Дата публикации: 01.03.2023
DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_9
УДК 612.1.8 (616.74)

Publication date: 01.03.2023
DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_9
UDC 612.1.8 (616.74)

О ФИЗИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ КОСМОНАВТОВ РАЗНОГО СОМАТОТИПА

Т.Б. Кукоба[1,2], К.С. Киреев[1], Б.В. Бурдин[1], М.М. Харламов[1]
[1]ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, Московская область, Россия
[2]Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия

Аннотация. На базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» проведен ретроспективный анализ медицинских карт 23 космонавтов, возраст которых на момент отбора в отряд космонавтов составлял от 29 лет 3 месяцев до 32 лет 6 месяцев. По методике Чернорудкого обследованные космонавты были разделены на три группы по соматотипам – астеников (n=4), нормостеников (n=5), гиперстеников (n=14). Выявленные особенности физического развития космонавтов разных соматотипов необходимо учитывать в процессе их профессиональной подготовки, в подборе средств, методов и параметров нагрузки в физической подготовке, в планировании режима труда и отдыха, а также при выборе критериев в отборе кандидатов в космонавты и формировании экипажей для полетов на Международную космическую станцию, а в перспективе – и для длительных межпланетных экспедиций.
Ключевые слова: космонавты, межпланетные экспедиции, физическое развитие, соматотип.

ON PHYSICAL DEVELOPMENT OF ASTRONAUTS WITH DIFFERENT SOMATOTYPE

T.B. Kukoba[1,2], K.S. Kireev[1], B.V. Burdin[1], M.M. Kharlamov[1]
[1]Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj Gorodok, Moscow Region, Russia
[2]Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russia

Annotation. In the Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, the authors have conducted a retrospective analysis of the medical records of 23 astronauts, whose age at the time of selection to the cosmonaut squad ranged from 29 years and 3 months to 32 years and 6 months. According to the Chernorutskij method, the examined astronauts were divided into three groups according to somatotypes – asthenic (n=4), normostenic (n=5) and hypersthenic body types (n=14). The revealed features of the physical development of astronauts with different somatotypes must be taken into account in the process of their professional training, in the selection of ways, methods and activity parameters in physical training, in the planning of the work and rest schedule, as well as when choosing criteria in the selection of candidates for astronauts and the formation of crews for flights to the International Space Station, and in the future for long interplanetary missions.
Keywords: astronauts, interplanetary expeditions, physical development, somatotype.

Введение. Начало отбора в отряд космонавтов воздушно-военных сил (ВВС) в некоторых источниках относят к 1958 году, когда в Государственном научно-исследовательском испытательном институте авиационной и космической медицины начались работы по темам «Отбор человека для полёта в космос» и «Подготовка человека к первому космическому полёту». Первый отряд космонавтов был сформирован в феврале-апреле 1960 года [1]. В других источниках говорится о том, что отбор кандидатов в космонавты (кандидатов) в частях ВВС был начат в октябре 1959 года на основании приказа главнокомандующего ВВС и начальника Главного медицинского управления Министерства обороны СССР от 30.09.1959 [2].

При отборе кандидатов наряду с другими требованиями были выдвинуты требования по возрасту (кандидатам не должно было быть больше 35 лет) и по антропометрическим параметрам. Рост и вес кандидатов лимитировали габариты корабля «Восход-1». Рост кандидатов не должен был превышать 170 см, вес – 70 кг [3].

Таким образом, в кандидаты попадали в большей степени люди гиперстенического соматотипа.

С 1975 года требования к антропометрическим параметрам кандидатов изменились. На сегодняшний день рост кандидата должен быть не больше 190 см, вес – не больше 90 кг, рост в положении сидя – до 99 см, обхват грудной клетки – 94-112 см.

Специалисты считают, что в будущем появится возможность уйти от жестких антропометрических ограничений в связи с разработкой новых моделей пилотируемых космических аппаратов (ПКА) [4], что увеличит число представителей разных соматотипов в «космической профессии».

При планировании длительных пилотируемых экспедиций большое внимание уделяют системам жизнеобеспечения ПКА и скафандров, обеспечивающих внекорабельную деятельность на поверхности ПКА или на поверхности Луны, Марса. Система жизнеобеспечения должна обеспечивать безопасную атмосферу внутри ПКА или скафандра, необходимый запас кислорода для дыхания, эффективную очистку атмосферы от углекислого газа, своевременное удаление лишней влаги, достаточный запас воды для сублиматора, для питья и гигиенических нужд, а также иметь активную систему терморегулирования.

Иностранные специалисты провели исследования по оценке влияния размера тела и физических тренировок астронавтов разного роста (от 150 до 190 см) на параметры микроклимата Международной космической станции (МКС).

Было показано, что во время космических исследовательских миссий астронавты высокого роста потребляли больше кислорода, выделяли больше углекислого газа и метаболического тепла, уровень потребности в воде для гидратации у них был выше и т.д., чем у астронавтов низкого роста как в покое, так и при физических нагрузках. Метаболические энергетические потребности экипажа, по данным Scott Jonathan P.R. с соавторами (2020), увеличиваются на 996 КДж в месяц у астронавтов ростом 190 см, выполняющих высокоинтенсивные физические тренировки [5], что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на систему жизнеобеспечения по поддержанию показателей микроклимата на МКС в заданных пределах.

Кроме того, полученные в процессе исследований данные свидетельствуют о том, что предполетная масса тела и антропометрические данные (окружность груди и талии) могут прогнозировать возникновение нейроокулярного синдрома, вызванного микрогравитацией и связанного с космическим полетом [6].

Тип телосложения человека является условным генетическим маркером, который может информировать о комфортном для него виде и величине физической нагрузки, обуславливать предрасположенность к набору излишней массы тела, прогнозировать соматотипологические возможности появления и особенности протекания болезни у конкретного человека [7-8]. Знания об индивидуально-типологических особенностях необходимо использовать уже на этапе отбора кандидатов.

Телосложение человека – это пропорции и особенности частей тела, а также особенности развития костной, жировой и мышечной тканей. Соматотип – тип телосложения, обусловленный генетически и определяемый на основе измерений антропометрических параметров [9].

На сегодняшний день существует большое количество классификаций соматотипа человека, основанных на различных признаках: М.В. Черноруцкого, К. Сиго, А.А. Богомольца, В.В. Бунака, Штефко-

Островского, Галанта, Шелдона, Хит-Картера, Р.Н. Дорохова и др. [10-13].

В процессе исследования для определения соматотипа космонавтов была использована методика М.В. Черноруцкого, основанная на значениях индекса Пинье и учитывающая особенности расположения органов тела, их формы, особенности метаболизма [14-15].

Подготовка космонавтов к космическому полету (КП) – это целенаправленный многолетний разноплановый процесс, в результате которого осуществляется формирование и поддержание у космонавтов знаний, умений, навыков и профессионально важных качеств, необходимых для успешного выполнения профессиональной деятельности и программы КП. В процессе подготовки акцент делают на развитие когнитивных способностей, памяти, внимания, способности эффективно работать в экстремальных ситуациях и в условиях жесткого дефицита времени. Руководство по подготовке космонавтов Российской Федерации включает 3 этапа подготовки космонавтов к КП и 13 видов профессиональной подготовки космонавтов к КП.

Первый этап – общекосмическая подготовка кандидатов в космонавты продолжительностью от 1,5 до 2 лет. Второй этап – подготовка космонавтов в составе групп специализации и совершенствования по типам пилотируемых космических аппаратов или направлениям специализации длительностью от 1,5 до 2 лет. Третий этап – подготовка космонавтов в составе утвержденных экипажей от 6 до 24 месяцев.

Полученные знания об особенностях физического развития космонавтов разных соматотипов позволят применить индивидуально-типологический подход в процессе их подготовки к КП.

Цель исследования – определение особенностей физического развития космонавтов, имеющих разный соматотип.

Методы и организация исследования. На базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» проведен ретроспективный анализ медицинских карт 23 космонавтов, возраст которых на момент отбора в отряд космонавтов составлял от 29 лет 3 месяцев до 32 лет 6 месяцев.

Анализировали антропометрические параметры: рост (см), рост сидя (см), массу тела (кг), обхватные размеры тела и конечностей (см), измеренные по общепринятым методикам [13, 15].

Рассчитывали коэффициенты пропорциональности телосложения – индекс Пирке (Бедузе), индекс Мануврие (процентное соотношение длины ног к длине туловища), индекс Эрисмана (пропорциональность развития грудной клетки), экскурсию грудной клетки, должную массу тела, индекс массы тела (ИМТ), основной обмен по формуле Харриса-Бенедикта [16].

Также рассчитывали ряд антропометрических индексов, предложенных Шейх-Заде Ю.Р. с соавторами [10]: жиронезависимый индекс, индекс телосложения, индекс упитанности, площадь поверхности тела (ППТ) [17], показатель теплоотдачи.

По методике Черноруцкого на основе индекса Пинье обследованные космонавты были разделены на три группы по соматотипам – астеников (n=4), нормостеников (n=5), гиперстеников (n=14) [18]. Обработка результатов исследования выполнена с использованием общепринятых методов математической статистики [19]. Для каждого из исследуемых показателей рассчитывали среднее значение и среднеквадратическое отклонение. Статистическая обработка данных выполнена в программе Statistica 10 с использованием непараметрических методов описательной статистики. При сравнении данных между группами применяли критерий Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. Соматотипирование космонавтов, принявших участие в исследовании, показало, что в данной выборке преобладают представители гиперстенического соматотипа. Анализ антропометрических

показателей выявил особенности физического развития космонавтов разного соматотипа. Космонавты астенического соматотипа были значительно выше нормостеников (p=0,03) и гиперстеников (p=0,05), а рост нормостеников от роста гиперстеников практически не отличался. Средний рост астеников составлял 182,7±3,9 см, нормостеников – 174,8±4,4 см, гиперстеников – 178,0±5,5 см (рис. 1). При этом достоверно значимых различий в росте сидя между группами космонавтов разных соматотипов выявлено не было, средний рост сидя у астеников составлял 92,2±2,6 см, у нормостеников – 89,2±5,4 см, у гиперстеников 91,9±3,4 см.

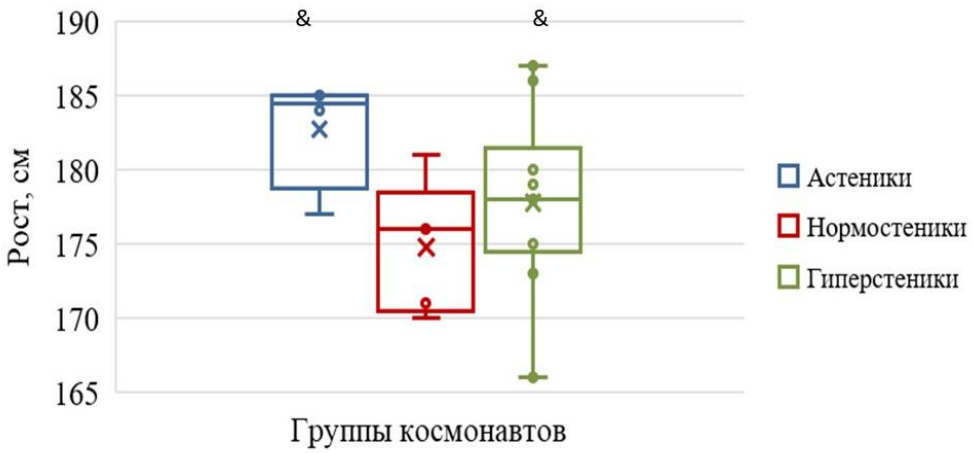


Рис. 1. Рост стоя космонавтов разного соматотипа

Примечание: & – различия достоверны с астениками при p=0,05

Коэффициент пропорциональности телосложения в среднем был высокий во всех группах космонавтов, однако в группе гиперстеников у трех космонавтов было выявлено пропорциональное телосложение, у других трех – низкий коэффициент.

Анализ индекса Мануврие показал, что в группе астеников у всех космонавтов определялась длинноногость, в группе нормостеников длинноногость была у всех космонавтов, за исключением одного, у которого выявлена коротконогость, в группе гиперстеников длинноногость отмечена у шести, коротконогость у трех и гармоничность развития у пяти космонавтов.

По обхватным размерам тела гиперстеники превосходили нормостеников и астеников, нормостеники – астеников (рис. 2). Гиперстеники превосходили нормостеников и астеников по окружности грудной клетки, достоверно значимые различия выявлены между показателем у астеников с гиперстениками (p=0,01) и нормостениками (p=0,03), а также между нормостениками и гиперстениками (p=0,03). При этом наилучшая подвижность мышц грудной клетки выявлена у астеников, меньше у нормостеников, самая маленькая – у гиперстеников. Экскурсия грудной клетки у астеников в среднем составляла 7,2±0,5 см, у нормостеников – 6±2 см, у гиперстеников – 5,4±2,8 см. Индекс Эрисмана показал, что в группе астеников у трех космонавтов слабое развитие грудной клетки и у одного космонавта соответствует половой возрастной норме, среднее значение индекса в этой группе соответствовало 3,1±2,2 см. В группе нормостеников индекс в среднем составлял 9,2±1,4 см и у всех обследованных соответствовал хорошему развитию грудной клетки. В группе гиперстеников хорошее развитие было у десяти космонавтов из четырнадцати, у четырех космонавтов индекс соответствовал слабому развитию

грудной клетки, в среднем по группе показатель достигал 13,8±6,7 см при норме для данного контингента 5,8 см.

Масса тела у гиперстеников была значительно больше, чем у астеников (p=0,001) и нормостеников (p=0,002), у астеников масса тела была меньше, чем у нормостеников, но достоверно значимых отличий между этими группами обнаружено не было (рис. 3).

Должная масса тела у астеников и нормостеников была практически одинакова, у гиперстеников данный показатель был значимо больше, чем у нормостеников (p=0,04) и астеников (p=0,05) (рис. 4).

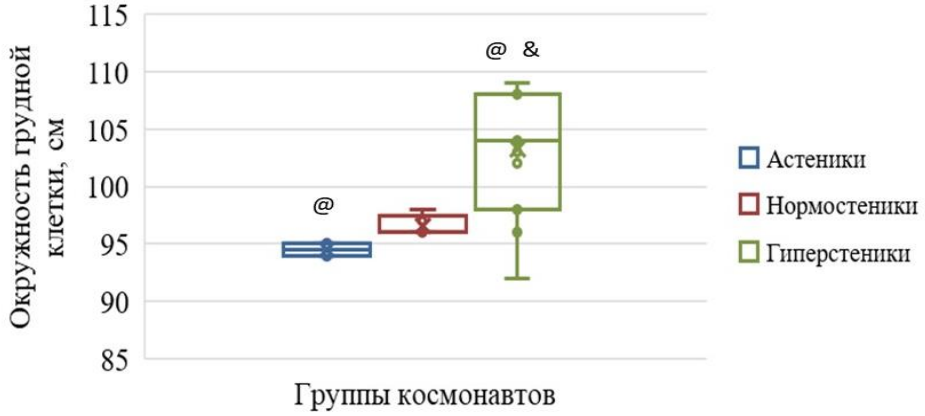


Рис. 2. Окружность грудной клетки космонавтов разного соматотипа

Примечание: @ – различия достоверны с нормостениками при p≤0,01; & – различия достоверны с астениками при p=0,01

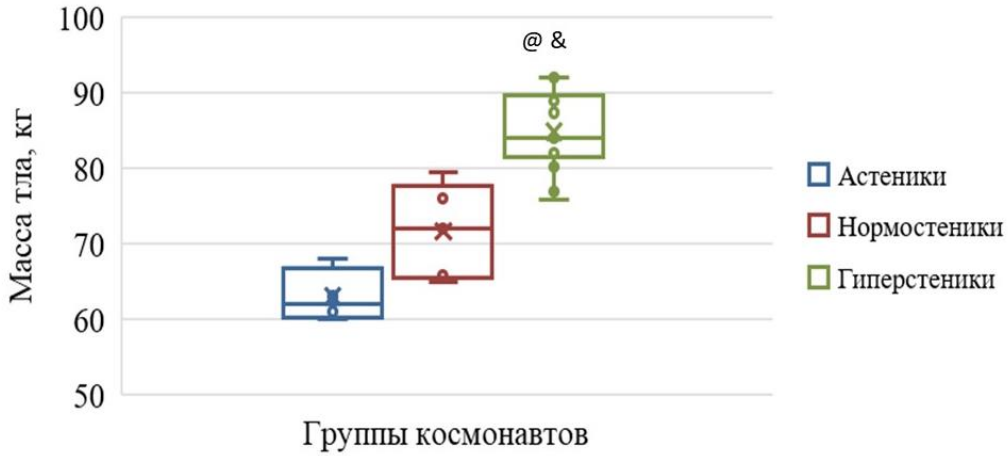


Рис. 3. Масса тела космонавтов разного соматотипа

Примечание: @ – различия достоверны с нормостениками при p=0,002; & – различия достоверны с астениками при p=0,001

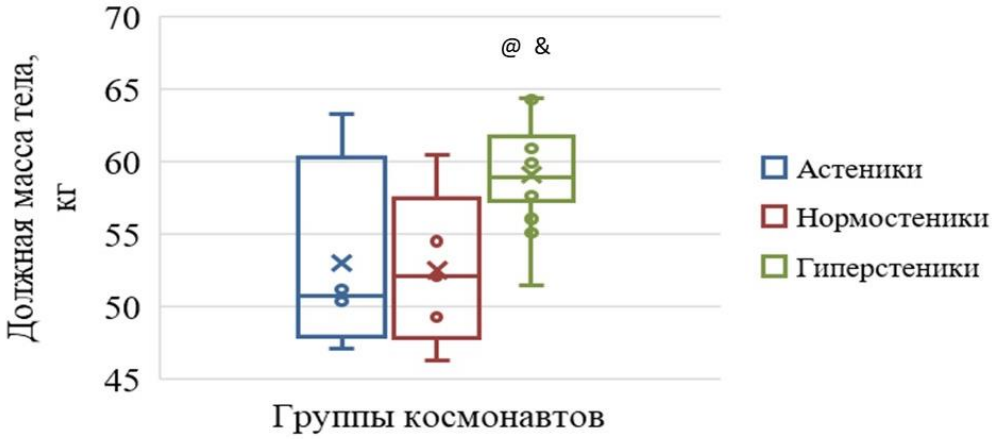


Рис. 4. Должная масса тела космонавтов разного соматотипа

Примечание: @ – различия достоверны с нормостениками при p=0,04; & – различия достоверны с астениками при p=0,05

Для современной популяции человечества характерна гиподинамия и потребление излишнего количества пищи, что, несомненно, ведет к увеличению количества людей с избыточной массой тела. Однако существенное увеличение массы тела возможно возникает только на фоне определенной соматотипологической предрасположенности. Следовательно, внешнее влияние способно усилить проявление конституционального типа [7, 20].

ИМТ – величина, позволяющая оценить степень соответствия массы человека и его роста. ИМТ часто используется в клинической практике, так как является наиболее распространенным способом определения недостатка или избытка массы тела.

ИМТ достоверно отличался у представителей трех соматотипов. Так, у астеников он был наименьшим и в среднем по группе составлял 18,2±0,5 усл.ед., у нормостеников 22,5±4,0 усл.ед., у гиперстеников 25,1±1,5 усл.ед.

Анализ ИМТ показал, что дефицит массы тела выявлен у трех астеников из четырех, у четырёх нормостеников показатель находился в пределах нормы, у одного был выявлен избыток массы тела. У гиперстеников избыточная масса отмечалась у восьми, норма – у пяти, ожирение первой степени – у одного космонавта. Индексы телосложения и упитанности имели одинаковую тенденцию к увеличению от астеников к нормостеникам и гиперстеникам. Индекс телосложения у астеников составлял в среднем 3,1±0,05 усл.ед., у нормостеников – 3,5±0,08 усл.ед., у гиперстеников – 3,7±0,1 усл.ед. Жиронезависимый индекс был примерно одинаковый у нормостеников и гиперстеников и составлял в среднем 99±11 усл.ед., у астеников показатель был значимо ниже, чем у гиперстеников (p=0,02) и составлял в среднем 90±8 усл.ед. (рис. 5).

ППТ является показателем метаболического обмена, который менее зависит от излишней жировой ткани, чем масса тела. В норме ППТ у взрослых находится в диапазоне 1,73 м^2 – 3,00 м^2. Несмотря на высокий рост астеников, наибольшая поверхность тела выявлена у гиперстеников, при этом ППТ у астеников и нормостеников практически не отличалась (рис. 6). ППТ у астеников в среднем составляла 1,94±0,07 м^2, у нормостеников ППТ была самая маленькая и составляла 1,89±0,1 м^2, у гиперстеников показатель достигал 2,05±0,08 м^2. Самый высокий обмен веществ выявлен у гиперстеников по сравнению с нормостениками (p=0,04) и астениками (p=0,01). Минимальное количество потребляемой в сутки энергии у гиперстеников составляло 1800 Ккал, у нормостеников и астеников – 1600 Ккал.

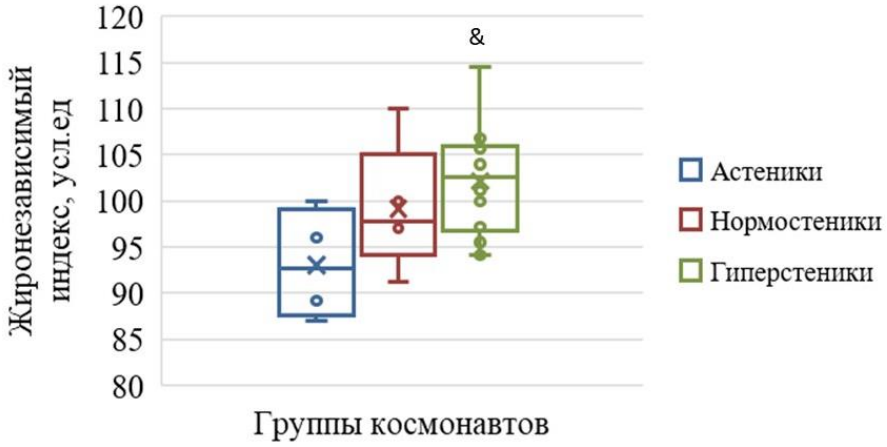


Рис. 5. Жиронезависимый индекс космонавтов разного соматотипа

Примечание: & – различия достоверны с астениками при p=0,02



Рис. 6. Площадь поверхности тела космонавтов разного соматотипа

Примечание: @ – различия достоверны с нормостениками при p=0,04; & – различия достоверны с астениками при p=0,01.

Индекс упитанности (далее – ИУ) определяет упитанность человека и показывает уровень относительного содержания жировой ткани в организме и выявляет истинных представителей разных соматотипов. Уменьшение ИУ говорит об исхудании организма, а увеличение – об избыточном накоплении жира.

Кроме прочего, для уточнения принадлежности к определенному соматотипу рекомендуется использовать в дополнение к избранной стандартной методике соматотипирования ИМТ, индекс телосложения, ИУ и окружность запястья. У людей с нормальными индексами массы тела и телосложения ИУ может увеличиваться только у скрытых, т.е. избыточно упитанных астеников, а уменьшаться у скрытых, т.е. недостаточно упитанных гиперстеников [20]. За норму нами был принят интервал 0,9-1,1 усл.ед., предложенный Ю.Р. Шейх-Заде с соавторами. ИУ в нашей выборке космонавтов составлял 1,43±0,62 усл.ед. у гиперстеников и был значимо больше, чем у астеников (p=0,01), у которых в среднем по группе показатель составлял 1,21±1,61 усл.ед.

У нормостеников ИУ составлял 1,34±1,73 усл.ед. и не имел значимых различий с двумя другими группами (рис. 7). В нашем случае не выявлено избыточно упитанных астеников и недостаточно упитанных гиперстеников.

Среди нормостеников выявлено три избыточно упитанных космонавта.

Показатель теплоотдачи значимо отличался между всеми группами космонавтов и самым высоким был у представителей астенического соматотипа (p=0,01), ниже у нормостеников и самым низким – у гиперстеников (p≤0,03). У астеников в среднем по группе показатель теплоотдачи составлял 281,3±10,4 усл.ед., у нормостеников – 258,2±8,7 усл.ед., у гиперстеников – 239,8±7,2 усл.ед. (рис. 8).

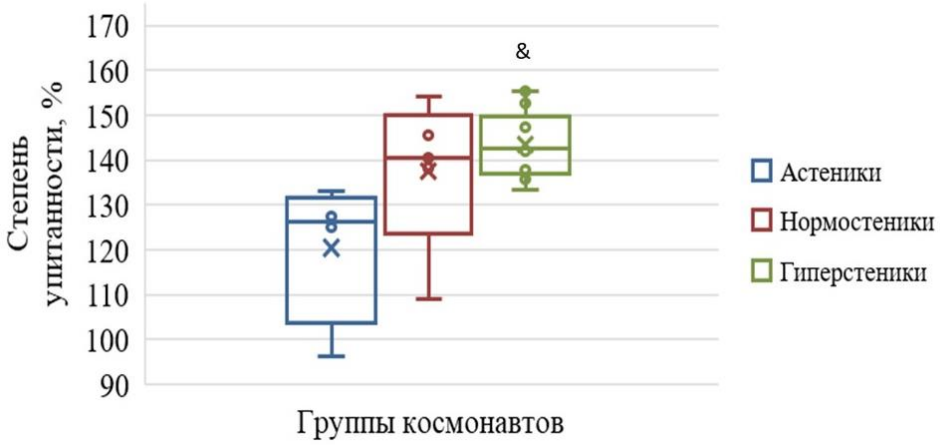


Рис. 7. Индекс упитанности космонавтов разного соматотипа

Примечание: & – различия достоверны с астениками при p=0,01

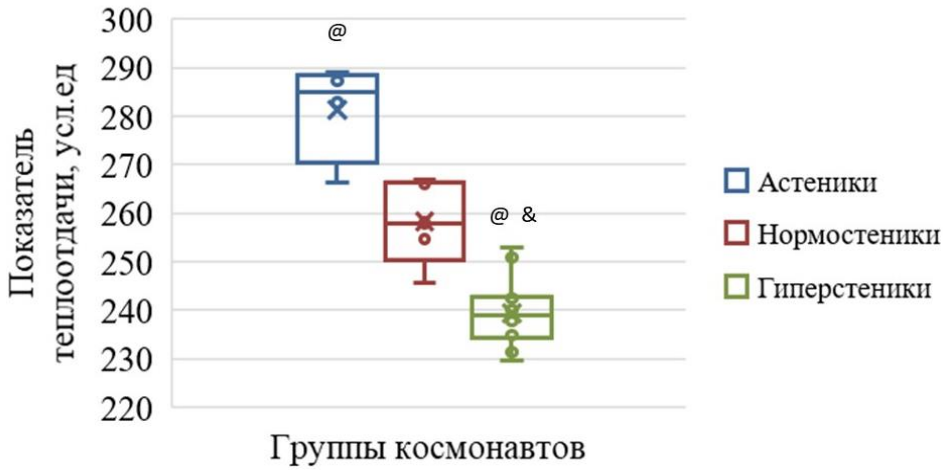


Рис. 8. Показатель теплоотдачи космонавтов разного соматотипа

Примечание: @ – различия достоверны с нормостениками при p≤0,03; & – различия достоверны с астениками при p=0,01.

Двумя основными эффектами воздействия микрогравитации на космонавта являются устранение гидростатических градиентов по всему телу и устранение сжимающих сил, создаваемых весом тканей. На Земле силы сжатия тканей увеличиваются с увеличением веса тела, а гидростатическое давление увеличивается

с высотой заполненной жидкостью структуры (например, кровеносного сосуда) [21]. Существует мнение о том, что изменения, вызванные микрогравитацией, также будут пропорционально больше для людей с большей предполетной массой и размером тела, поскольку изменения давления в тканях и сосудах будут больше. Таким образом, высказано предположение о том, что предполетная масса тела и антропометрические параметры человека могут прогнозировать развитие нейроокулярного синдрома в условиях микрогравитации [6].

Представители разных соматотипов имеют ряд значимых отличий не только в физическом развитии, но и в функционировании систем организма. В исследованиях с участием людей разного роста было показано, что расход энергии, потребление кислорода, анаэробная мощность, а также термодинамические показатели у них существенно отличаются [22]. Это необходимо учитывать при формировании экипажей на МКС, т.к. ресурс «продуктов» жизнеобеспечения ограничен.

Известно, что основной метаболизм человека в абсолютном выражении пропорционален размеру его тела при условии равной аэробной подготовленности, определяемой по показателю максимального потребления кислорода (VO_2max) по отношению к массе тела. Более крупным людям потребуется большее количество энергии, и, следовательно, они будут потреблять больше O_2, производить больше CO_2 и выделять больше метаболического тепла, чем люди меньшего размера при той же относительной температуре окружающей среды, как в покое, так и при физической нагрузке средней интенсивности (например, 75% от VO_2max) [23-24].

Одноминутные увеличения выделения продуктов метаболизма крупных людей незначительны, но по мере накопления их в ходе космической миссии они могут стать существенными, особенно в случае применения регулярных интенсивных физических тренировок, как на МКС [25].

Заключение:

1. Несмотря на отбор по антропометрическим параметрам выявлено, что обследованные по методике Черноруцкого 23 космонавта принадлежат к разным соматотипам с преобладанием представителей гиперстенического соматотипа.

2. Выявлены следующие особенности физического развития космонавтов разных соматотипов:

- гиперстеники были ниже астеников и практически не отличались от нормостеников, при этом рост сидя не имел достоверно значимых различий между всеми группами. Среди гиперстеников преобладали длинноногие с высоким коэффициентом пропорциональности телосложения, наибольшими обхватными размерами тела и конечностей, хорошим развитием, но небольшой подвижностью грудной клетки. Гиперстеники имели наибольшую массу тела. Так, из четырнадцати гиперстеников у восьми выявлена избыточная масса тела, самый высокий обмен веществ, наибольшая ППТ, самые большие значения жиронезависимого индекса, индексов телосложения и упитанности тела. При этом у них отмечался самый низкий показатель теплоотдачи;

- нормостеники оказались самыми низкорослыми, у всех, за исключением одного, наблюдалась длинноногость (у одного выявлена коротконогость) и высокий коэффициент пропорциональности телосложения. Нормостеники имели средние обхватные размеры тела и конечностей, хорошее развитие и среднюю подвижность грудной клетки, среднюю, одинаковую с астениками, массу тела, при этом ИМТ у нормостеников находился в пределах нормы у всех, за исключением одного (у одного выявлен избыток массы тела) и был достоверно выше, чем у астеников, и ниже, чем у гиперстеников. У них отмечался средний, одинаковый с астениками основной обмен, выявлена самая маленькая ППТ, средние значения жиронезависимого индекса, индексов телосложения и упитанности тела и средний показатель теплоотдачи;

- астеники отличались самым высоким ростом, у всех выявлены длинноногость и высокий коэффициент пропорциональности телосложения, они имели наименьшие обхватные размеры тела и конечностей, слабое развитие и при этом наибольшую подвижность грудной клетки. ИМТ показал у трех из четверых дефицит массы тела. У астеников была средняя ППТ, самые низкие значения жиронезависимого индекса, индексов телосложения и упитанности тела и самый высокий показатель теплоотдачи.

Выявленные особенности физического развития космонавтов разных соматотипов необходимо использовать для определения критериев при отборе в отряд космонавтов, а также учитывать их в процессе профессиональной подготовки космонавтов, при подборе средств, методов и параметров нагрузки в физической подготовке, при планировании режима труда и отдыха, при формировании экипажей для полетов на МКС, а в перспективе и для длительных межпланетных экспедиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железняков, А. Первый навсегда / А. Железняков. // Воздушно-космическая сфера. – 2016. – № 1 (86). – С. 74-83.
2. Лончаков, Ю. В. Старт в вечность (к 55-летиюполета в космос Ю.А. Гагарина) / Ю. В. Лончаков, М. Н. Бурдаев // Пилотируемые полеты в космос. – 2016. – № 1 (18). – С. 4-22.
3. Первушин, А. Они могли быть на месте Гагарина. История первого отряда космонавтов / А. Первушин / URL: https://www.mirf.ru/science/istoriya-pervogo-otryada-kosmonavtov (дата обращения: 27.12.2022)
4. Профессиональный отбор космонавтов. / Под ред. Крючкова Б.И., Харламова М.М., НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина. – 2009. – 209 с.
5. Body size and its implications upon resource utilization during human space exploration missions / J. Scott, D. Green, G. Weerts, S. Cheuvront // Sci Rep. – Aug 14, 2020 – Vol. 10(1). – P. 13836. DOI: 10.1038/s41598-020-70054-6. PMID: 32796944, PMCID: PMC7429865.
6. Microgravity-induced ocular changes are related to body weight / Buckey J. C., Phillips S. D., Anderson A. P. [et al] // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2018. – Vol. 315. – pp. R496-R499.
7. Lindsay J. E., Carter, B. H. Heath. Somatotyping – development and application / J. E. Lindsay, B. H. Carter. – Cambridge Univesity press, 1989. – 256 p.
8. Мельник, В. А. Соматотипологические особенности формирования морфологического статуса в перипубертатный период онтогенеза / В. А. Мельник // Проблемы здоровья и экологии. – 2021. – Т. 18. – № 1. – С. 20-26.
9. Дорохов, Р. Н. Интегративная антропология о соматическом и физическом развитии детей и подростков / Р. Н. Дорохов, В. П. Губа // Математическая морфология: электронный математический и медико-биологический журнал. – 1999. – Т. 3. – № 2. – С. 165-167.
10.Ключевые вопросы теории телосложения человека / Ю. Шейх-Заде, С. Байбаков, Н. Бахарева, Н. Чупрунова // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2014. – № 4. – С. 31-41.
11.Eysenck, H. J. The Rees-Eysenck body index and Sheldon's somatotype system / H. J. Eysenck // The Journal of mental science. – 1959. – Vol. 105. – pp. 1053-1058. DOI: 10.1192/bjp.105.441.1053.
12.Parnell, R. W. The Rees-Eysenck body index of individual somatotypes / R. W. Parnell // The Journal of mental science. – 1957. – Vol. 103(430). – pp. 209-213. DOI: 10.1192/bjp.103.430.209.
13.Мартиросов, Э. Г. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе: учеб. пособие / Э. Г. Мартиросов, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев. – М.: Физическая культура, 2010. – 120 с.
14.Черноруцкий, М. Б. Учение о конституции в клинике внутренних болезней / М. Б. Черноруцкий // Материалы 7-го съезда российских терапевтов. – Л., 1925. – С. 304-312.
15.Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
16.Predicting resting energy expenditure in young adults / Willis E. A., Herrmann S. D., Ptomey L. T. [et al]// Obes Res Clin Pract. – May-Jun, 2016. – Vol. 10(3). – pp. 304-14. DOI: 10.1016/j.orcp.2015.07.002. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26210376; PMCID: PMC5867535.
17.Du Bois, D. Clinical calorimetry. Tenth paper. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known / D. Du Bois, E.F. Du

Bois // Arch. Intern. Med. – 1916. – Vol. XVII. – pp. 863-871
18.Губа, В. П. Методы математической обработки результатов спортивно-педагогических исследований: учебно-методическое пособие / В. П. Губа, В. В. Пресняков. – М.: Человек, 2015. – 288 с.
19.Quantitative genetic analysis of the body composition and blood pressure association in two ethnically diverse populations / S. Ghosh, T. Dosaev, J. Prakash, G. Livshits // American J. of Physical Anthrop. – 2017. – Vol. 162(4). – pp. 701-714. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.23161
20.Шейх-Заде, Ю. Р. Морфометрическая оценка относительного содержания жировой ткани в организме человека / Ю. Р. Шейх-Заде // Морфология. – 2012. – Т. 142. – № 6. – С. 77-081.
21.Buckey, J. C. Central venous pressure. In: Gravity and the Lung: Lessons from Microgravity / J. C. Buckey / ed. by Prisk G.K., West J.B., Paiva M. – New York: Marcel Dekker, 2001. DOI: 10.1201/b15295-11.
22.Are adult physiques geometrically similar? The dangers of allometric scaling using body mass power laws / A. Nevill, A. Stewart, T. Olds, R. Holder //Am. J. Phys. Anthropol. – 2004. – Vol. 124. – pp. 77-182. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.10351
23.White, C. R. Mammalian basal metabolic rate is proportional to body mass2/3 / C. R. White, R. S. Seymour // Proc Natl. Acad. Sci. USA. – 2003. – Vol. 100. – pp. 4046-4049
24.Cramer, M. N. Selecting the correct exercise intensity for unbiased comparisons of thermoregulatory responses between groups of different mass and surface area / M. N. Cramer, O. Jay // J. Appl. Physiol. – 2014. – Vol. 1985(116). – pp. 1123-1132
25.Physical training for long-duration spaceflight / Loehr J. A., Guilliams M. E., Petersen N. [et al] // Aerosp. Med. Hum. Perform. – 2015. – Vol. 86. – pp. A14-A23

REFERENCES

1. Zheleznyakov A., First forever. *Aerospace sphere journal*, 2016. no. 1 (86), pp. 74-83. (in Russ.)
2. Lonchakov Yu.V., Burdaev M.N. Launching to Eternity (55 Years of Gagarin's Flight to Space). *Manned Spaceflight*, 2016. no. 1 (18). pp. 4-22. (in Russ.)
3. Pervushin A. They could be in Gagarin's place. History of the first astronaut team. Available at: https://www.mirf.ru/science/istoriya-pervogo-otryada-kosmonavtov (accessed 27.12.2022) (in Russ.)
4. Professional selection of astronauts. Ed. by Kryuchkov B.I., Kharlamov The Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, 2009. 209 p. (in Russ.)
5. Scott J.P.R, Green D.A., Weerts G., Cheuvront S.N. Body size and its implications upon resource utilization during human space exploration missions. *Sci Rep.*, Aug 14, 2020. vol. 10(1), p.13836. DOI: 10.1038/s41598-020-70054-6. PMID: 32796944; PMCID: PMC7429865.
6. Buckey J.C. Phillips S.D., Anderson A.P., Chepko A.B., Archambault-Leger V., Gui J., Fellows A.M. Microgravity-induced ocular changes are related to body weight. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol*, 2018, vol. 315, pp. R496-R499.
7. Lindsay J.E., Carter B.H. Heath. Somatotyping – development and application, Cambridge Univesity press, 1989. 256 p.
8. Mel'nik V.A. Somatotypological features of the formation of morphological status in the peripubertal period of ontogenesis. *Health and Ecology Issues*, 2021, vol. 18 no. 1, pp. 20-26. (in Russ.)
9. Dorokhov R.P., Guba N.V. Integrative anthropology about the somatic and physical development of children and adolescents. *Mathematical Morphology: electronic mathematical and biomedical journal*, 1999, vol. 3, no. 2, pp. 165-167. (in Russ.)
10. Sheikh-Zade Yu.R., Baibakov S.E., Bakhareva N.S., Chuprunova N.S. Key questions of human physique theory. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2014, no. 4, pp. 31-41. (in Russ.)
11. Eysenck H.J. The Rees-Eysenck body index and Sheldon's somatotype system. *The Journal of mental science*, 1959, vol. 105, pp. 1053-1058. DOI: 10.1192/bjp.105.441.1053.
12. Parnell R.W. The Rees-Eysenck body index of individual somatotypes. *The Journal of mental science*, 1957, vol. 103(430), pp. 209-213. DOI: 10.1192/bjp.103.430.209.
13. Martirosov E.G., Rudnev S.G., Nikolaev D.V. Application of anthropological methods in sports, sports medicine and fitness: a study guide. Moscow: Fizicheskaya kul'tura, 2010. 120 p. (in Russ.)
14. Chernorutskij M.B. The doctrine of the constitution in the internal medicine clinic. Materials of the 7th Congress of Russian Physicians. Leningrad, 1925. pp. 304-312. (in Russ.)
15. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. Technologies and methods for determining the human body composition. Moscow: Nauka, 2006. 248 p. (in Russ.)
16. Willis E.A, Herrmann S.D, Ptomey L.T, Honas J.J, Bessmer C.T., Donnelly J.E., Washburn R.A.

Predicting resting energy expenditure in young adults. *Obes Res Clin Pract*, May-Jun 2016, vol. 10(3), pp. 304-314. DOI: 10.1016/j.orcp.2015.07.002. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26210376; PMCID: PMC5867535.

17. Du Bois D., Du Bois, E.F. Clinical calorimetry. Tenth paper. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch. Intern. Med*, 1916, vol. XVII, pp. 863-871

18. Guba V.P., Presnyakov V.V. Mathematical processing methods of the results of sports and pedagogical research: a learning and methodological guide. Moscow: Chelovek, 2015. 288 p. (in Russ.)

19. Ghosh S., Dosaev T., Prakash J, Livshits G. Quantitative genetic analysis of the body composition and blood pressure association in two ethnically diverse populations. *American J. of Physical Anthrop*. 2017, vol. 162(4), pp. 701-714. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.23161

20. Sheikh-Zade Yu.R. Morphometric determination of gender differences in the body type of twenty-year-old persons. *Morfologiia,* 2012, vol. 142, no. 6, pp. 077-081. (in Russ.)

21. Buckey J.C. Central venous pressure. In: Gravity and the Lung: Lessons from Microgravity. Ed. by Prisk G.K, West JB, Paiva M. New York: Marcel Dekker, 2001. DOI: 10.1201/b15295-11.

22. Nevill A.M., Stewart A.D., Olds T., Holder R. Are adult physiques geometrically similar? The dangers of allometric scaling using body mass power laws. *Am. J. Phys. Anthropol*, 2004, vol. 124, pp. 77-182. DOI: https://doi.org/10.1002/ajpa.10351.

23. White C.R. Seymour R.S. Mammalian basal metabolic rate is proportional to body mass. *Proc Natl. Acad. Sci. USA*, 2003., vol. 100, pp. 4046-4049.

24. Cramer M.N., Jay O. Selecting the correct exercise intensity for unbiased comparisons of thermoregulatory responses between groups of different mass and surface area. *J. Appl. Physiol*, 2014, vol. 1985(116), pp. 1123-1132

25. Loehr J.A., Guilliams M.E., Petersen N., Hirsch N., Kawashima S., Ohshima H. Physical training for long-duration spaceflight. *Aerosp. Med. Hum. Perform*, 2015, vol. 86, pp. A14-A23

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Борисовна Кукоба – кандидат педагогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник НИИЛ 4 управления, ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, Московская область; доцент кафедры спортивных дисциплин и методик их преподавания Московского педагогического университета, Московский педагогический университет, Москва, e-mail: T.Kukoba@gctc.ru.

Кирилл Сергеевич Киреев – кандидат медицинских наук, заместитель начальника 4 управления (по медицинским испытаниям и исследованиям) – начальник 40 отдела – врач-анестезиолог-реаниматолог, ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, Московская область, e-mail: K.Kireyev@gctc.ru.

Борис Васильевич Бурдин – кандидат технических наук, начальник НИИЛ 4 управления, старший научный сотрудник ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, Московская область, e-mail: V.Burdin@gctc.ru.

Максим Михайлович Харламов – кандидат экономических наук, начальник ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, Московская область, e-mail: M.Kharlamov@gctc.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tat'yana Borisovna Kukoba – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the 4th Administration Office Research Laboratory, Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj Gorodok, Moscow Region; Associate Professor of the Department of Sports Disciplines and Teaching Methods, Moscow State Pedagogical University, Moscow, e-mail: T.Kukoba@gctc.ru.

Kirill Sergeevich Kireev – Candidate of Medical Sciences, Deputy Head of the 4th Administration Office (for Medical Experiments and Research), Head of the 40th Department, Critical Care Medicine Physician, Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj Gorodok, Moscow Region, e-mail: K.Kireyev@gctc.ru.

Boris Vasil'evich Burdin – Candidate of Technical Sciences, Head of the 4th Administration Office Research Laboratory, Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj Gorodok, Moscow Region, e-mail: M.Kharlamov@gctc.ru.

Maksim Mikhajlovich Kharlamov – Candidate of Economical Sciences, Director, Gagarin State Scientific Research and Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj Gorodok, Moscow Region, e-mail: M.Kharlamov@gctc.ru.

Для цитирования: О физическом развитии космонавтов разного соматотипа / Т.Б. Кукоба, К.С. Киреев, Б.В. Бурдин, М.М. Харламов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_9

For citation: Kukoba T.B., Kireev K.S., Burdin B.V., Kharlamov M.M. On physical development of astronauts with different somatotype. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_07_01_9