

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,  
Центр коррекции функционального состояния человека*

***ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАНЕВОЙ  
МИКРОГЕМОДИНАМИКИ ПРИ  
ОДНОКРАТНОМ И КУРСОВОМ  
ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (ЭМИ КВЧ)***

*д.б.н., профессор Чуюн Е.Н.,*

*аспирант Трибрат Н.С.*

*к.б.н., доцент Раваева М.Ю.*

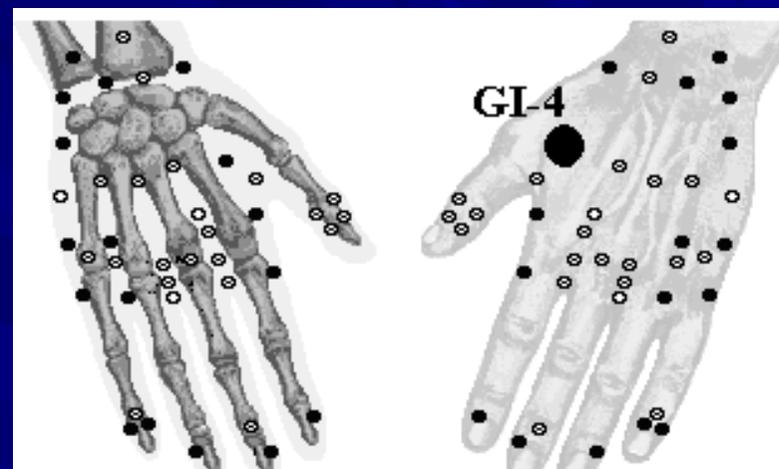
*Симферополь, 2009*

**Цель: исследовать изменение показателей  
микроциркуляции крови под влиянием  
низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ**

# ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛДФ-ЗОНДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СЕРИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ КВЧ



## 1-ая экспериментальная серия



## 2-ая экспериментальная серия

Неинвазивная диагностика  
– черезкожный зонд.

Длина волны лазерного излучения 0,8 мкм

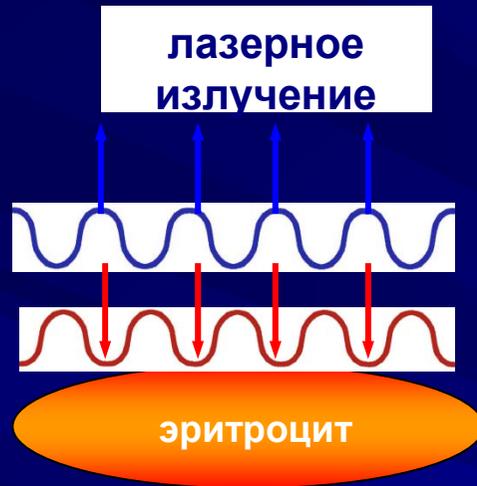
Глубина оптического зондирования  
составляет 1мм

Регистрируемый объем кровотока в  
микрососудах составляет 1мм<sup>3</sup>

Производство НПП «Лазма», Россия



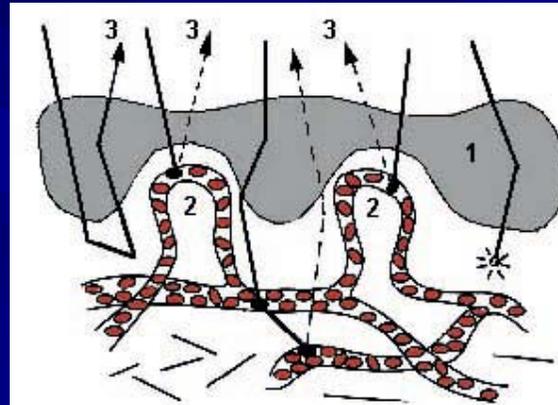
# ЛДФ: ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА



отраженная волна

падающая волна

эритроцит

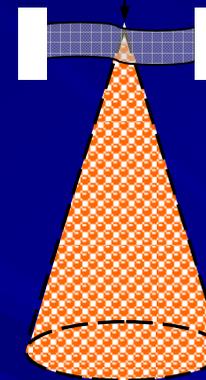


артериолы  
2–3 мм/с

капилляры  
0,3 мм/с

венулы  
2,5 мм/с

зондируемый  
объем ткани



$V \sim 1 \text{ мм}^3$   
 $N_{\text{эр}} \approx 30000$

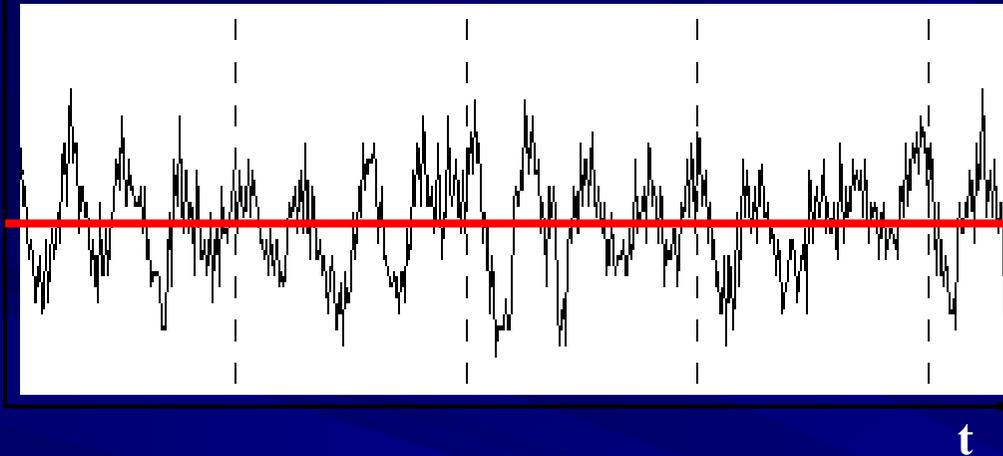
ЛДФ-сигнал  
пропорционален  
изменению  
потока крови  
Результат  
флоуметрии  
 $PM = N_{\text{эр}} \times V_{\text{ср}}$

# РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

## I. Диагностические параметры базального кровотока

ПМ

М

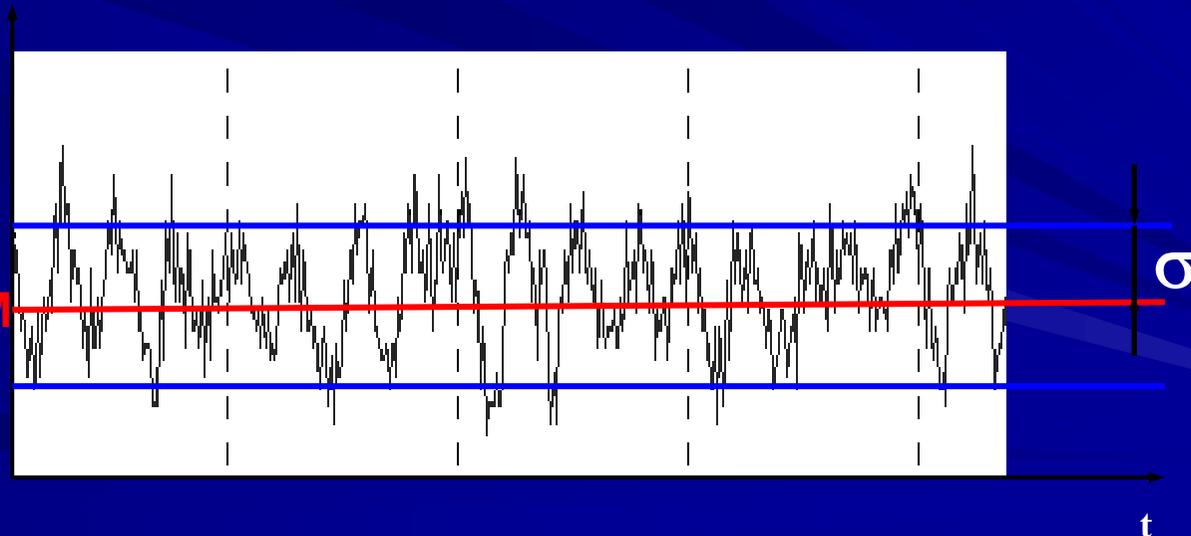


М – уровень перфузии, отражающий величину среднего потока крови (средне-арифметическое значение показателя микроциркуляции)

ПМ

М

σ

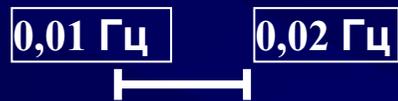


σ – уровень флукса или колебания перфузии относительно значения перфузии. Отражает среднюю модуляцию

К – коэффициент вариации =  $\sigma/M * 100\%$

# РИТМЫ КРОВотоКА

## Активные механизмы



эндотелиальная активность  
(синтез вазодилататоров)



нейрогенная активность  
(симпатическая регуляция)



миогенная активность  
(гуморальная регуляция)

## Пассивные факторы



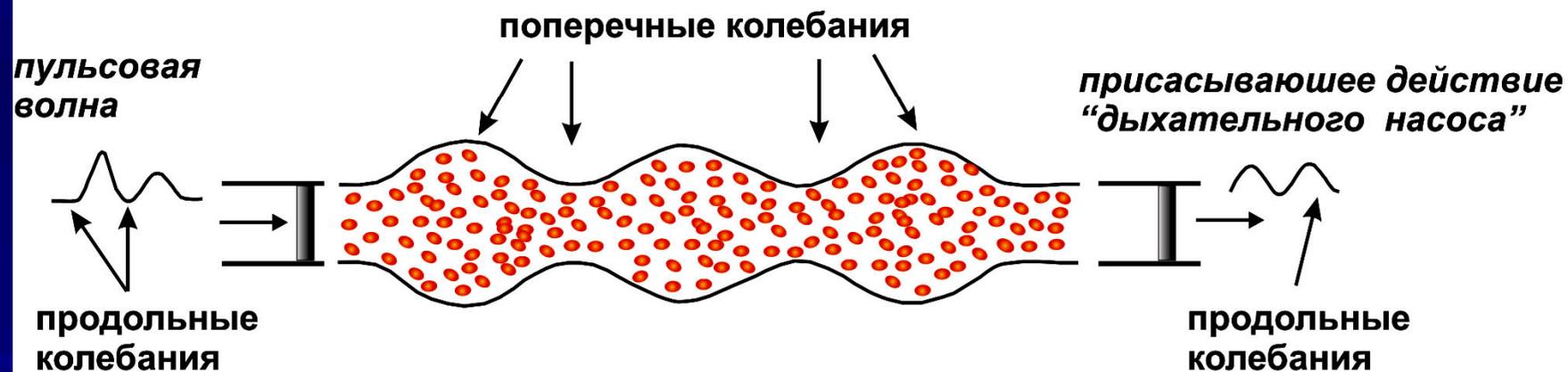
респираторный ритм  
(венулярный отдел, выход МКР)



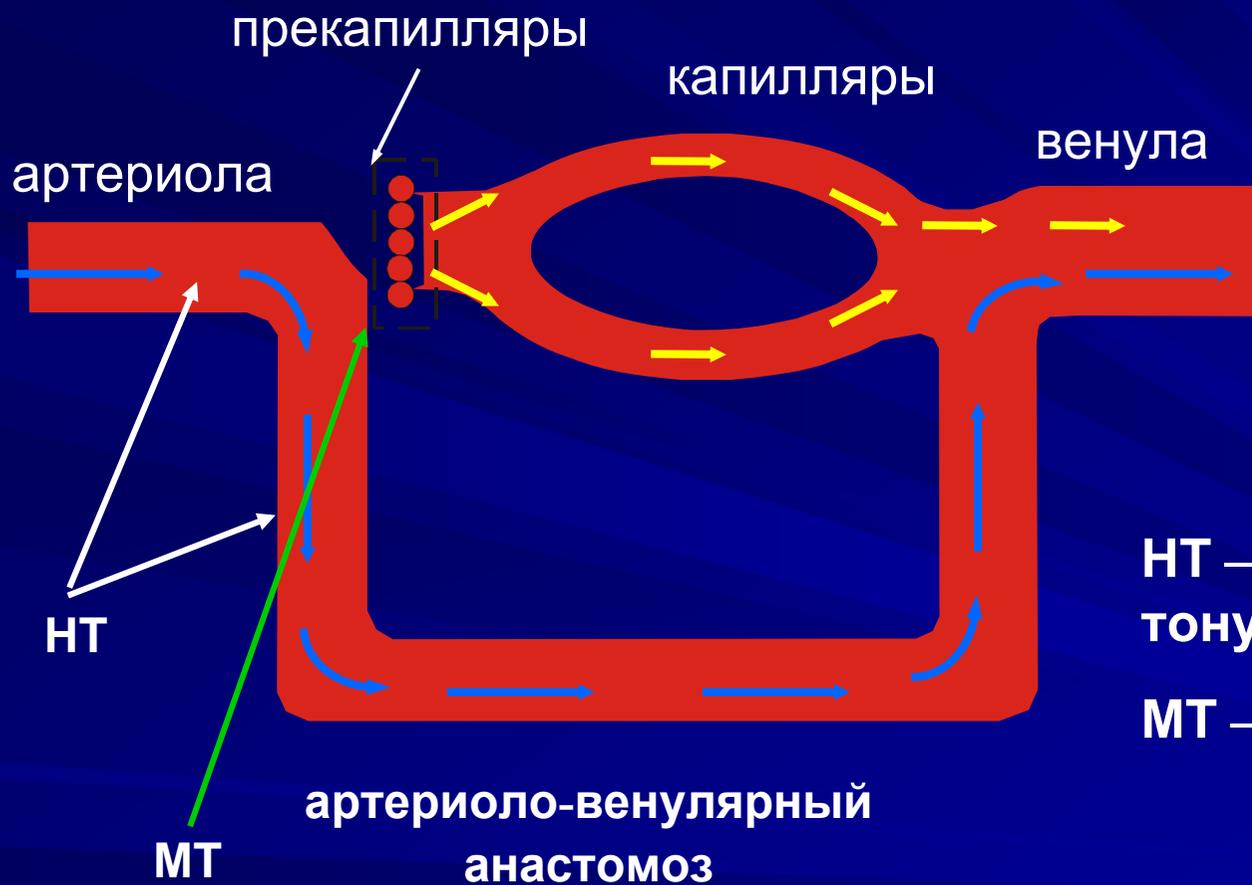
сердечный ритм (артериолярное звено, вход МКР)

# МОДУЛЯЦИЯ КРОВотоКА

**Активные факторы**  
(эндотелиальный, нейрогенный и миогенный механизмы)



# СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ КРОВОТОКОМ



НТ – нейрогенный  
тонус

МТ – миогенный тонус

# СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

1. Внутригрупповые различия между показателями микроциркуляции осуществлялись с помощью критерия Вилкоксона, межгрупповые различия осуществлялись с помощью критерия Манна-Уитни для выборок с распределением, отличным от нормального; а также критерием Стьюдента для выборок с нормальным распределением.

2. *Объемные показатели:*

Общий объемный кровоток (ООК)  $= (M * A_{\text{макс}} * A_c) / \text{СКО}$ ,

Объемный нутритивный кровоток (ОНК)  $= \text{ООК} / \text{ПШ}$

Объемный шунтовой кровоток (ОШК)  $= \text{ООК} - \text{ОНК}$ ,

где M – показатель перфузии, A макс – значение максимальной амплитуды, Aс – амплитуды пульсовых колебаний, СКО – среднее квадратичное отклонение.

3. *Коэффициент сдвига, (К, %):*

$K = (X_{\text{э}} - X_{\text{ф}}) / X_{\text{ф}} * 100\%$ ,

где Xэ – значения показателей микроциркуляции, зафиксированные при действии ЭМИ КВЧ; Xф – значения показателей микроциркуляции, зафиксированные до КВЧ-воздействия

$K = (K_{\text{эит}} - K_{\text{кит}}) / K_{\text{кит}} * 100\%$ ,

где Xэит – значения показателей микроциркуляции, зафиксированные в экспериментально измерительной точке; Xкит – значения показателей микроциркуляции, зафиксированные контрольно-измерительной точке.

## 1-КАНАЛЬНЫЙ АППАРАТ КВЧ. РАМЕД. ЭКСПЕРТ-01



### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Несущая частота электромагнитных колебаний излучателей – 42494 Гц

Плотность потока энергии на выходе каналов излучателей – 5-0,5 мВт/см<sup>2</sup>

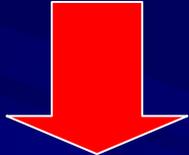
Длина волны – 7,1 мм

Экспозиция – 30 минут

Производство научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепропетровск;  
регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на  
применение в медицинской практике в Украине

# СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ВО ВРЕМЯ СЕАНСА КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ

**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭМИ КВЧ**  
(1-канальный излучатель  
“КВЧ. РАМЕД. ЭКСПЕРТ-01” в течение 30-ти минут)



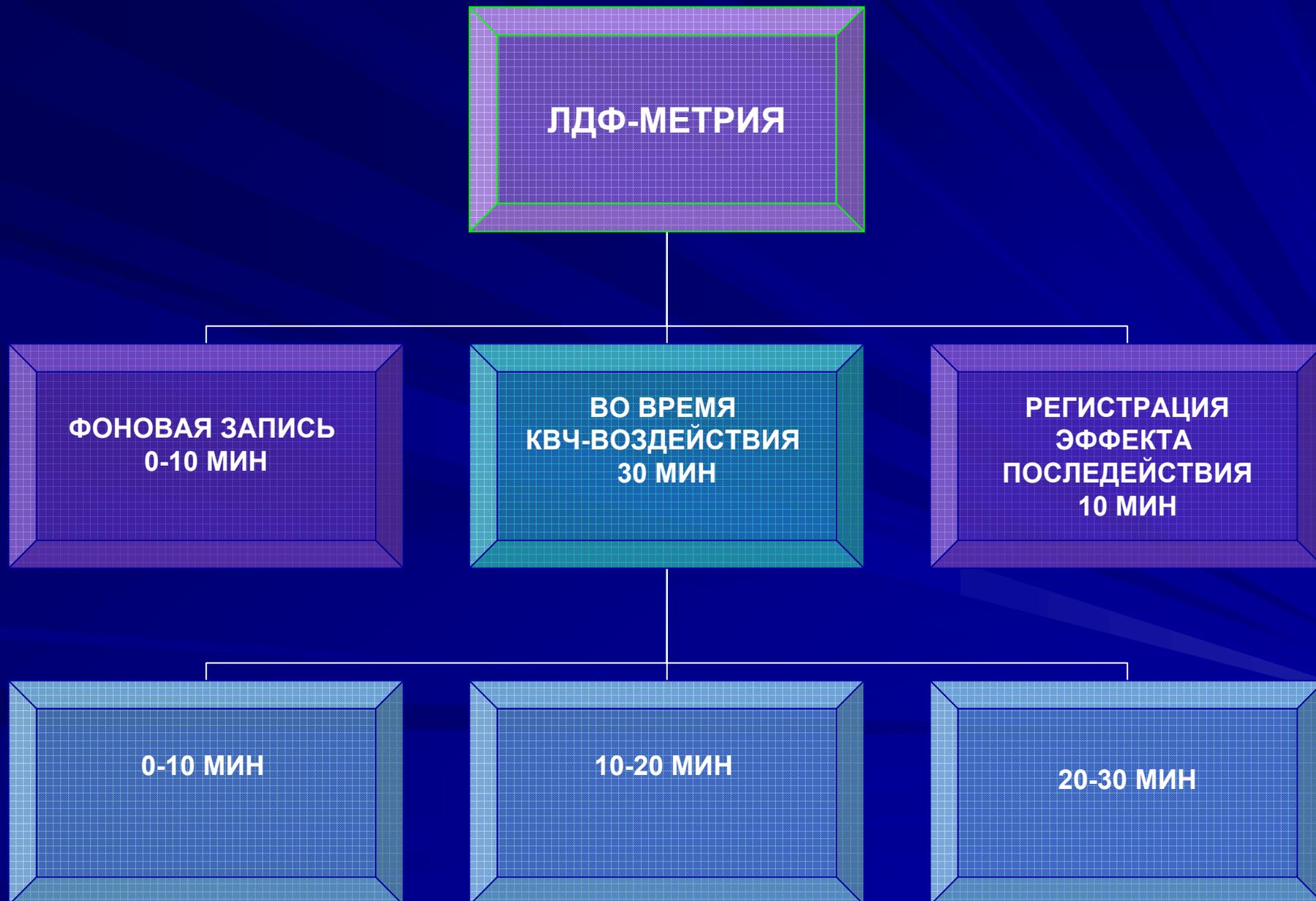
**ОБЛАСТЬ БАТ GI-4  
ПРАВОЙ РУКИ –**  
экспериментальная  
точка

**ОБЛАСТЬ БАТ GI-4  
ЛЕВОЙ РУКИ –**  
контрольно-измерительная  
точка

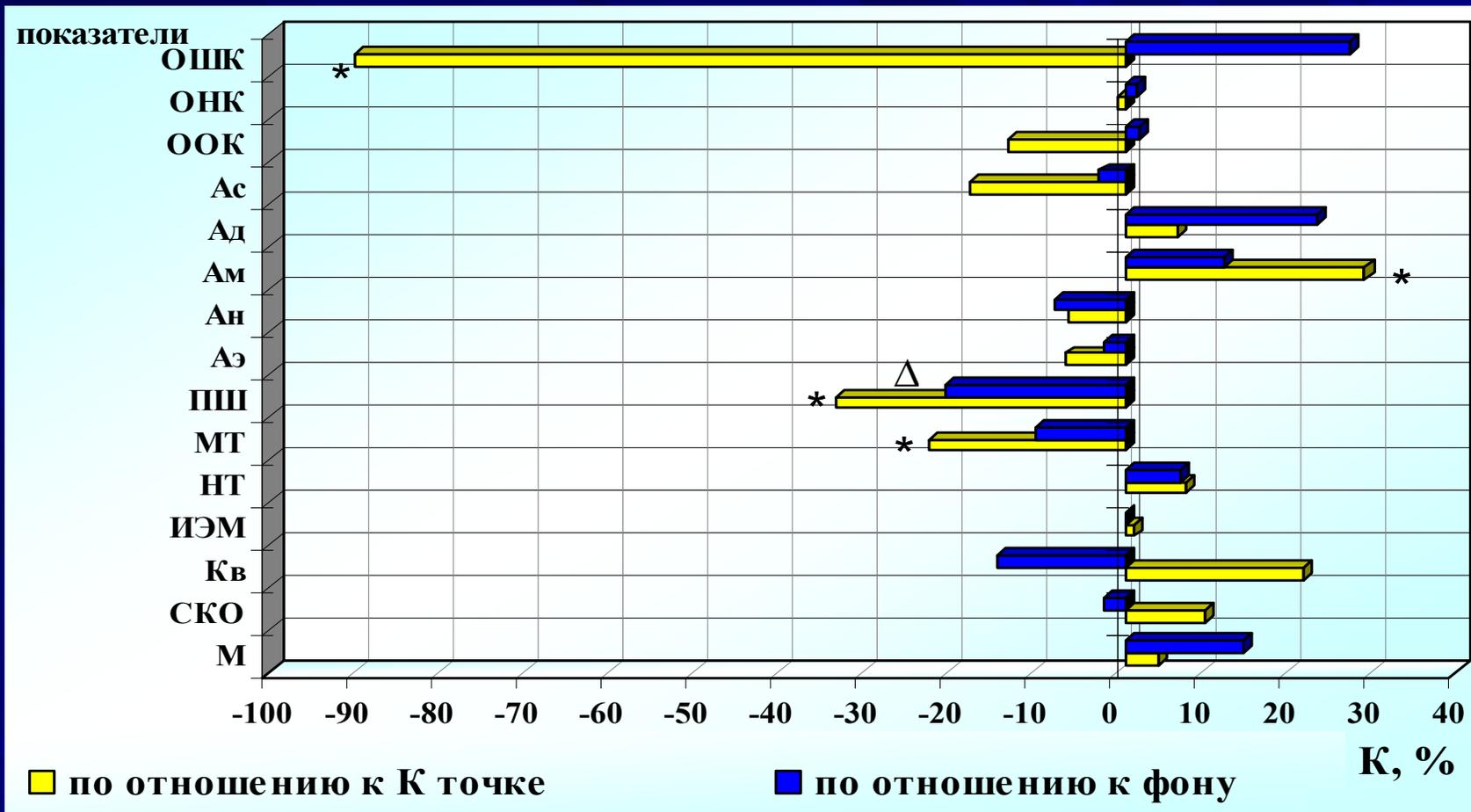


**ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛДФ-ЗОНДОВ**  
(двухканальный анализатор  
лазерный микроциркуляции крови «ЛАКК-02»)

# СХМЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ЛДФ-МЕТРИИ



## ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СДВИГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В 0-10 МИН ПЕРИОД КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ



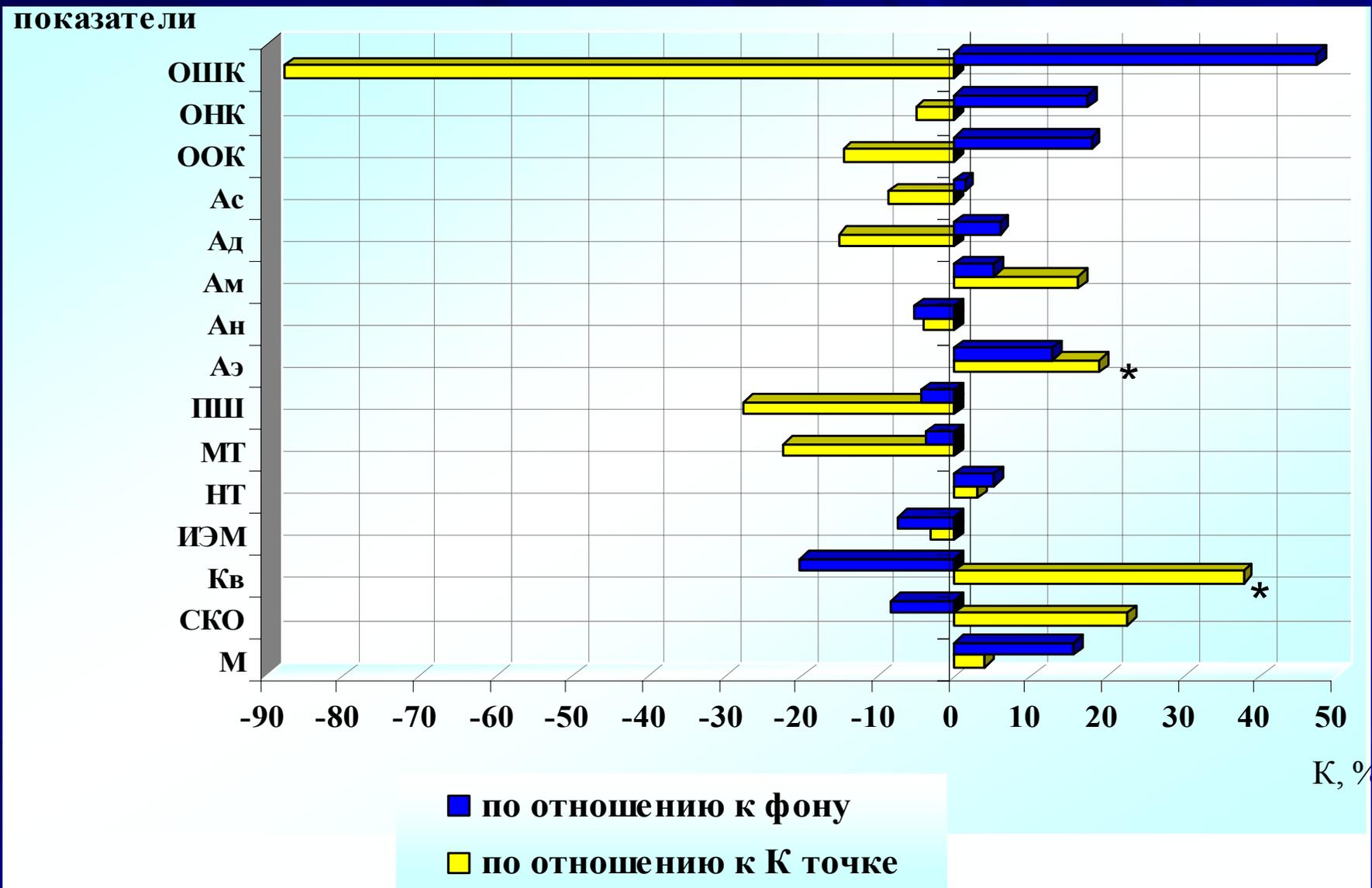
Примечание:

К – коэффициент смещения показателей микроциркуляции;

Δ-  $p \leq 0,05$  достоверность различий между значениями показателей, по отношению к фоновым данным по критерию Вилкоксона;

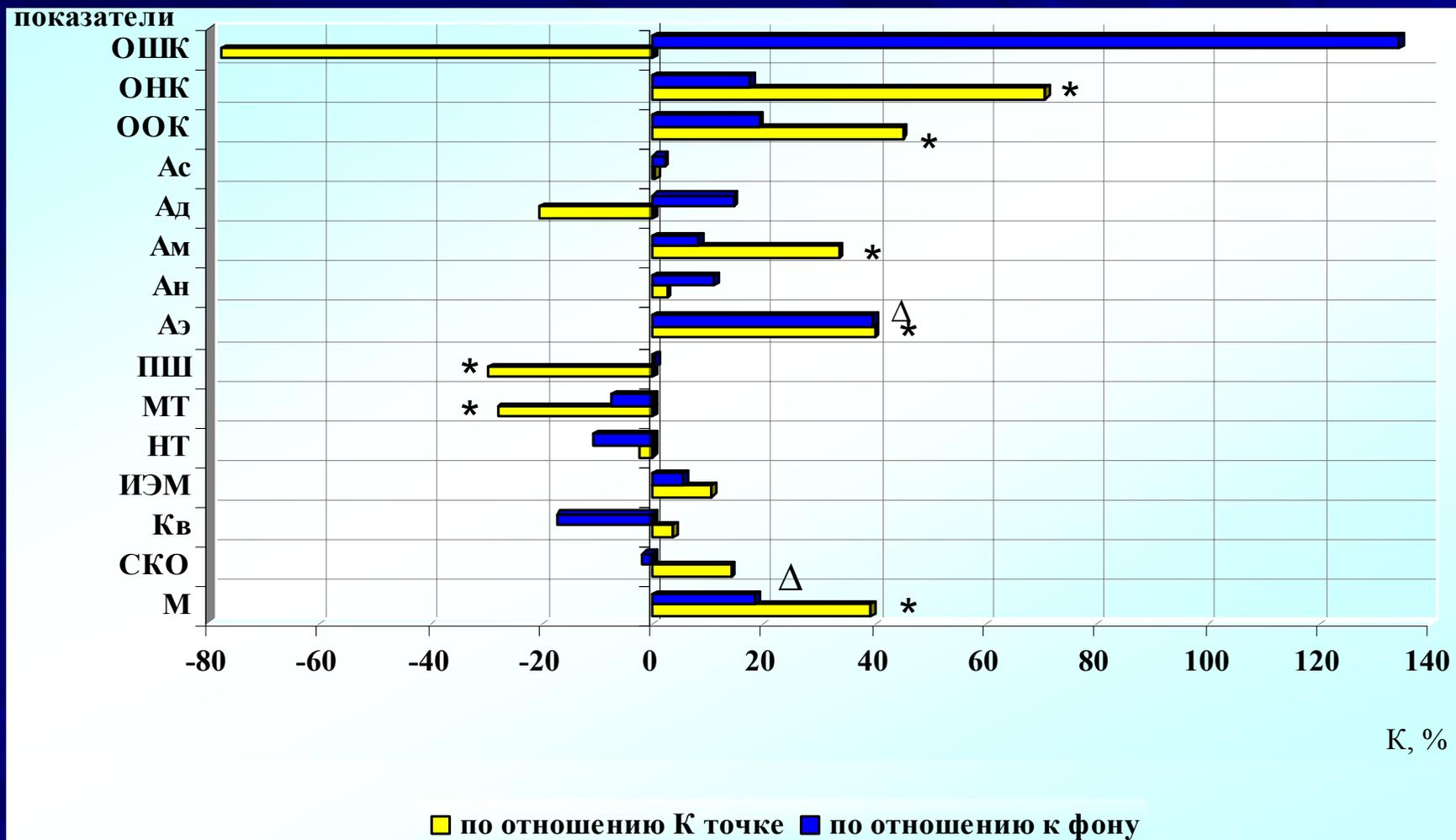
\*-  $p \leq 0,05$  достоверность различий между значениями показателей контрольной и экспериментальной областями по критерию Манна-Уитни.

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СДВИГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В 10-20 МИН ПЕРИОД КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ



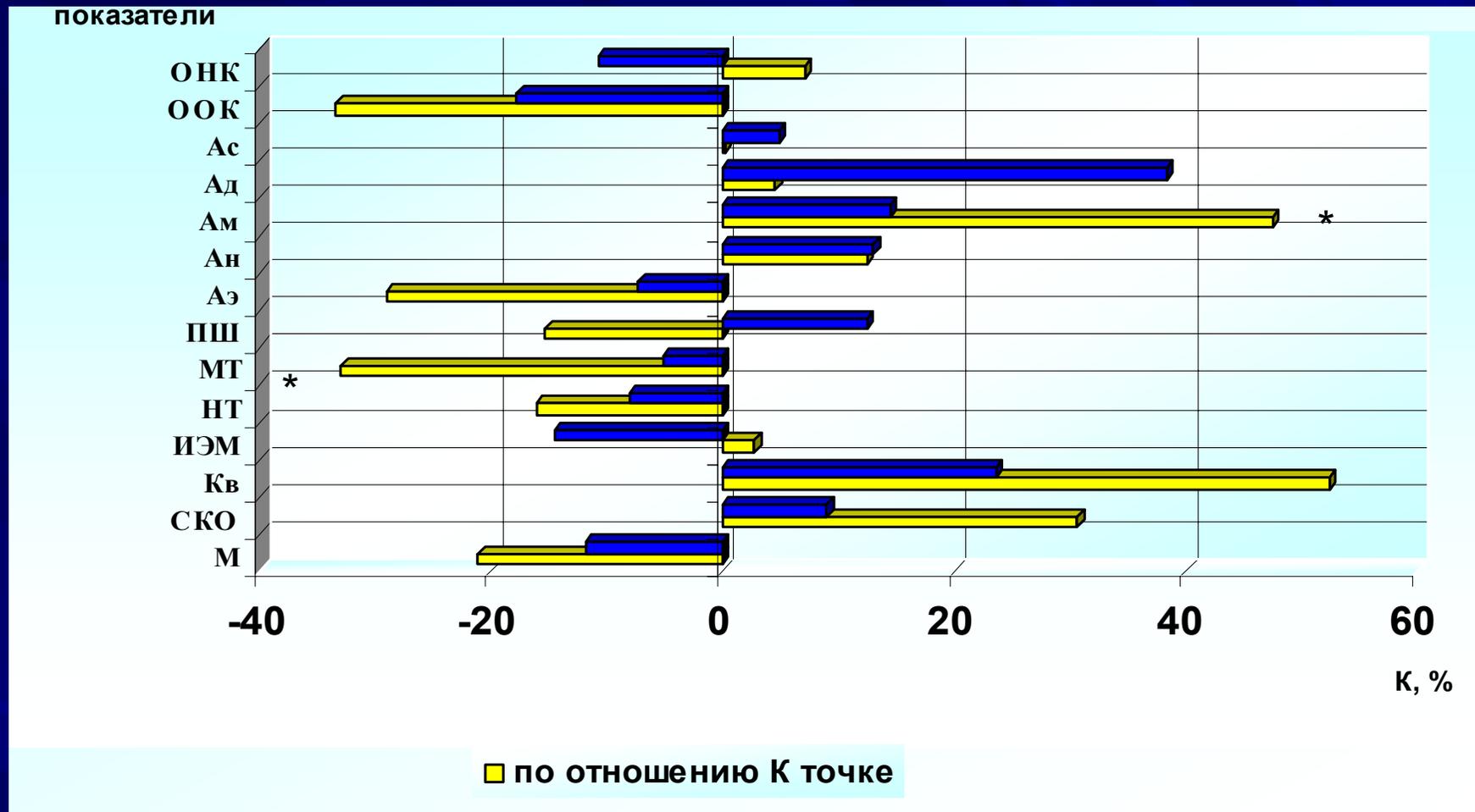
Примечание: те же, что и на предыдущем слайде

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СДВИГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В 20-30 МИН ПЕРИОД КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ



Примечание: те же, что и на предыдущем слайде

## ИЗМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СДВИГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПОСЛЕ КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ



Примечание:

К – коэффициент смещения показателей микроциркуляции;

\*-  $p \leq 0,05$  достоверность различий между значений показателей контрольной и экспериментальной областями по критерию Манна-Уитни.

1. ПЕРВЫМИ НА КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕАГИРУЮТ МИОГЕННЫЙ И ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫЙ ЧАСТОТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ.
2. ВО ВРЕМЯ КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИСХОДИТ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА КРОВИ В ПОЛЬЗУ ДОМИНИРОВАНИЯ НУТРИТИВНОГО КРОВОТОКА НА ФОНЕ ДЕПРЕССИИ ШУНТОВОГО.
3. ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПРОЯВЛЯЮТСЯ В РАЗНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ И НОСЯТ ЛОКАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

# СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ВТОРОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ



**СУТКИ ЭКСПЕРИМЕНТА**

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭМИ КВЧ



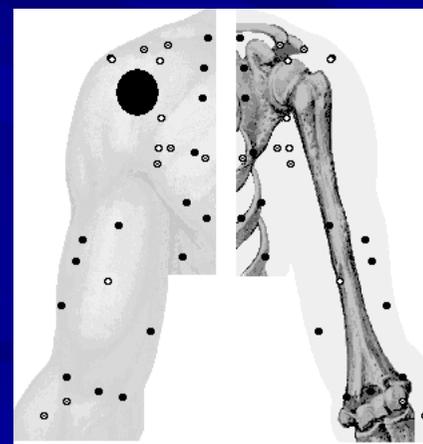
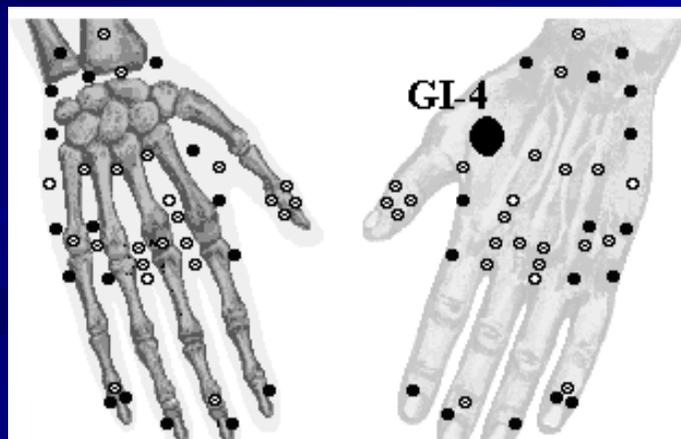
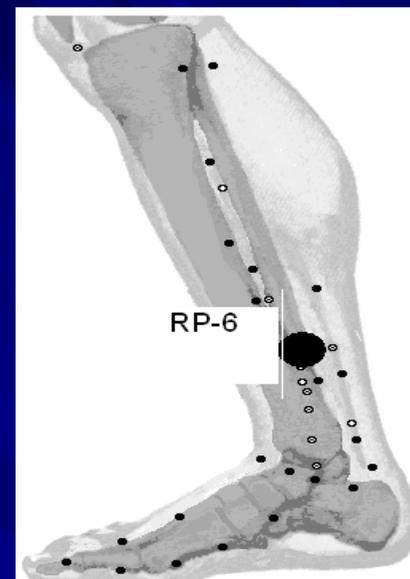
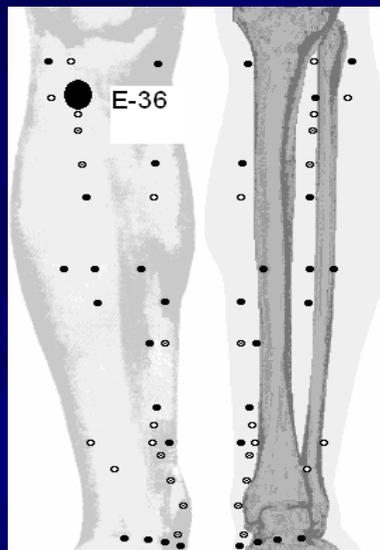
## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Несущая частота электромагнитных колебаний излучателей – 42494 Гц
- Плотность потока энергии на выходе каналов излучателей – 5-0,5 мВт/см<sup>2</sup>
- Длина волны – 7,1 мм
- Экспозиция – 30 минут
- Продолжительность курсового воздействия – 10 дней
- Количество каналов - 7

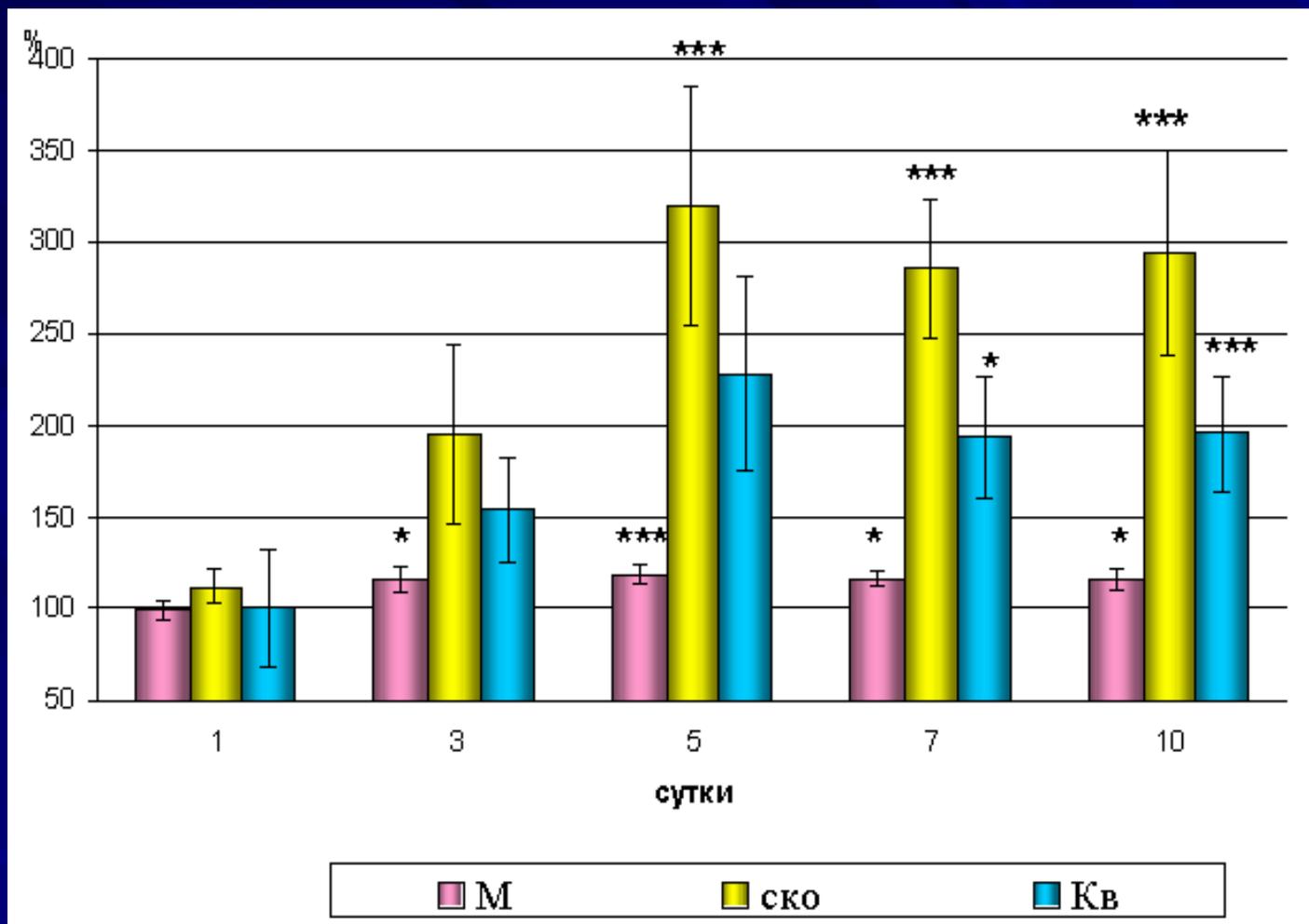
## РАМЕД ЭКСПЕРТ-04

Производство научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепропетровск; регистрационное свидетельство МЗ№783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине

# ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ КВЧ



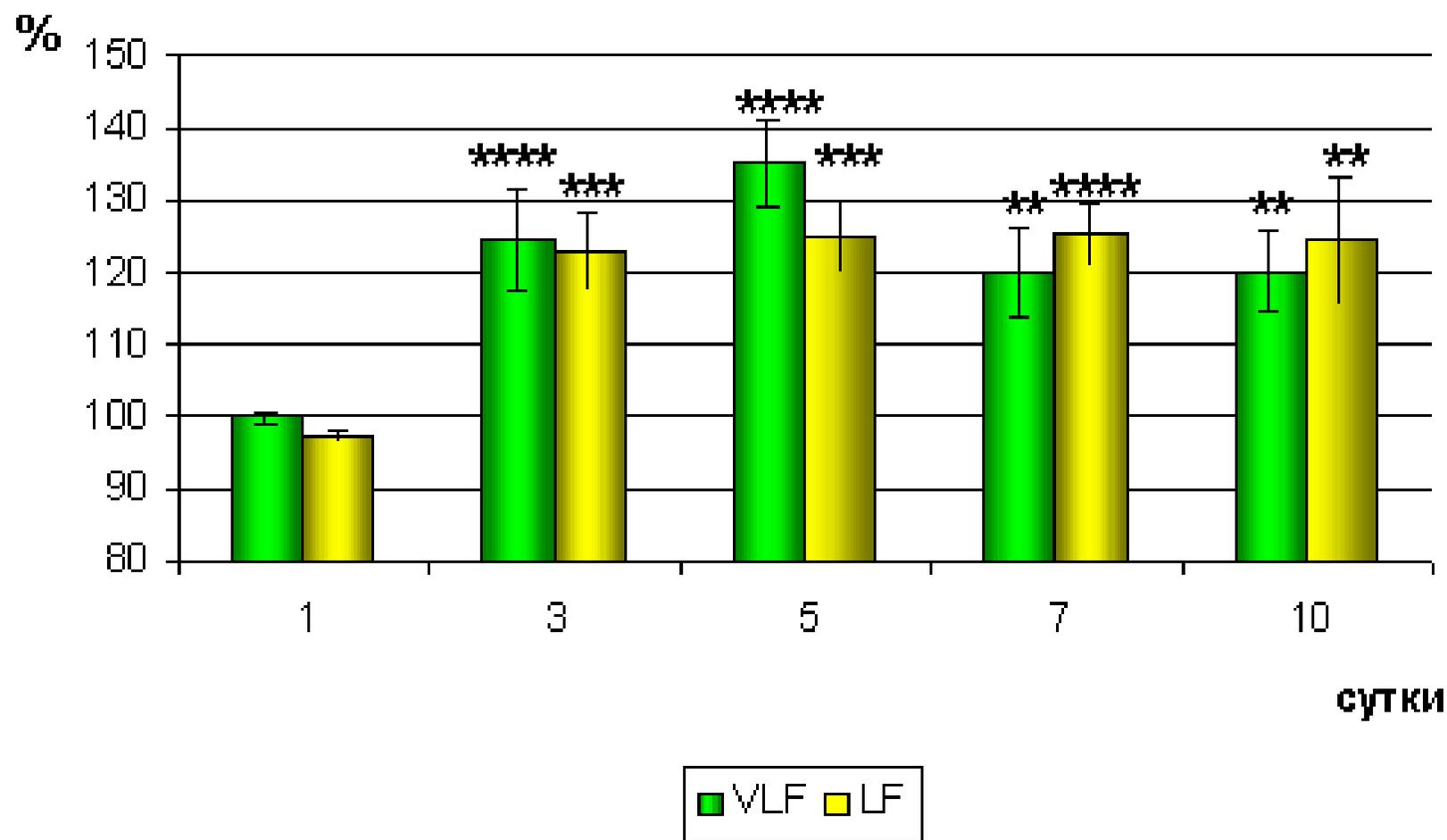
## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ПЕРФУЗИИ (М), ФЛАКСА (СКО), КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ (КВ)



(в % относительно значений у испытуемых контрольной группы, принятых за 100%).

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,01$ , достоверность по отношению к значениям у испытуемых контрольной группы по t-критерию Стьюдента.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ АМПЛИТУД ЭНДОТЕЛИАЛЬНОГО И ВАЗОМОТОРНОГО РИТМОВ (АКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ РЕГУЛЯЦИИ) МИКРОКРОВОТОКА

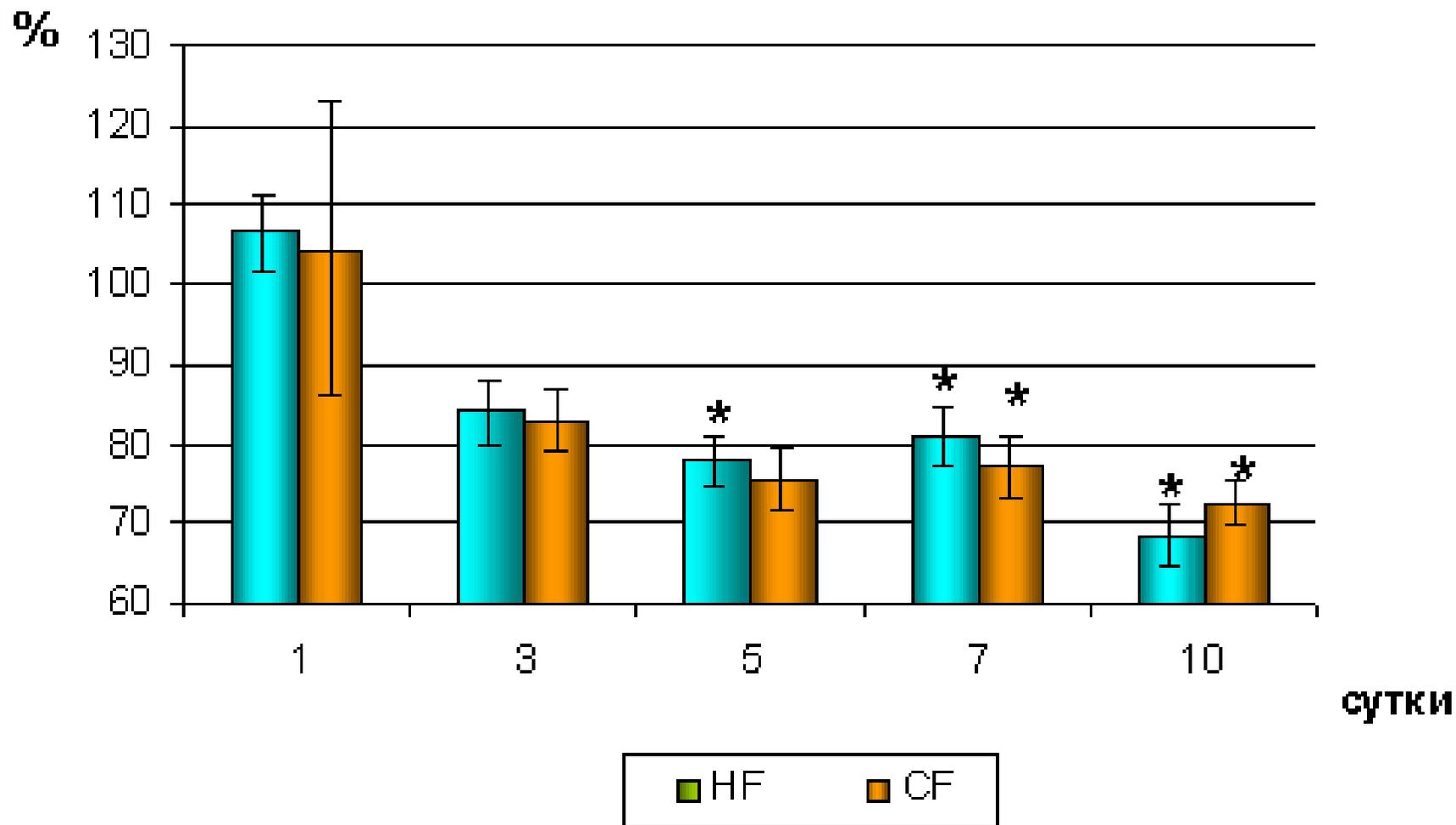


(в % относительно значений у испытуемых контрольной группы, принятых за 100%).

Примечание: \*\* -  $p \leq 0,02$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*\* -  $p \leq 0,001$ , достоверность по отношению к значениям у испытуемых контрольной группы по t-критерию Стьюдента.

- Под влиянием ЭМИ КВЧ происходит активизация эндотелиального и вазомоторного механизмов регуляции микрокровоотока, что способствует увеличению активности микроциркуляторного эндотелия, транспортной функции крови, снижению периферического сопротивления и повышению нутритивного кровотока.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ АМПЛИТУД ДЫХТЕЛЬНОГО И ПУЛЬСОВОГО РИТМОВ (ПАССИВНЫХ ФАКТОРОВ РЕГУЛЯЦИИ) МИКРОКРОВОТОКА



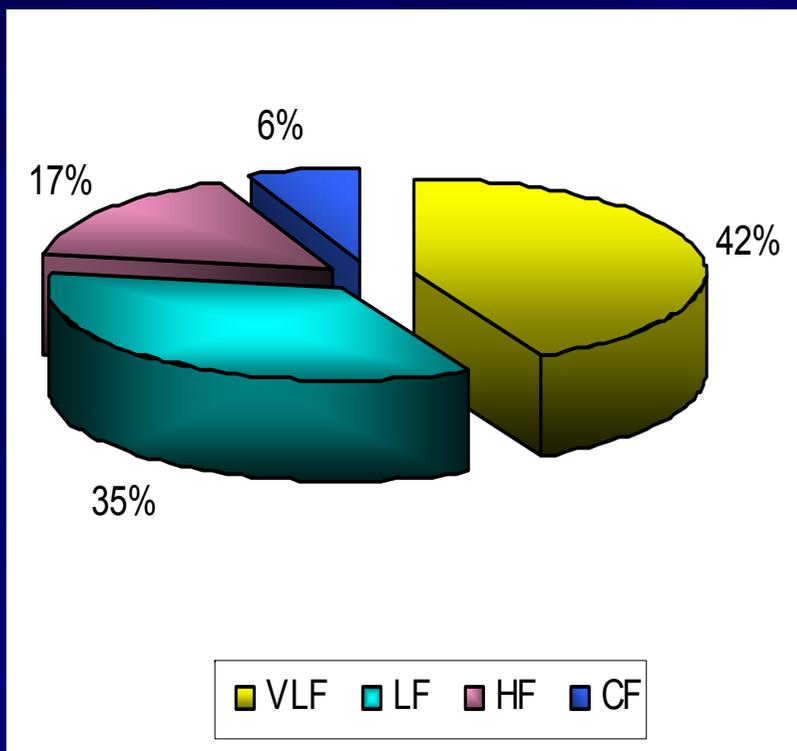
(в % относительно значений у испытуемых контрольной группы, принятых за 100%).

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ , достоверность по отношению к значениям у испытуемых контрольной группы по t-критерию Стьюдента.

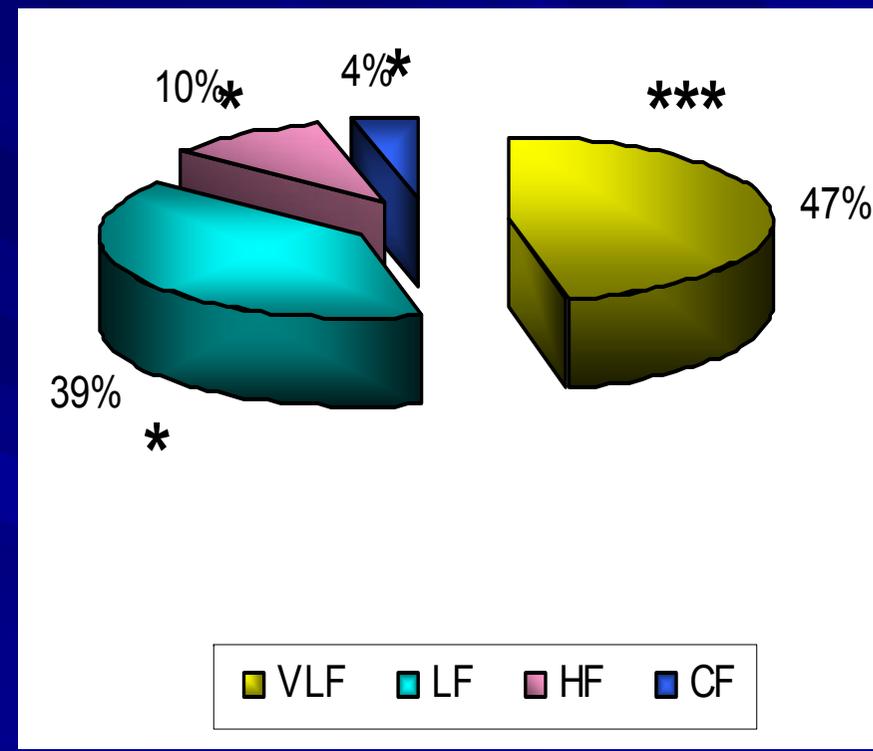
При воздействии ЭМИ КВЧ происходит снижение активности пульсовых и дыхательных механизмов в регуляции микроциркуляции, что может свидетельствовать об изменении эластичности стенки сосудов, улучшению венозного оттока, и, следовательно, уменьшению застойных явлений в микрососудах.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА В ПЕРВЫЙ (А) И ПОСЛЕДНИЙ (Б) ДЕНЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭМИ КВЧ

А

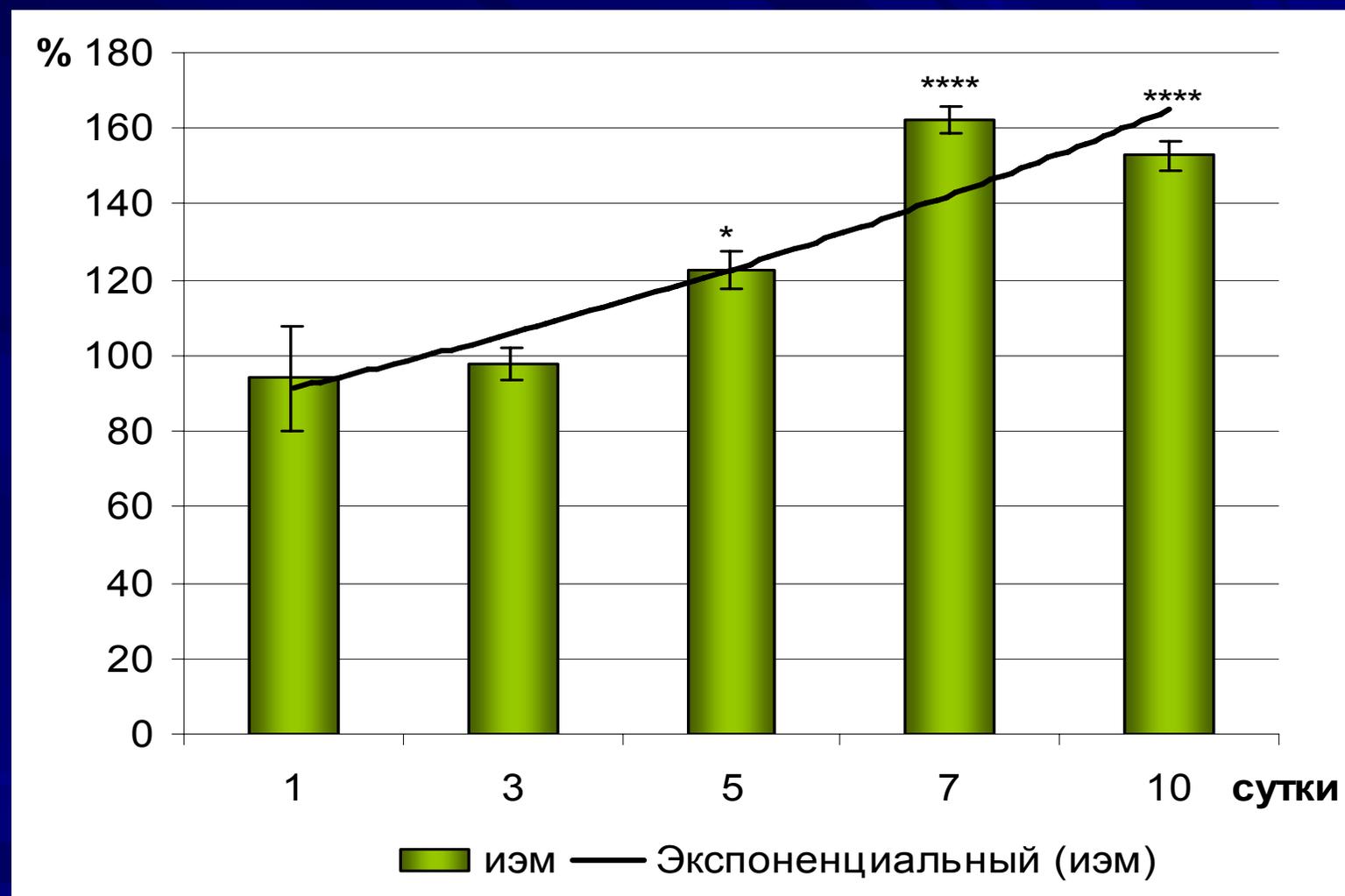


Б



Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,01$ , достоверность по отношению к значениям у испытуемых контрольной группы по t-критерию Стьюдента.

## ИЗМЕНЕНИЕ ИНДЕКСА ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭМИ КВЧ



(в % относительно значений в контрольной группе испытуемых, принятых за 100%).

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*\* -  $p \leq 0,001$ , достоверность по отношению к значениям у испытуемых контрольной группы по t-критерию Стьюдента.

## ВЫВОДЫ

1. МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ ВЫЯВЛЕНО, ЧТО НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЭМИ КВЧ ОКАЗЫВАЕТ ВЫРАЖЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ.
2. ВО ВРЕМЯ СЕАНСА КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИСХОДЯТ АКТИВАЦИЯ МЕСТНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ ТКАНЕВОГО КРОВотоКА, ВЫРАЖАЮЩИЕСЯ В УВЕЛИЧЕНИИ МИОГЕННОЙ И ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ, ЧТО ПРИВОДИТ К ПРЕОБЛАДАНИЮ НУТРТИВНОГО КРОВотоКА НА ФОНЕ ДЕПРЕССИИ ШУНТОВОГО. УКАЗАННЫЕ ЭФФЕКТЫ НОСЯТ ЛОКАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР И ПРОЯВЛЯЮТСЯ В РАЗНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ КВЧ-ВОЗДЕЙСТВИЯ.
3. ПРИ КУРСОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭМИ КВЧ НА ФОНЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ВКЛАДА АКТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ (ЭНДОТЕЛИАЛЬНЫХ И ВАЗОМОТОРНЫХ) ПРОИСХОДИТ СНИЖЕНИЕ ПАССИВНЫХ (ПУЛЬСОВОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ ВОЛН) В РЕГУЛЯЦИЮ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ. УКАЗАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НОСЯТ КУМУЛЯТИВНЫЙ ХАРАКТЕР.

Благодарю за внимание!