

# **ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ПРОФИЛАКТИКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭФФЕКТОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА НА ПЛАЗМЕННЫЙ КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯЦИИ АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА**

**Кузичкин Д.С., Кочергин А.Ю.**

Федеральное Государственное бюджетное учреждение  
науки Государственный научный центр РФ – Институт  
медико-биологических проблем РАН

## **Факторы космического полета:**

перегрузки, невесомость, гиподинамия, повышенный радиационный фон, микроклимат, шум вибрация, изменение дневной периодики, изоляция, пребывание в замкнутом пространстве, снижение напряженности магнитного поля.

## **Физиологические эффекты**

(оказываемые факторами космического полета):

перераспределение жидких средств организма, гемоконцентрация, изменение реологических характеристик крови, развитие психофизиологического напряжения, атрофические и функциональные изменения скелетно-мышечной системы, перестройка регуляторной деятельности ЦНС и др.

# Наземные модельные эксперименты, имитирующие влияние факторов космического полета

## Изоляция в гермообъеме



- Данный эксперимент позволяет воссоздать условия изоляции и нахождения в замкнутом пространстве, имитировать гиподинамию, корабельную операторскую деятельность, дает возможность применения и исследования методов профилактики и компенсации гиподинамии на организм



Наземные модельные эксперименты,  
имитирующие влияние факторов космического полета

# Антиортостатическая гипокинезия



- Постельный режим в положении тела с отрицательным углом наклона относительно горизонта, что сопровождается перераспределением жидких сред организма близким к таковому в невесомости.

Наземные модельные эксперименты,  
имитирующие влияние факторов космического полета

# «Сухая» водная иммерсия



- модельный эксперимент, связанный с погружением тела человека (за исключением головы) в емкость, наполненную водой и покрытую водонепроницаемой пленкой. Тело приобретает практически горизонтальное положение и находится чуть ниже поверхности воды. Таким образом, кроме эффекта гиподинамии достигается перераспределение опорной нагрузки на большую площадь поверхности тела по сравнению с гипокинезией на твердой поверхности.



# Методы компенсации

неблагоприятных эффектов факторов космического полета:



Физические нагрузки



Электростимуляция мышц



«Вакуумные»  
костюмы



Механическая стимуляция стопы



Фармакологические мет



## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

исследование плазменного компонента системы регуляции агрегатного состояния крови у испытуемых-добровольцев наземных модельных экспериментов, имитирующих воздействие факторов космического полета на организм человека с применением мер профилактики и компенсации этого воздействия.

# СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА С 21-ЧАСОВОЙ АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ГИПОКИНЕЗИЕЙ (АНОГ с углом наклона -15°)

8 испытуемых мужского пола. Возраст: 20-40. Последовательные серии по 8 человек.  
Период восстановления между сериями - 7 дней

Ход эксперимента	1 серия	2 серия	3 серия
Фон (-1 час)	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови
13 часов АНОГ	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови
14 часов АНОГ	Лазикс	Лазикс	Лазикс
16 часов АНОГ	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови
16 – 17 часов АНОГ		Стерофундин	Венофундин
17 часов АНОГ		Взятие крови	Взятие крови
20 часов АНОГ	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови

\***Лазикс** (фуросемид) – диуретик, 20 мг, внутривенно.

\***Стерофундин** ( $\text{Na}^+$  140 ммоль/л,  $\text{K}^+$  4 ммоль/л,  $\text{Ca}^{2+}$  2,5 ммоль/л,  $\text{Mg}^{2+}$  1 ммоль/л,  $\text{Cl}^-$  127 ммоль/л, ацетат 24 ммоль/л, малат 5 ммоль/л), внутривенно, 500 мл.

\***Венофундин** (гидроксиэтилированный крахмал (130 kDa, степень гидроксипропилирования = 0,42) 60 г/л, NaCl 9 г/л), внутривенно, 500 мл.



# СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА С 7-СУТОЧНОЙ «СУХОЙ» ВОДНОЙ ИММЕРСИЕЙ

15 испытуемых мужского пола в возрасте 20-30 лет были разделены на 3 группы по 5 человек

Ход эксперимента	1 группа	2 группа	3 группа
Фон (-7 суток)	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови
1 – 6 сутки		Механическая стимуляция стопы	Электромио-стимуляция
3-и сутки	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови
7-е сутки	Взятие крови	Взятие крови	Взятие крови

Механическая стимуляция стопы осуществлялась компенсатором опорной разгрузки в период иммерсионного воздействия ежедневно в течение 6 часов с чередованием режима “медленной ходьбы” (60 “шагов”/мин – 10 мин), “быстрой ходьбы” (90 “шагов”/мин – 10 мин) и отдыха (40 мин).

Высокочастотная электростимуляция мышц голени и бедра длительностью 30-60 мин/день проводилась в течение шести дней в индивидуальном режиме для каждого испытуемого (100-150Гц, 10-15 мА).

# СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА СО 120-СУТОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

В эксперименте со 120-суточной изоляцией в гермообъеме принимали участие шесть испытуемых-добровольцев обоего пола в возрасте от 27 до 46 лет. Исследование содержало обширную программу профилактических физнагрузок, направленную на изучение динамики работоспособности человека в результате воздействия различных тренировочных режимов, в условиях сниженного уровня двигательной активности при нахождении в гермообъеме. Тренировки строились по принципу 4-х дневных микроциклов (три дня физических тренировок, четвертый день – отдых), объединенных в блоки по 4 микроцикла, и выполнялись интервальным и равномерным методами на пассивной и активной беговых дорожках. Взятие венозной крови проводилось в фоновом периоде за 28 суток до начала эксперимента, на 37, 63, 120-е сутки изоляции.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:**

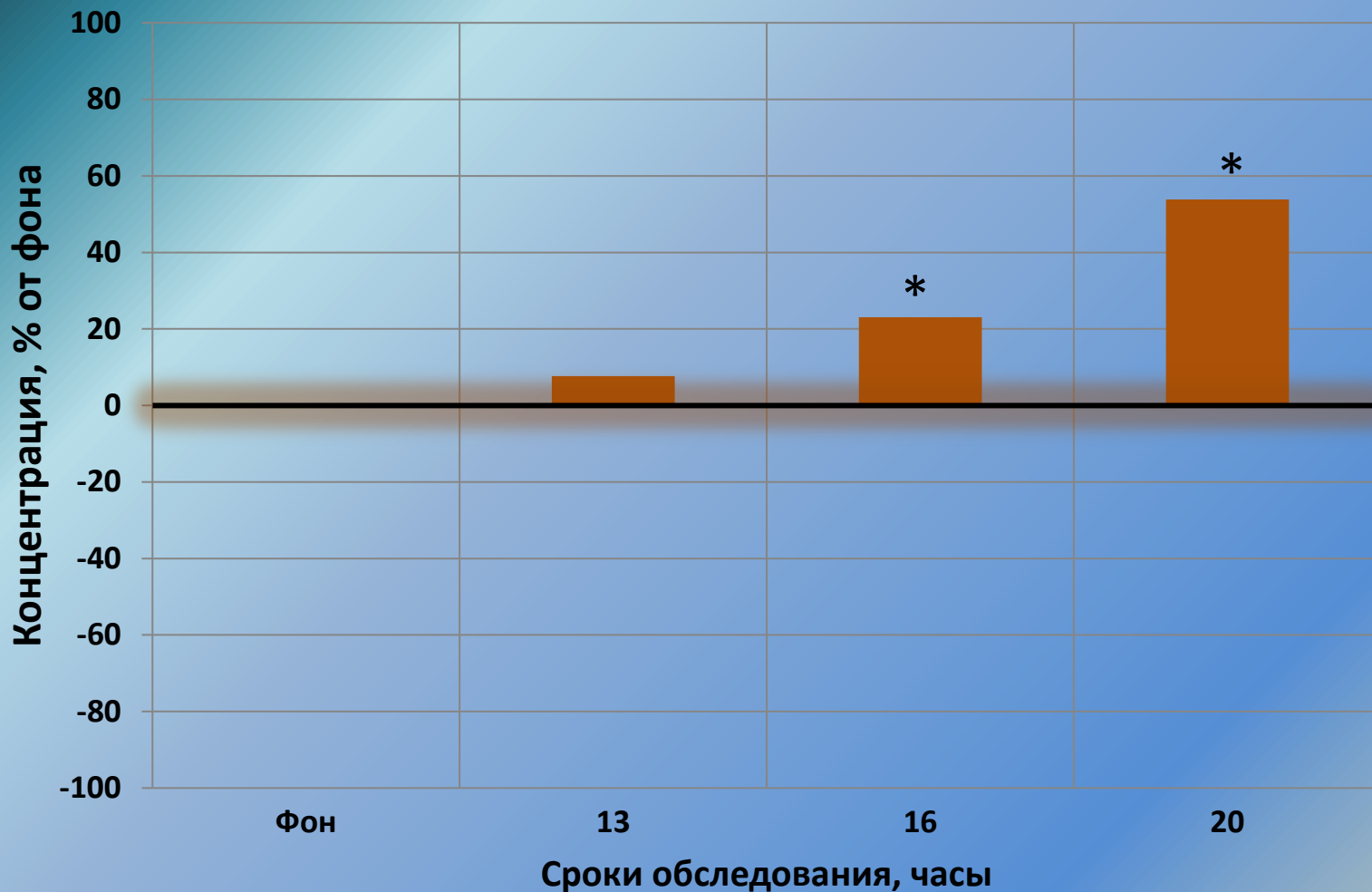
В цитратной плазме обследуемых определяли активированное частичное тромбопластиновое время, международное нормализованное отношение, тромбиновое время, концентрации фибриногена и плазминогена,  $\alpha$ 2-антиплазмина, антитромбина III, протеина С на автоматическом коагулометре Sysmex CA-1500, используя клоттинговые и хромогенные и иммунологические методы. Определение содержания растворимых фибрин-мономерных комплексов проводили паракоагуляционным методом.

## **СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ:**

Статистическую обработку полученных данных проводили методами вариационной статистики с применением пакета прикладных программ Statistica for Windows (США) с помощью критерия Уилкоксона.

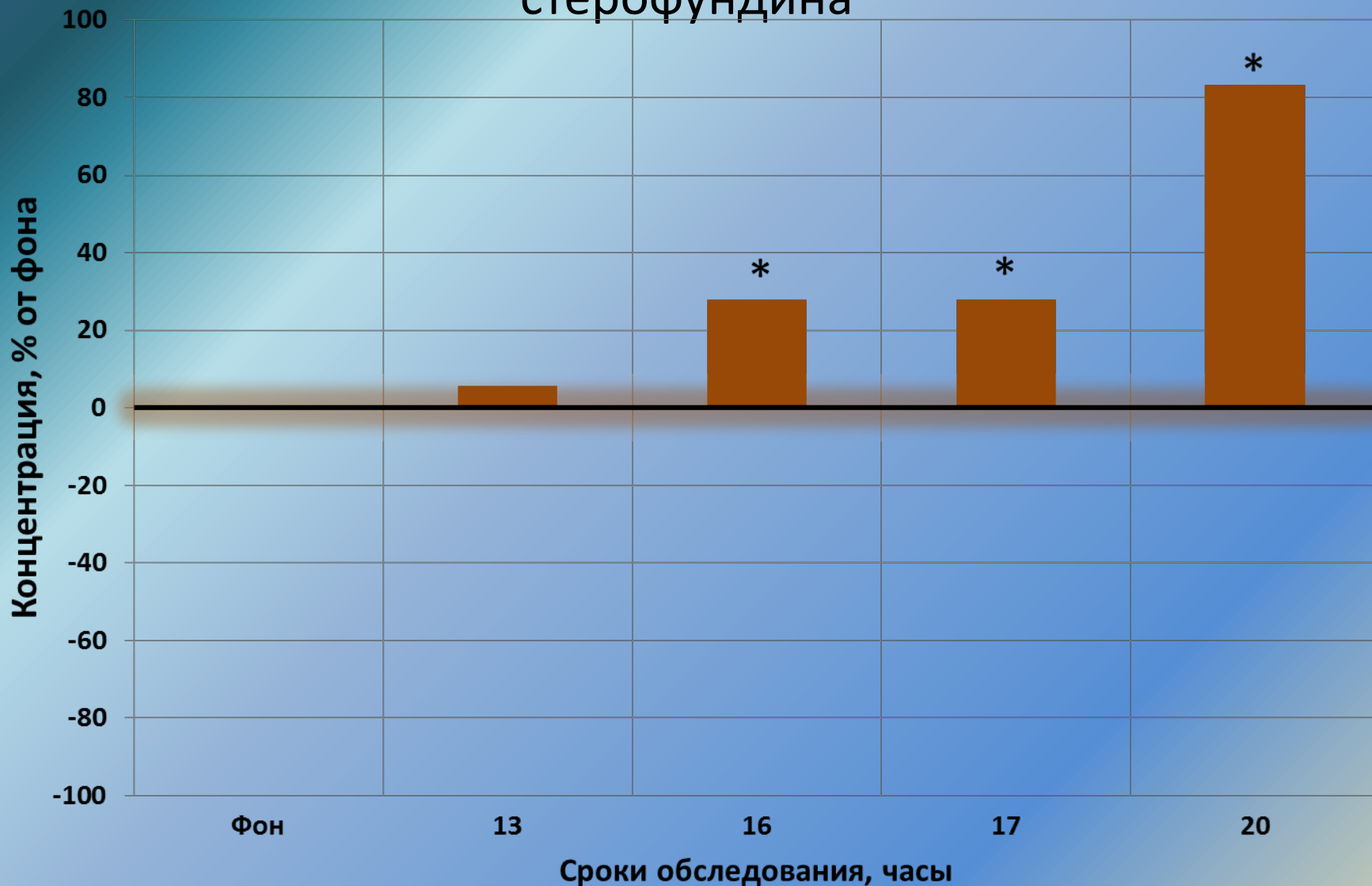


# Динамика изменения уровня растворимых фибрино-мономерных комплексов (РФМК) в серии эксперимента с антиортостатической гипокинезией без компенсации дегидратации организма



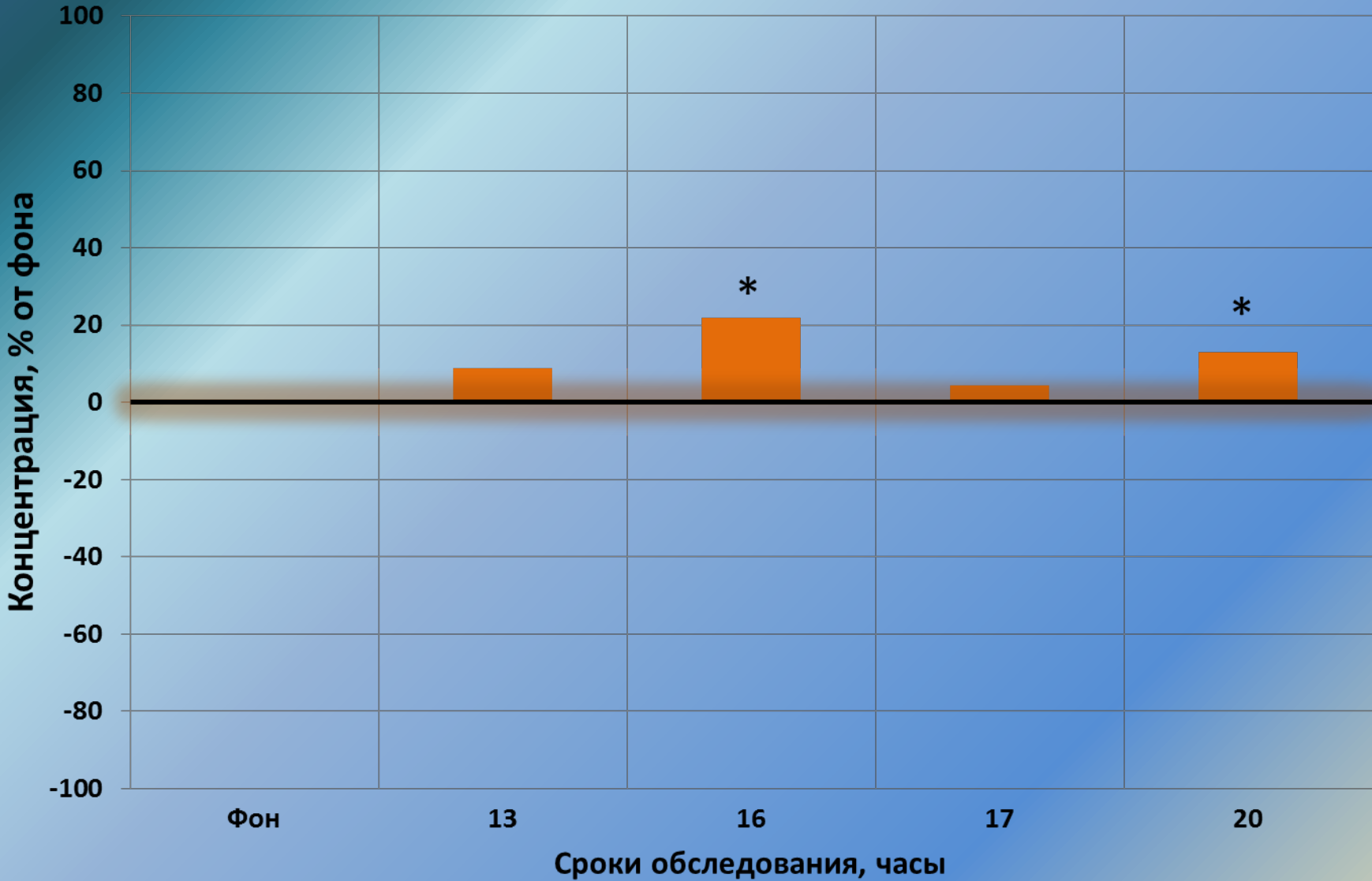
\* - отличие от фона по Уилкоксоу,  $p < 0,05$

# Динамика изменения уровня растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) в серии эксперимента с антиортостатической гипокинезией с введением стерофундина



\* - отличие от фона по Уилкоксоу,  $p < 0,05$

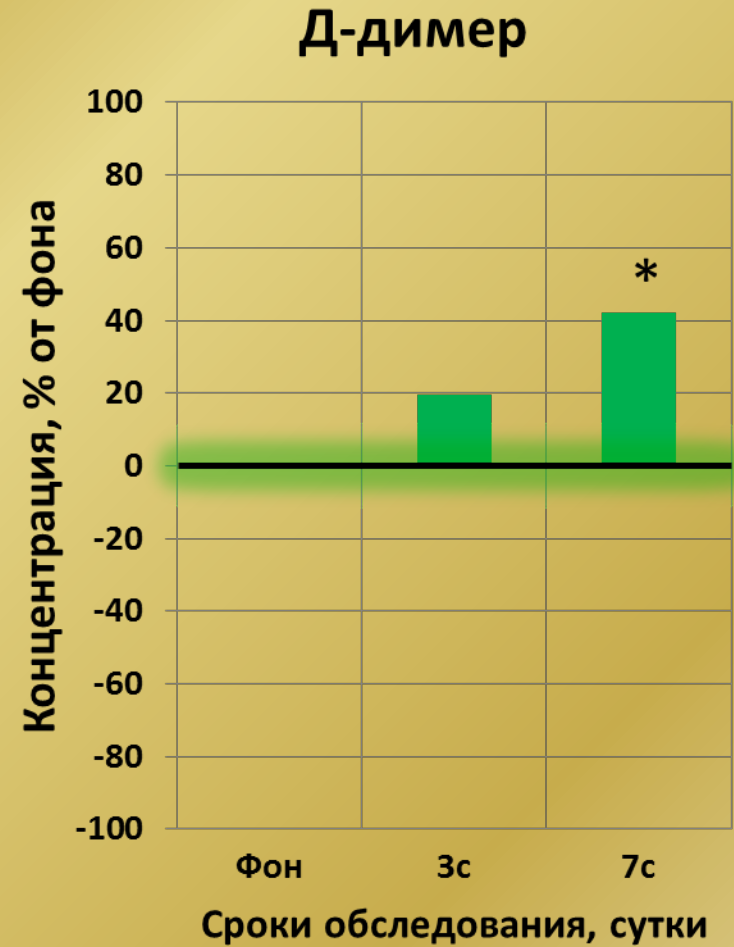
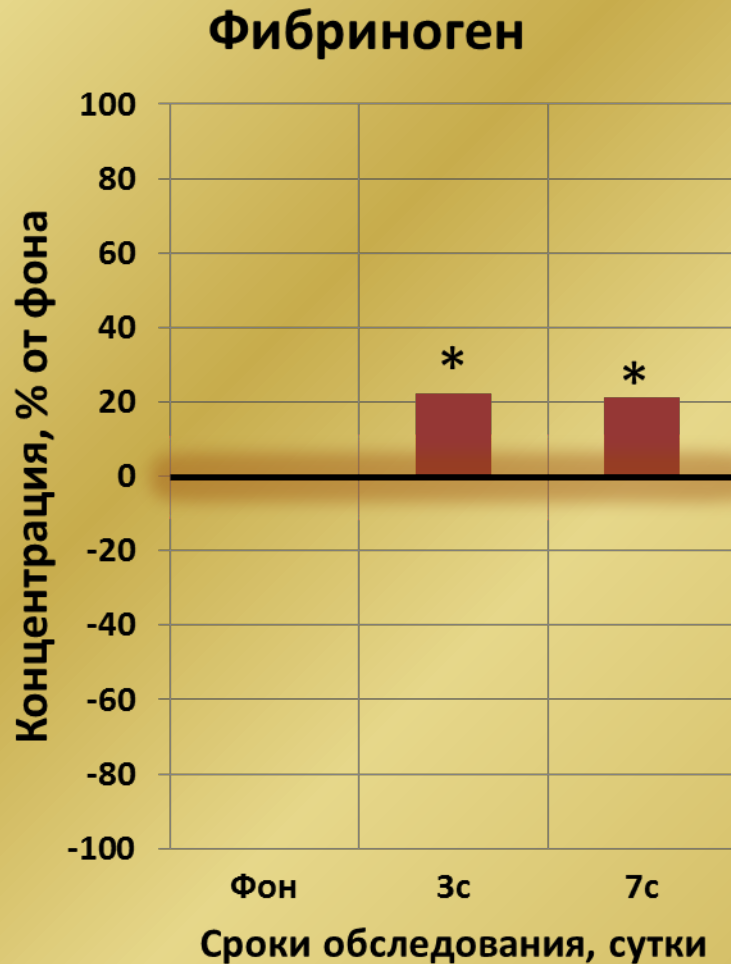
# Динамика изменения уровня растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) в серии эксперимента с антиортостатической гипокинезией с введением венофундина



\* - отличие от фона по Уилкоксоу,  $p < 0,05$

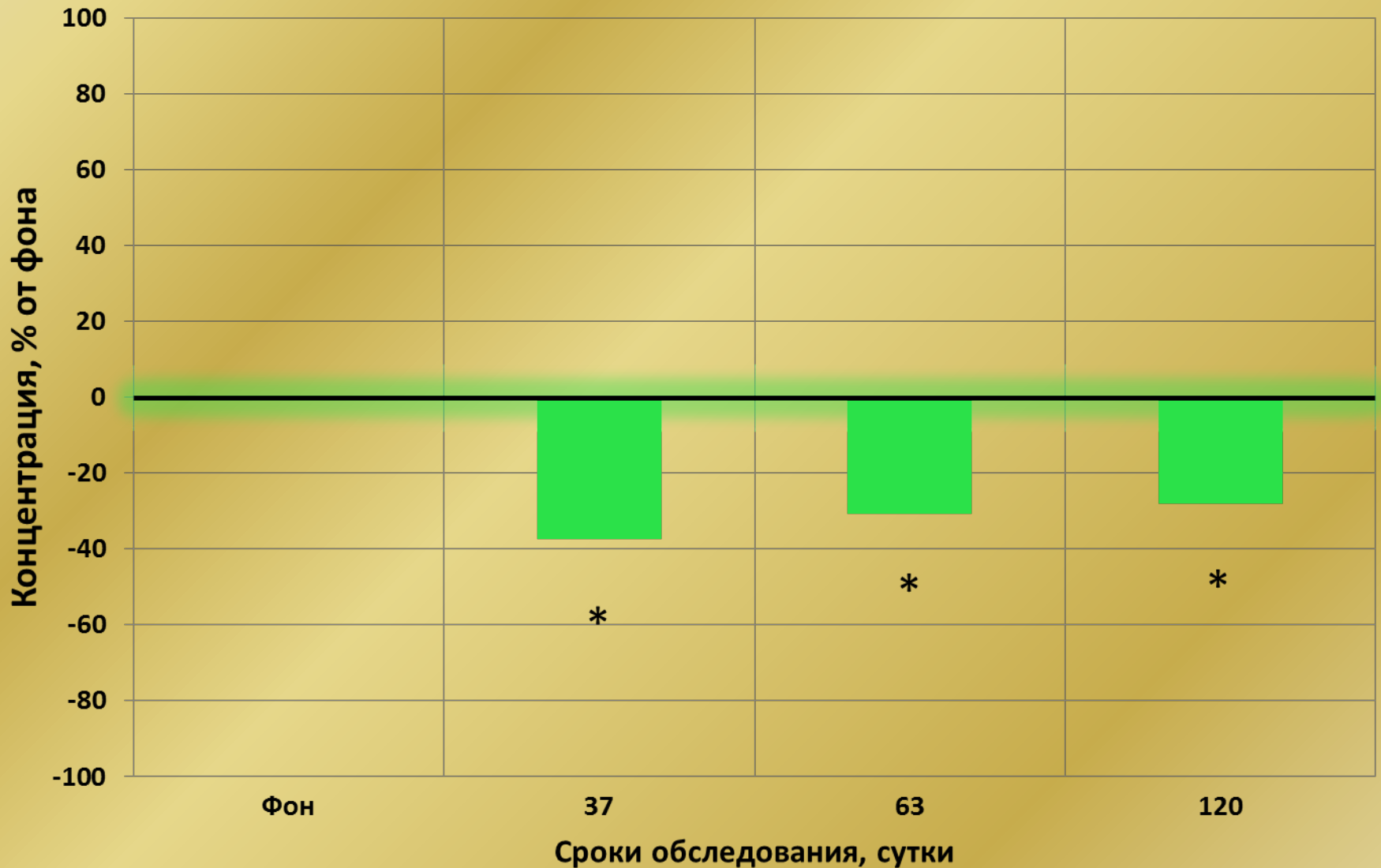


# Динамика изменения уровней фибриногена и Д-димера в эксперименте с иммерсией в группе с применением электромиостимуляции



\* - отличие от фона по Уилкоксоу,  $p < 0,05$

# Динамика изменения уровня Д-димера в эксперименте со 120-суточной изоляцией



\* - отличие от фона по Уилкоксоу,  $p < 0,05$

## Выводы:

- Условия 21-часовой антиортостатической гипокинезии в сочетании с введением диуретика способствуют ускорению процесса фибринообразования. Введение стерофундина не предотвращает эту тенденцию. Введение венофундина способствует снижению прокоагулянтного потенциала. Возможно, что для достижения более выраженного гипокоагуляционного эффекта целесообразно использование гидроксипропилированных крахмалов с более высокой молекулярной массой и степенью гидроксипропилирования.
- В ходе 7-суточной «сухой» водной иммерсии без дополнительных воздействий и с применением механической стимуляции стопы не наблюдается признаков активации фибринообразования. Применение электромиостимуляции во время иммерсии способствует повышению прокоагулянтного потенциала, активации процессов свертывания крови и фибринолиза.



## Выводы:

- Комплекс факторов изоляции в сочетании с физическими нагрузками способствует снижению уровня фибринообразования и соответственно фибринолиза. По-видимому, в отсутствие перегрузок выведения и спуска с орбиты, перераспределения жидких сред организма в условиях невесомости, более низкого уровня психофизиологического напряжения наблюдается значительный профилактический эффект комплекса физических нагрузок при рациональном режиме их проведения. Данный тип профилактики оказывает благоприятный эффект на состояние плазменного компонента системы регуляции агрегатного состояния крови и позволит повысить устойчивость организма к действию факторов космического полета.

СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!