органа и неравномерности распределения воздуха в лёгких, в градиенте отрицательного плеврального давления между верхушкой и основанием лёгких. Подробно проанализирована «концепция трёх функциональных лёгочных зон», сформулированная на основе влияния альвеолярного давления на давление и кровоток в малом круге кровообращения. Учёт гравитационного градиента в вентиляции и перфузии легких необходим не только для выработки терапевтической тактики, но и для профилактики многих заболеваний.

Ключевые слова: антропофизиологический подход, прямохождение, гравитационный градиент вентиляции и перфузии легких, клиностастика, ортостатика.

* Ответственный за переписку (corresponding author): e-mail: tnataliv@bk.ru.

Современная наука, рассматривая организм человека в контексте воздействующих на него внешних средовых факторов, пренебрегает многими

из них, считая их малозначимыми. Например, влияние гравитации на физиологические и патологические морфофункциональные изменения

ANTHROPOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GRAVITATION GRADIENT IN LUNGS VENTILATION AND PERFUSION

Tychkova N. V., Dilenyana L. R., Belkaniya G. S., Pukhalskaya L. G., Ryzhakov D. I.

ABSTRACT The authors considered gravitation factor influence on respiratory system of health men; it showed in organ morphofunctional heterogeneity, lung air distribution irregularity and in gradient of negative pleural pressure between apex pulmonis and basis pulmonis. The "conception of three functional lung zones" which was formulated on the base of influence of alveolar pressure on pressure and blood flow in pulmonary circulation was thoroughly analyzed. Due regard for gravitation gradient in ventilation and perfusion of lungs was necessary both for working-out of therapeutic tactics and for prevention in the most part of diseases.

Key words: anthropophysiological approach, upright posture, gravitation gradient of lungs ventilation and perfusion, clinostatics, orthostatics.

практически не учитывается не только врачами, но и большинством ученых. До сих пор остаются информационно разобращенными фундаментальные исследования в области гравитационной биологии и космической медицины с научными изысканиями и практикой общей медицины. С появлением в XX веке и последующим стремительным развитием компьютерных технологий учет влияния таких воздействий, как сила тяготения самой планеты Земля, её спутника Луны, планет Солнечной системы и таких сложно представляемых процессов и скоростей, с которыми человек движется во Вселенной¹, становится реальным уже в ближайшем будущем.

Идеи нашего гениального соотечественника А. Л. Чижевского [42, 43] большинством современников первоначально не были приняты всерьёз, но, получив признание после его смерти, продолжают свое развитие, в том числе и в современной биологии и медицине. В этом ключе большой интерес вызывают результаты более чем полувековых исследований известного отечественного биофизика С. Э. Шноля [45, 50]. В частности, он отмечает, что «разброс результатов измерений» свойственен «процессам любой природы – от биохимических реакций до радиоактивного распада», он «обусловлен космофизическими причинами». Автор подчеркивает, что «дискретные флуктуации измеряемых величин являются следствием флуктуации пространства-времени, являющихся в свою очередь следствием движения изучаемых объектов в неоднородном гравитационном поле. Эта неоднородность, по-видимому, обусловлена наличием "небесных тел" – сгущениями масс в окружающем пространстве. При движении объекта относительно этих тел в неоднородном гравитационном поле возникают гравитационные волны. В каждой точке пространства-времени происходит интерференция этих волн. Соответствующая интерференционная картина проявляется в тонкой структуре изучаемых нами гистограмм» [50].

В своих исследованиях С. Э. Шноль (1979) выявил синхронные, обратимые конформационные изменения макромолекул белка. Он подчеркнул, что исследования причины макроскопических флуктуаций многих биофизических процессов выводит её за пределы Солнечной системы [50].

¹ Скорость вращения Земли вокруг своей оси (на экваторе) составляет 465 м/с (для сравнения: скорость 12-балльного урагана по шкале Бофорта – 32,6 м/с), скорость вращения Земли вокруг Солнца (орбитальная скорость) – 29,783 км/с, скорость вращения Солнечной системы вокруг галактического центра – около 254 км/с.

Всё сущее на планете Земля, несомненно, подвергается влиянию не только отдалённых космических объектов и процессов, но и значительно более близких, в первую очередь, конечно же, Луны [14, 15, 17, 25, 28, 30, 31, 34, 45]. Подобно океанам и морям, мы постоянно подвержены влиянию её гравитационных сил (гипотеза «биологического прилива») [48]. Следствием этого являются изменения в структуре и динамике воды, входящей в состав биологических тканей (большинство которых на 80% состоят из нее), сдвиг водного баланса, что отражается на функциях организма. Основным объектом лунного гравитационного влияния является нервная система, которая, по мнению автора данной концепции, имеет разветвленную сеть гравирецепторов внутри тела человека, но особую роль в восприятии лунного гравитационного действия выполняет эпифиз через выработку мелатонина и серотонина [16, 48].

Несмотря на то, что солнечно-лунные гравитационные возмущения находятся за пределами точности измерений ныне существующих приборов [16], медицина уже сегодня имеет возможность использовать некоторые практические рекомендации по профилактике и лечению болезней, которые дошли до нас в древних трактатах китайской медицины. Так, современные врачи-рефлексотерапевты, следуя традициям использования китайского лунно-солнечного календаря, успешно применяют его на практике при составлении акупунктурного рецепта [17, 20, 23, 28, 30, 36]. Все эти рекомендации требуют большего внимания и беспристрастного детального изучения с научных позиций не только космической биологии и медицины.

Если же «спуститься с небес на землю» и рассмотреть гравитацию как непосредственный средовой фактор постоянного действия, то нельзя не заметить, что человек на протяжении всей своей жизни вынужден к нему постоянно адаптироваться, расплачиваясь за свое прямохождение. Практически нет ни одной физиологической системы, в которой не обнаруживались бы морфологические проявления адаптации, функциональные характеристики которой не изменялись бы при перемене положения тела [6].

Одни авторы под данным углом зрения рассматривают двигательную систему – поддержание позы и локомоции [23, 24, 26, 27, 33, 35, 37], другие – сосудистую [1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 18, 19, 31, 46], третьи – бронхолегочную [5, 10, 26, 40, 43, 49, 50] и т. д. На основе комплексного представления о взаимодействии организма с силой тяготения, в частности человека, сформулировано представление о функциональной системе антигравитации [7].

В условиях земной гравитации интенсивную систематическую и длительную нагрузку испытывает стопа человека. В процессе филогенеза это приводит к определенной динамике рефлексорных взаимосвязей и формированию устойчивых систем, что проявляется в том числе и в трансформации рефлексов, вызываемых со стопы. Например, рефлекс Бабинского в грудном возрасте наблюдается в норме, а с началом ходьбы, а значит и с появлением гравитационной нагрузки на стопу, исчезает [5]; в старческом возрасте может вновь возвращаться, являясь следствием, вероятно, не только дегенеративных изменений в структурах нервной системы, но и меньшего давления на стопу (сокращается время ортостаза). Примером практического использования данных о ведущей роли опорной афферентации с определённых зон стопы в механизмах познотонической активации антигравитационной функции скелетно-мышечной системы [24, 33, 35, 39] явилась разработка, а затем и успешное применение в клинике метода опорной стимуляции стоп с целью профилактики гипокинетического синдрома (подошвенный имитатор нагрузки «Корвит») [26].

В системе кровообращения наиболее выраженное действие гравитационного фактора проявляется в ортостатике, на фоне которой реализуются все основные состояния и воздействия на организм. В условиях вертикальной позы (стоя, сидя, при ходьбе) человек находится 2/3 и более всей своей жизни, соответственно функциональное состояние всех физиологических систем и регуляция кровообращения (в первую очередь) подчинены влиянию гравитационного (гидростатического) фактора [6].

Кровообращение организма в целом и его органов в отдельности является основой не просто существования организма, но и приспособления его к самым разнообразным условиям жизнедеятельности. В вертикальном положении около 70% всего объема крови сосредотачивается ниже уровня сердца. Под влиянием силы тяжести, а точнее гидростатического давления объемного столба крови в сосудах, расположенных ниже уровня сердца, существенно затрудняется венозный возврат крови к сердцу. Это требует весьма напряженного функционирования сердечно-сосудистой системы. Противоположная циркуляторная ситуация складывается в положении лежа. Соответственно, антропофизиологическая нормативная характеристика человека как прямоходящего существа должна осуществляться по двум составляющим – в положении стоя и лежа [6].

Ортостатическое (стоя, сидя, при ходьбе) и клиностатическое (лежа) положение тела – это прин-

ципально разные энергоёмкие состояния. Энергетическая «стоимость» простого поддержания вертикальной позы человека составляет около половины его суточных энергозатрат, увеличиваясь до 70% при ослабленном и болезненном состоянии. На фоне любых заболеваний дополнительно возрастает напряженность работы всех систем организма в режиме антигравитационного обеспечения [6, 7, 8].

Возможности современной науки позволяют в достаточной мере учитывать гравитационное влияние Земли на функциональное состояние органов и систем человека при рассмотрении вопросов физиологии и патологии. Особенно это важно при тех заболеваниях, которые свойственны именно человеку и являются некой расплатой за прямохождение. По сути, они являются проявлением особой (нозологической) формы адаптации к усилившемуся в тех или иных условиях влиянию гравитации. К таким состояниям в первую очередь следует отнести цереброваскулярную патологию, гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, а также вертеброгенную патологию, варикозную болезнь вен нижних конечностей и др.

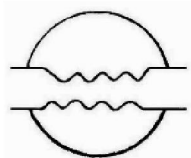
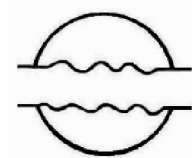
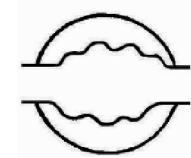
Нами рассматриваются морфофункциональные проявления влияния гравитационного фактора на состояние легочной системы в характерных для человека положениях тела – в орто- и клиностазе.

Результатом гравитационного влияния на дыхательную систему здорового человека в положении стоя является морфофункциональная неоднородность органа и неравномерность распределения воздуха в лёгких, а также градиент отрицательного плеврального давления между верхушкой и основанием лёгких. В связи с этим легкие условно были разделены на 3 зоны (I – верхушка, II – средняя часть, III – основание) (рис. 2, табл.).

На каждый сантиметр высоты градиент составляет около 0,25 см водного столба, поэтому транспульмональное давление ($P_{alv} - P_{pl}^2$) на верхушке больше, чем у основания лёгких, и, как следствие, растяжение альвеол на верхушке выражено значительно [22]. Таким образом, альвеолы на верхушках лёгких значительно крупнее, чем у основания, и это, в частности, обуславливает различия в функционировании легких на различных вертикальных уровнях, что является малой частью результата гравитационного влияния на организм человека (рис. 1). В то же время статическая растяжимость в нижних отделах лёгких выше, а значит, именно там распределяет-

² « $P_{alv} - P_{pl}$ » – транспульмональное давление, равное разнице между альвеолярным и пульмональным давлениями.

Таблица. Морфофункциональные отличительные особенности трех зон лёгких

Характеристики зон легких	Примечания	Зоны легких		
		I	II	III
Расположение зоны	-	Верхушки лёгких	Средняя область лёгких	Основание лёгких
Размеры альвеол	-	Большие	Средние	Малые
Внутриплевральное давление, см водн. ст.	-	-10 ... -8	-6	-4 ... -2
Вентиляция	-	Низкая	Средняя	Высокая
Поглощение O ₂ , мл/мин, VO ₂	-	4	-	60
Выделение CO ₂ , мл/мин, VCO ₂	-	8	-	39
pH	-	7,51	-	7,39
Содержание O ₂ , об. %	-	20,0	-	19,2
Содержание CO ₂ , об. %	-	42	-	49
P O ₂ , мм рт. ст.	-	132	-	89
P CO ₂ , мм рт. ст.	-	менее 28	-	42
Объем, %	-	7	-	13
Альвеолярная вентиляция, Va	-	0,24	-	0,82
Перфузия легких, Q	-	0,07	-	1,29
Вентиляционно-перфузионные отношения, Va/Q	-	3,0–3,3	0,9–1,3	0,63–0,65
Жизненная емкость	-	V1 V1 < V2 < V3	V2 V3 > V2 > V1	V3 V3 > V2 > V1
Соотношение легочного кровотока с величиной альвеолярного давления, действующего на капилляры (схема) (Westetal J. B., 1964; цит. по Дж. Уэст, 1988).	Pa – артериола Pv – вена PA – альвеола a – артериола в – вена A – альвеола	PA > Pa > PV 	Pa > PA > PV 	Pa > PV > PA 

ся большая часть дыхательного объема, там же преобладает и легочный кровоток [22].

Исследования влияния альвеолярного давления (Palv) на давление и кровоток в малом круге кровообращения и привели к формированию «концепции трёх функциональных лёгочных зон», в соответствии с которой легкие были разделены на функциональные зоны, различающиеся отношением между легочным артериальным (Pra), легочным венозным (Ppv) и альвеолярным давлением (Palv) (рис. 2, табл.).

Зона I в вертикальном положении соответствует верхушке лёгких и характеризуется тем, что альвеолярное давление (Palv) больше давления в легочной артерии (Pra), которое в свою очередь превосходит легочное венозное давление (Ppv). Следовательно, эту зону характеризует формула: Palv > Pra > Ppv. В таких условиях мельчайшие легочные сосуды подвергаются компрессии

альвеолярным давлением со всех сторон, что вызывает их закрытие, поэтому кровоток в легочной зоне I минимален. Если бы не пульсирующий характер кровотока в легочной артерии, верхушка вертикально расположенного легкого не перфузировавалась бы. Временное повышение давления в легочной артерии во время систолы обеспечивает апикальный кровоток, хотя среднее давление для этого и мало [22]. При выраженном снижении артериального давления (например, при значительной кровопотере и пр.), при увеличении альвеолярного давления (искусственная вентиляция легких под положительным давлением) в зоне I могут иметь место области с давлением в легочных артериях ниже альвеолярного (близкого к атмосферному), в таких условиях капилляры полностью спадаются и кровоток в них невозможен. Образуется так называемое мертвое альвеолярное пространство, вентилируемое, но не снабжаемое кровью [41].

Зона II характеризуется тем, что давление в легочной артерии превышает альвеолярное, которое в свою очередь больше, чем давление в венозном русле малого круга кровообращения ($P_{pa} > P_{alv} > P_{pv}$). Поэтому кровоток этой зоны не

определяется обычным градиентом между средним давлением в легочной артерии и давлением в левом предсердии. Давлением оттока является альвеолярное давление, а градиентом, движущим кровоток, становится разница между давле-

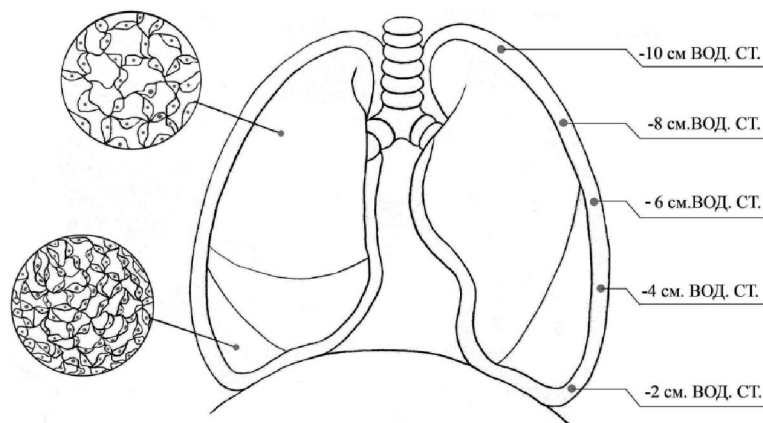


Рис. 1. Внутривнеплевральное давление и размеры альвеол легких

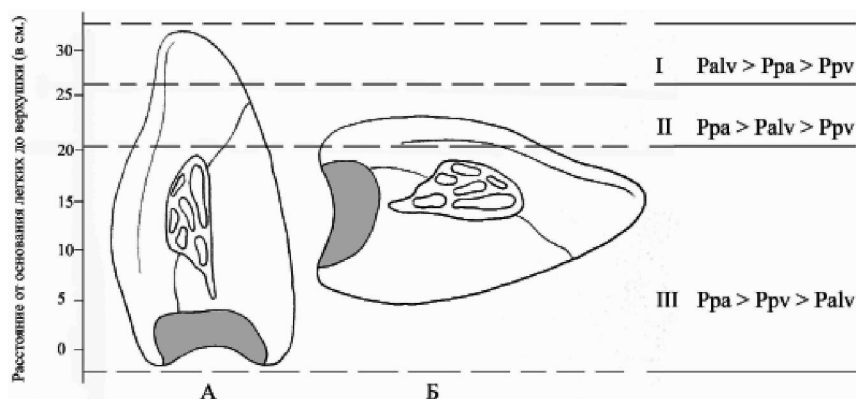


Рис. 2. Зональное распределение соотношений между альвеолярным, артериальным и венозным давлением в легких в зависимости положения тела человека: А – ортостатическое, Б – клиностаическое положение

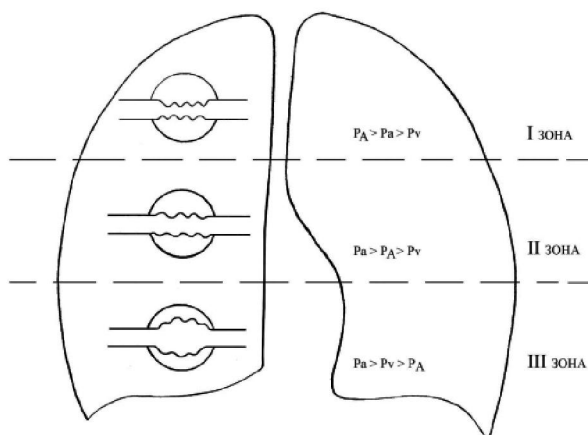


Рис. 3. Модель, связывающая неравномерность распределения легочного кровотока с величиной давления, действующего на капилляры (Westetal J. B., 1964; цит. по Дж. Уэст, 1988). А – альвеола, а – артериола, в – венола

нием в легочной артерии и альвеолярным. Пока венозное давление ниже альвеолярного, оно не влияет на кровоток.

Под влиянием гравитационного воздействия (силы тяжести) давление в сосудистой емкости лёгочной артерии повышается приблизительно на 1 см вод. ст. на 1 см расстояния от верхушки лёгкого по вертикали, альвеолярное же давление является однородным во всей зоне. Следовательно, движущее давление, а значит и кровоток, возрастает от верхушки к основанию лёгкого. Изменяющиеся отношения между альвеолярным и сосудистыми давлением попеременно смещают давление оттока в диапазоне между альвеолярным и венозным, создавая так называемый резистор Старлинга. Следовательно, кровоток через капилляры зоны II выглядит как прерывистый благодаря каналам, которые открыты, когда венозное давление превышает альвеолярное, и закрыты, когда альвеолярное давление превосходит легочное венозное [22].

Зона III характеризуется тем, что давление в сосудах легочной артерии больше легочного венозного, а венозное выше альвеолярного ($P_{pa} > P_{pv} > P_{alv}$). Следовательно, кровоток в этой зоне определяется разницей между давлением в легочной артерии и легочных венах (поскольку оба они превышают альвеолярное давление), и обычные расчеты легочного сосудистого сопротивления становятся правомерными. Сопротивление кровотоку в зоне III меньше, чем в зоне II, из-за того, что движущее кровотока давление остается постоянным на протяжении обеих зон, в то время как сила тяжести вызывает равное увеличение и артериального, и венозного давления на 1 см от верхушки легкого по вертикали. Следовательно, у основания легких кровоток выше. Если в зоне II рост кровотока от верхушки к основанию является результатом рекрутирования прежде закрытых сосудов, то увеличение кровотока в зоне III происходит в основном благодаря расширению уже открытых капилляров [22]. Роль капилляров в распределении легочного кровотока схематично представлена на рисунке 3.

Некоторые авторы выделяют в лёгких не три, а четыре зоны, так как феномен высоких сосудистых давлений (благодаря гравитационному эффекту, описанному выше) при низком кровотоке не может быть объяснен в рамках трехзонной модели, которая рассматривает эффекты только трёх давлений: легочного артериального, легочного венозного и альвеолярного. В этом отношении наиболее зависимыми являются области легких со сниженным кровотоком, которые образуют зону IV (область основания лёгких, где лёгочная паренхима расправлена слабее всего). Полагают,

что в этой зоне сопротивление кровотоку создают экстраальвеолярные сосуды, а не альвеолярные. Зона IV исчезает с глубоким вдохом предположительно из-за выпрямления этих сосудов при расправлении легких [22].

Как уже говорилось выше, зональное деление лёгких является функциональным, и размеры данных зон могут меняться при изменении условий функционирования. Так, например, искусственная вентиляция легких (дыхание под положительным давлением, повышающим альвеолярное) или диурез (который понижает сосудистые давления) расширяют зону II и сокращают зону III, увеличивают зону I, уменьшая зону II [22].

Таким образом, в вертикальном положении кровообращение человека в различных отделах легких неодинаково [41]. Оно почти линейно убывает в направлении снизу вверх, достигая очень низких значений в области верхушек (рис. 4). Изменение позы и физическая нагрузка значительно влияют на такое распределение. Так, в положении лежа на спине кровоток в верхушках лёгких увеличивается, а в основаниях практически не изменяется, в то же время кровоток в дорсальных отдела лёгких становится выше, чем в вентральных (см. рис. 3). Наибольшее усиление в верхушках легких происходит при положении человека вниз головой, при этом оно уменьшается в основаниях. Отмечено,

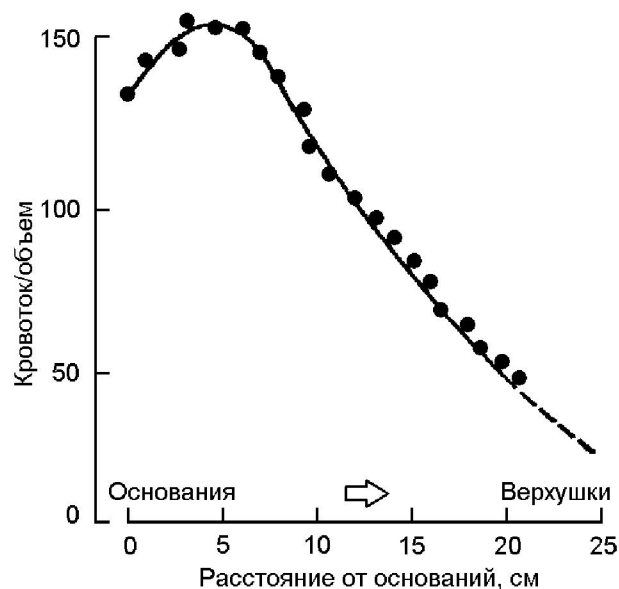


Рис. 4. Изменение распределения кровотока в лёгком в вертикальном положении с помощью радиоактивного ксенона. Ксенон, растворённый в крови, поступает в альвеолярный воздух из легочных капилляров. Единица расхода крови подобрана таким образом, чтобы равномерному кровотоку соответствовала величина 100. Видно, что слабее всего кровоснабжение в верхушках лёгких (Hughesetal J. M. B., 1968; цит. по Дж. Уэст, 1988).

что при умеренной физической нагрузке кровотоков в верхних и нижних отделах возрастает, регионарные различия при этом сглаживаются [41].

Такая особенность кровообращения легких человека при вертикальном положении объясняется разницей гидростатического давления в кровеносных сосудах, а так как в малом круге давление крови невысокое, то условный единый столб крови в легочной артерии около 30 см даст разницу в давлении между верхушкой и основанием легких примерно 30 см вод. ст. (23 мм рт. ст.).

Для эффективного газообмена необходимо соответствие вентиляции и кровотока в разных участках легких, а нарушение данного соответствия в вентиляционно-перфузионных отношениях вызывает недостаточность газообмена при заболеваниях легких и сердца.

На регионарный газообмен в легких стоящего человека значительное влияние оказывают вентиляционно-перфузионные отношения. Известно, что в ортостазе вентиляция от основания к верхушкам уменьшается (при этом кровоток тоже снижается, но более значительно) (см. табл.). В верхних долях легких кровотоков мал и вентиляционно-перфузионные отношения выше нормальных, а у оснований гораздо ниже. Все эти регионарные различия отражаются на газообмене. Альвеолярное значение PO_2 снизу вверх резко повышается, а PCO_2 значительно медленнее снижается (см. табл.). Причем PO_2 в вертикальном направлении изменяется примерно на 40 мм рт. ст., а PCO_2 – значительно меньше. Всё это, вероятно, создает условия у взрослых для поражения верхушек легких туберкулезом (высокое PO_2 создает благоприятную среду для развития возбудителя) [41]. Минимальный вклад верхушек легких в общее поглощение O_2 связывают главным образом с очень низкой величиной кровотока в них. Основная масса крови омывает основания легких, где низкое PO_2 . Так как при физической нагрузке кровотоков в легких распределяется более равномерно, то и участие верхушек в поглощении кислорода становится заметнее.

Объемы воздуха, выходящего при выдохе из альвеол верхушек и оснований легких, различаются незначительно, поскольку «по вертикали» вентиляция распределяется значительно равномернее, чем кровотоки.

Очевидно, особенности физиологии легких у человека как прямоходящего существа, проявляющиеся в четком гравитационном градиенте вентиляционно-перфузионных отношений, способствуют преимущественному поражению верхних сегментов легких при некоторых формах туберкулеза (очаги Симона) и нижних сегментов – при пневмонии [10, 12, 13, 29, 38, 40].

При различных тяжелых заболеваниях (например, нарушение мозгового кровообращения, травмы и т. п.), когда организм вынужден длительно находится в положении лежа, присоединение к основному процессу патологии легких на основе гипостатических гравитационно (гидростатически) зависимых циркуляторных состояний является частым осложнением и нередко непосредственной причиной гибели. Пролонгированный клиностаз в условиях гиподинамии, как показали фундаментальные исследования в области гравитационной биологии и космической медицины [7], приводит к срыву сложных и тонких адаптационных механизмов, сформированных в течение жизни и преимущественного пребывания человека в вертикальном положении. При этом следует заметить, что в случае любой патологии требуется дополнительный функциональный ресурс, прежде всего сердечно-сосудистой и легочной систем, для обеспечения актуального усиления функционального напряжения организма в режиме антигравитационного обеспечения его жизнедеятельности. Всё это обосновывает необходимость и возможность поиска дополнительных антропофизиологически ориентированных, т. е. учитывающих особенности человека подходов и методов, которые позволят оптимизировать лечение больного (создать условия для оптимизации иммунитета, улучшить доступ медикаментов к зоне поражения, снизить функциональную напряженность в системе).

Таким образом, влияние гравитации на дыхательную систему в первую очередь проявляется в виде морфофункциональных различий по ходу вертикальной оси легких, в особенностях протекания патологических процессов на разных уровнях, а понимание и учёт данных явлений имеет большое значение не только для выработки оптимальной терапевтической тактики, но и для первичной профилактики ряда заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антропогенетическая основа формирования артериальной гипертензии у приматов / Г. С. Белкания [и др.] // Физиологический журн. СССР. – 1988. – Т. 84, № 11. – С. 1664–1676.
2. Антропофизиологическая основа видового стереотипа реактивности сердечно-сосудистой системы у приматов / Г. С. Белкания [и др.] // Вестн. АМН СССР. – 1987, № 10. – С. 52–60.
3. Антропофизиологический подход в биоритмологическом обеспечении здоровья. Сообщение 2. Диагностическая информативность электрометрии кожи для хронодесма / Г. С. Белкания [и др.] // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків : ХГАДИ (ХХПИ), 2003. – Т. 5 – С. 85–102.
4. Антропофизиологический подход в биоритмологическом обеспечении здоровья. Сообщение 1. Прямохождение как синхронизатор суточного ритма кардиодинамики / Г. С. Белкания [и др.] // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – Харьков : ХГАДИ (ХХПИ), 2003. – Т. 3. – С. 11–34.
5. Бадалян, Л. О. Детская неврология / Л. О. Бадалян. – 3-е изд. – М. : Медицина, 1984. – 576 с.
6. Белкания, Г. С. Основы валеологии и начала медицины / Г. С. Белкания, Л. Г. Пухальска, Л. Р. Дилеян. – Винница ; Н. Новгород ; Варшава, 2009. – 500 с.
7. Белкания, Г. С. Функциональная система антигравитации / Г. С. Белкания. – М. : Наука, 1982. – 288 с.
8. Белкания, Г. С. Функция дыхания и гравитация / Г. С. Белкания // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1975. — № 2. – С. 3–8.
9. Белкания, Г. С. Антропофізіологічна основа кровообігу у вагітних. Пози тіла і кровообіг при вагітності. / Г. С. Белкания, Л. Пухальска, Д. Г. Коньков // Вісн. Вінницького державного медичного університету. – 2003. – № 2/2. – С. 678–682.
10. Браженко, Н. А. Составные элементы современной профилактики туберкулеза / Н. А. Браженко // Большой целевой журнал о туберкулезе. – 1999. – № 4.
11. Валеологія і основи медичних знань. Лабораторний практикум : навчально-метод. посібник / Г. С. Белкания [и др.]. – Вінниця, 2003. – 222 с.
12. Васильев, Н. А. Фтизиопульмонология / Н. А. Васильев. – Курск : Курск, 1995. – 240 с.
13. Визель, А. А. Курс туберкулёза в вопросах и ответах / А. А. Визель, М. Ф. Яушев, О. В. Фирсов. – Казань : КГМУ, 1996. – В 2-х ч. – 186 с.
14. Владимирский, Б. М. Космическая погода и наша жизнь / Б. М. Владимирский, Н. А. Темурьянц, В. С. Мартынюк. – М. : Фрязино, 2004.
15. Владимирский, Б. М. Солнечная активность и биосфера – междисциплинарная проблема / Б. М. Владимирский // Природа. – 1994. – Вып. 9. – С. 15–19.
16. Влияние гравитационных возмущений на поведение человека и высших животных / В. М. Воробейчиков [и др.] // Пробл. арктики и антарктики. – 2008. – № 2 (79). – С. 125–133.
17. Вогралик, В. Г. Акупунктура. Основы традиционной восточной рефлексодиагностики и пунктурной адаптационно-энергезирующей терапии / В. Г. Вогралик, М. В. Вогралик. – М. : ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 336 с.
18. Гайтон, А. Физиология кровообращения / А. Гайтон : пер. с англ. – М. : Медицина, 1969. – 472 с.
19. Гемодинамическая классификация состояния здоровья и антропофизиологическая характеристика кровообращения у спортсменов / Г. С. Белкания [и др.] // Вестн. Балтийской педагогической академии. – 2002. – Вып. 44. – С. 9–19.
20. Гойденко, В. С. Практическое руководство по рефлексотерапии / В. С. Гойденко, В. М. Котенева. – М. : ЦОЛИУВ, 1982. – 196 с.
21. Гребенник, А. Г. Функциональная неравномерность вентиляционной функции легких и легочной перфузии в норме и при различной легочной патологии (обзор литературы) / А. Г. Гребенник // Бюл. физиологии и патологии дыхания. – 2010. – № 35. – С. 44–51.
22. Гриппи, М. А. Патофизиология легких / М. А. Гриппи. – М., 1997. – 344 с.
23. Давыдов, М. А. Иглотерапия. Принципы искусства составления рецептов / М. А. Давыдов. – Пенза : Золотое сечение, 2008. – 332 с.
24. Динамика состояния мышечного тонуса у больных с ишемическим инсультом в процессе двигательной реабилитации / М. А. Авдеева [и др.] // Материалы Всероссийского съезда неврологов. – Н. Новгород, 2012. – С. 699–700.
25. Дубров, А. П. Лунные ритмы у человека / А. П. Дубров. – М. : Медицина, 1990. – 160 с.
26. Имитатор опорной нагрузки подошвенный – модель «Корвит». – Режим доступа: <http://www.amc-si.com/index.php?thread=23>
27. Комплексное восстановительное лечение больных детским церебральным параличом в современных условиях / В. Д. Левченкова [и др.] // Материалы Всероссийского съезда неврологов. – Н. Новгород, 2012. – С. 540.
28. Лю Бин Цюань Метод китайской хронопунктуры / Цюань Лю Бин. – М. : Профит Стайл, 2004. – 146 с.
29. Миринов, Г. Б. Профилактика туберкулеза легких / Г. Б. Миринов. – М. 1985 – С. 3–21.
30. Нейман, Д. Приливные и лунные ритмы / Д. Нейман // Биологические ритмы : пер. с англ. – М., 1984. – Т. 2. – С. 5–43.
31. Овечкин, А. М. Основы чжэнь-цзю терпии / А. М. Овечки. – Саранск : Голос, 1991. – 417 с.
32. Осадчий, Л. И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л. И. Осадчий. – Л. : Наука, 1982. – 144 с.
33. Первые результаты применения метода опорной стимуляции в комплексном лечении двигательных нарушений у детей разного возраста с различными формами детского церебрального паралича / Т. Т. Батышева [и др.] // Материалы Всероссийского съезда неврологов. – Н. Новгород, 2012. – С. 507.
34. Пестов, Н. Д. Основы гравитационной биологии / Н. Д. Пестов // Человек в космическом полете. – М. : Наука, 1997. – Т. 3, кн. 1. – 488 с.
35. Применение технологий космической медицины в реабилитации больных инсультом / А. И. Григорьев

- [и др.] // Материалы Всероссийского съезда неврологов. – Н. Новгород, 2012.
36. Самосюк, И. З. Акупунктура / И. З. Самосюк, В. П. Лысенюк. – М., 2004. – 528 с.
37. Семёнова, К. А. Восстановительное лечение детей с перинатальным поражением нервной системы и с детским церебральным параличом / К. А. Семёнова. – М., 2007.
38. Смирнов, Г. А. Методы патогенетической терапии в пульмонологии: Методические рекомендации / Г. А. Смирнов. – Казань, 1992. – 24 с.
39. Стабилометрическая характеристика метода динамической проприоокоррекции у больных с ишемическим инсультом / Д. В. Галанов [и др.] // Материалы Всероссийского съезда неврологов. – Н. Новгород, 2012. – С. 46.
40. Струков, А. И. Патологическая анатомия : учебник / А. И. Струков, В. В. Серов. – 4-е изд. – М. : Медицина, 1995. – 688 с.
41. Уэст, Дж. Физиология дыхания. Основы / Дж. Уэст. – М., 1988. – 198 с.
42. Чижевский, А. Л. Земное эхо солнечных бурь / А. Л. Чижевский. – М. : Мысль, 1977.
43. Чижевский, А. Л. Физические факторы исторического процесса / А. Л. Чижевский. – Калуга, 1924.
44. Шмидт, Т. Физиология человека / Т. Шмидт. – М., 1996. – Т. 2. – С. 263.
45. Шноль, С. Э. Биологические часы (краткий обзор хода исследований и современного состояния проблемы биологических часов) / С. Э. Шноль // Соросовский образовательный журн. – 1996. – № 7. – С. 26–32.
46. Эмоциональное напряжение, постуральная регуляция кровообращения и некоторые противоречия в представлениях о патогенезе артериальной гипертонии / Г. С. Белкания [и др.] // Успехи физиол. наук. – 1990. – Т. 21, № 1. – С. 78–96.
47. CT-measured regional specific volume change reflects regional ventilation in supine sheep / M. K. Fuld [et al.] // J. Appl. Physiol. – 2008. – Vol. 104 (4). – P. 1177–1184.
48. Cunningham, D. The Moon in Your Life: Being a Lunar Type in a Solar World. / D. Cunningham. – Newburyport : Weiser Books, 1996. – 384 p.
49. Positive end-expiratory pressure (PEEP) redistributes regional blood flow and ventilation differently in supine and prone humans / Petersson J. [et al.] // Anesthesiology. – 2010. – Vol. 113 (6). – P. 1361–1369.
50. Shnoll, S. E. Kosmofysiska faktorer i slumppmassiga processer / S. E. Shnoll. – Sweden, Stockholm : Svenska fysikarkivet, 2009. – 388 p.