

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

Б.С.Савельев

Россия, предприятие "БИОМ"

В докладе рассматриваются вопросы построения искусственной силы тяжести в условиях невесомости на основе биомеханических исследований в процессе физической подготовки, направленной на профилактику неблагоприятных факторов антиортостатической 370-суточной гипокинезии.

Труды Второй Междунар. науч.-технич. конф. Актуальные проблемы фундаментальных наук: -М.: Техносфера-информ, 1994. -С. 54.

Естественные факторы внешней среды, предопределившие функции человека, состоят из: сил гравитации, электромагнитных полей, радиационных воздействий, переменных влияний температуры и давления, газовой среды, внешних физико-химических веществ. Наибольшее влияние на формирование человека и, особенно, на его двигательные функции оказывает гравитация (2). Поэтому исследования в условиях невесомости и антиортостатической гипокинезии (АНОГ), моделирующей невесомость в условиях гравитации, направлены на изучение влияния силы тяжести на организм и на построение искусственной среды, заменяющей действие естественных сил гравитации.

Традиционно под искусственной силой тяжести (ИСТ) понимается использование центростремительного ускорения за счет вращения космических систем, о чем говорил К.Э.Циолковский. Однако в практике пилотируемых полетов отсутствие силы тяжести компенсируется физической тренировкой, рассматриваемой, с одной стороны, в качестве основного средства профилактики отрицательных факторов невесомости, а с другой, как средство физиологической адаптации к условиям невесомости. При этом отсутствует биомеханический анализ компонентов среды человека, сформированной силой тяжести. Это обстоятельство не способствует конструированию подобной среды в иных условиях. Другой подход у биомеханической адаптации, которая осуществляется благодаря явлению миомодуляции упруговолновой активности мышц человека под воздействием периодических внешних механических импульсов со стационарной спектральной структурой (1).

Недостаточность биомеханического подхода к проблемам адаптации космонавтов к невесомости побудила нас разработать комплекс биомеханических тренажеров с целью апробации в эксперименте "Гипокинезия-370". Предполагалось, что в рамках биомеханического спектра человека внешние периодические воздействия в процессе тренировки могут выполнять функции силы тяжести и управлять процессом адаптации человека к условиям

гипокинезии, а значит и к условиям невесомости.

В отличие от известных устройств (3), изучающих влияние вибрации на активные биомеханические звенья и сосредоточенных в основном на биомеханической стимуляции (БМС) внутримышечной гемодинамики, пневматические тренажеры нашей конструкции преследовали цель изучения биоэнергетики мышечного сокращения.

Чтобы исключить существенное влияние гемодинамики на процесс мышечного сокращения, был сконструирован кистевой пневматический эспандер, режим колебания которого позволял стимулировать мышцы упругими импульсами с частотой 1-35 Гц и продолжительностью 1 сек с паузой между вибрационными воздействиями от 1 до 8 сек. Такая структура БМС служила гарантией того, что биомеханическая стимуляция не запустит на полную мощность в мышцах кисти и предплечья инерционный механизм гемодинамики. Наблюдения за кистевой динамометрией испытуемых в условиях 180-240 суток гипокинезии показали, что сила мышц кисти в результате тренировки на пневмоэспандере возросла в среднем на 9 кг. Улучшение у испытуемых в условиях АНОГ кальцевого метаболизма также подтвердило тот факт, что упругие колебания могут стимулировать не только гемодинамику, но и АТФазную активность миофибрилл.

Исследование структуры АТФазной активности миофибрилл в процессе вибростимулирования мышечного сокращения способствовало выяснению биомеханизма распространения упругих волн в мышечной ткани. Упругие волны распространяются по компонентам ткани, в которых наблюдается наименьшее рассеивание энергии растяжения мышц. К таким компонентам относится саркоlemma мышечных волокон, включающая в свой состав тонкие коллагеновые нити. Так как коллагеновые волокна имеют наибольшую прочность из всех компонентов мышечной ткани, то диссипация энергии распространяющихся волн по саркоlemma будет наименьшая, а скорость волн наибольшая. Таким образом, важной проблемой АТФазной активности миофибрилл является биомеханизм взаимодействия бегущей упругой волны по мембране саркомера с сокращающимися мышечными волокнами, а также с актомиозиновым комплексом. Анализ напряженно-деформированного состояния саркомера показывает, что внешние продольные уединенные волны, порожденные в условиях биомеханических тренажеров, воздействуют на миофибриллы не только в продольном направлении, но и в поперечном. Возникновение поперечных волн, вызывая сближение актина с миозином, способствует расщеплению АТФ. Но следующий за этим моментом процесс сокращения саркомера увеличивает расстояние между нитями актина и миозина. В результате БМС АТФазной активности миофибрилл при продольном растяжении саркомера происходит увеличение его поперечных размеров. При этом коэффициент Пуассона принимает отрицательное значение.

Следует отметить, что внешние упругие волны не только регулируют

биоэнергетику мышечной ткани, но и способствуют формированию биополя человека. Одним из показателей биополя человека является способность к биомагнетизму, то есть способность удерживать различные предметы за счет примагничивания их к телу человека. Выявлено, что магнитные свойства материалов не определяют силу притяжения предметов к телу. Так, например, алюминий, медь, железо удерживаются с одинаковой силой. Золото, серебро, агат удерживаются наиболее успешно. Удержание облегчается, если масса предмета увеличивается. Интерес представляет удержание материалов органической природы, имеющих естественную биологическую защиту. Например, дерево, если оно очищено и гладкое, то эффект биомагнетизма не вызывает.

В экспериментальных исследованиях обнаружено, что способность биомеханического звена к биомагнетизму повышается, если активное звено стимулируется упруговолновым воздействием. Причем на фоне возрастания амплитуды колебаний звена в 2-3 раза сила биомагнетизма увеличивается. Колебания мышц (подобные тремору) вопреки физическим законам препятствуют падению "прилипшего", например, вертикально предмета к телу человека. Таким образом, биомеханическая ИСТ через биоэнергетику мышц может быть использована в условиях невесомости для формирования и развития способности к биомагнетизму. Это обстоятельство может способствовать надежному захвату предметов в условиях невесомости.

В общебиологическом смысле возможность биомеханического моделирования силы гравитации основывается на том, что двигательная рецепция организмом человека внешней и внутренней среды возможна только в соответствии со своей биомеханической активностью и запрограммированными резонансными свойствами внешней среды. В связи с явлением биомеханического резонанса и способом стимулирования АТФазной активности миофибрилл силовое взаимодействие с внешней средой только тогда повышает двигательную активность (и, как следствие, повышает активность функциональных систем, обслуживающих двигательную деятельность), если частота внешних периодических силовых воздействий принадлежит, на наш взгляд, преимущественно интервалу от 1 до 35 Гц. Из этого следует важный методологический вывод о том, что стабильность внешних силовых проявлений, обусловленных силой гравитации, рецептируется функционирующим опорно-двигательным аппаратом человека в форме нелинейных низкочастотных воздействий. Значит, чтобы вызвать в организме человека следовые процессы от силы гравитации, необходимо реализовать с помощью внешней среды воздействия упругих колебаний на активные биомеханические звенья в диапазоне частот биомеханического спектра.

Следовательно, если даже и будет решена технически задача использования центростремительного ускорения для создания ИСТ, проблема

биомеханического моделирования силы гравитации для продолжения эволюции человека останется. И, упрощенно, она будет заключаться в управлении упруговолновым внешним воздействием двигательной активностью с целью формирования и поддержания адекватного среде индивидуального биомеханического спектра.

ЛИТЕРАТУРА :

1. Агашин Ф.К. Структуризация биопотенциальной энергии в волновых биомеханических процессах // В сб.: Вопросы безопасности, психогигиены, психофизиологии труда в угольной промышленности. -Вып 4, М., 1982 - С. 223-229.
2. Газенко О.Г., Григорьев А.И., Егоров А.Д. Человек в невесомости // В кн.: Гагаринские научные чтения по космонавтике и авиации. 1985 г. М.: Наука, 1986. С.51-63.
3. Назаров В.Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды. -Минск: Полымя, 1986. -95 с.

ООО "БИОММЕДСЕРВИС" <http://biomwave.com>

ООО "БИОММЕДСЕРВИС" <http://biomwave.com>

ООО "БИОММЕДСЕРВИС" <http://biomwave.com>