

ции возрастает вязкость раствора и изменяются физико-химические характеристики. Данный феномен требует более подробного изучения. *S. aureus* процесс адгезии осуществляет при помощи гемагглютина, рецептором для которого является фибронектин. Антиадгезивная активность препарата, возможно, объясняется взаимодействием молекул ДМСО с активным центром рецептора фибронектина и его блокадой.

Изменение биохимического профиля культур, вероятно, обусловлено более выраженным бактериостатическим эффектом 25 и 12% концентраций препарата. Данные концентрации ингибируют рост стафилококков, поэтому нет характерного биохимического профиля при постановке пробы с использованием автоматического бактериологического анализатора.

Экспериментальная модель *in vitro* наглядно демонстрирует большой антиадгезивный эффект низких концентраций препарата в отношении штаммов стафилококков. В то же время наиболее выраженным бактериостатическим действием обладают более высокие концентрации препарата.

Литература

1. Методика изучения адгезивного процесса микроорганизмов / В.И. Брилис [и др.] // Лабораторное дело. – 1986. – №4. – С. 210–212.
2. Бухарин, О.В. Персистенция бактериальных патогенов как результат отношений в системе паразит-хозяин / О.В. Бухарин // ЖМЭИ. – 1997. – №4. – С. 3–9.
3. Механизмы выживания бактерий / О.В. Бухарин [и др.]. – М.: Медицина. – 2005. – С. 367.
4. Макаренкова, И.Д. Ингибирование адгезии патогенных микроорганизмов на эукариотических клетках / И.Д. Макаренкова, Г.Г. Компаниец, Т.С. Запорожец // Журнал микробиологии. – 2006. – №3. – С. 121–125.
5. Адгезивные свойства сальмонелл в динамике инфекционного процесса / С.Г. Пак [и др.] // Журнал микробиологии. – 1989. – №11. – С. 33–36.
6. Покас, Е.В. Формирование биоплёнок штаммами *Enterococcus faecalis* с разной степенью адгезивности / Е.В. Покас, Е.И. Полищук // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2011. – Том 13. – Приложение 1. – №2. – С. 29.
7. Тананова, Г.В. Влияние фосфолипидов на адгезиные свойства бактерий / Г.В. Тананова, М.В. Кушнарёва, С.И. Светлов // Журнал микробиологии. – 1992. – №5. – С. 4–6.
8. Серёгина, Н.В. Особенности существования бактерий в составе биоплёнок на примере уropатогенных кишечных палочек / Н.В. Серёгина // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. XVII. – № 4. – С. 28–30.
9. Честнова, Т.В. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология / Т.В. Честнова, О.Л. Смольянинова // Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – С. 188.
10. Честнова, Т.В. Новые подходы к анализу и профилактике госпитальных инфекций / Т.В. Честнова // Материалы III научно-практической конференции по антимикробной терапии. – М., 2001. – С. 74–75.
11. Честнова, Т.В. Интеллектуальная система на базе построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики / Т.В. Честнова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2001. – №6. – С. 73–76.
12. Григорович, Н.А. Химические, биологические свойства. Клиническое применение. (Обзор литературы) / Н.А. Григорович, С.Ф. Дорофтиенко, Т.М. Григорович. – г. Минск. – [Режим доступа] URL: <http://grigorovich-oglog.info/nanotehnologicheskiiy-lekarstvennyiy-preparat-dimeksid.html>
13. Страчунский, Л.С. Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии / Л.С. Страчунский, Ю.Б. Белоусова, С.Н. Козлов. – НИИХ СГМА, 2007. – 415 с.

УДК 612.135

САМОРЕГУЛЯТОРНЫЕ РЕАКЦИИ В МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОМ РУСЛЕ НОГТЕВОГО ЛОЖА ПАЛЬЦЕВ РУК У ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ

С.Я. КЛАССИНА

ФГБУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, ул. Моховая, д. 11, строение 4, г. Москва, 125009

Аннотация: показано, что у лиц с исходно высоким уровнем перфузии, высоким вкладом дыхательного механизма в регуляцию капиллярного кровотока и исходно низким индексом эффективности микроциркуляции, при психоэмоциональном напряжении компенсаторно включаются механизмы саморегуляции, защищающие микроциркуляторное русло от перегрузки. В основе саморегуляции лежат активные (нейрогенные и миогенные) механизмы перераспределения крови в капиллярном русле, способствующие повышению активности прекапиллярных вазомоторов и обеспечивающие ток крови. При этом эффективность микроциркуляции увеличива-

ется на фоне угнетения пассивных механизмов перераспределения крови, связанных с работой сердца и дыхания. Если же активные механизмы не включаются, а доминируют пассивные механизмы перераспределения крови, то внутрисосудистое сопротивление повышается, снижается венозный возврат крови к сердцу, а эффективность микроциркуляции снижается.

Ключевые слова: микроциркуляция, психоэмоциональный стресс, лазерная доплеровская флоуметрия, вариабельность сердечного ритма.

SELF-REGULATORY REACTIONS IN MICROVASCULATURE NAIL BED FINGERS IN A PERSON AT EMOTIONAL STRESS

S.YA. KLASSINA

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, RAMS, Moscow

Abstract: it is shown, that persons, having initially high level of perfusion, high contribution of respiratory mechanism in a capillary blood flow regulation and initially low performance index microcirculation, are straining, the compensatory self-regulation mechanisms promotes to protect the microcirculatory bed from overload. The self-regulation basis is given by neurogenic and myrogenic active mechanisms of redistribution of blood capillary line, which contributing to increase of the precapillary vasomotors activity and ensure the flow of blood. The microcirculation effectiveness shall increase if the passive mechanisms of redistribution of the blood is suppressed, which associated with the of heart and breathing functions. If active mechanisms are not including and passive mechanisms of a blood redistribution are dominating, than a intravascular blood resistance increases, venous blood return to the heart is reduced, and the microcirculation effectiveness is reduced too.

Key words: microcirculation, psychoemotional stress, laser Doppler flowmetry, heart rate variability.

Любая целенаправленная деятельность человека, ориентированная на получение полезного для организма результата, всегда сопровождается тем или иным уровнем психоэмоционального напряжения, а иногда и стрессом. Известно, что одним из эффекторных функциональных механизмов реализации стрессорного возбуждения на гомеостатическом уровне являются центральные, региональные и микроциркуляторные звенья кровообращения, во многом определяющие характер возможных стрессиндуцированных функциональных нарушений. Следует отметить, что механизмы влияния стрессоров на состояние микроциркуляторного русла, его нейрогуморального обеспечения в модуляции стрессреактивности микрососудов при стрессе до сих пор недостаточно исследованы.

Цель исследования – изучение саморегуляторных реакций в микроциркуляторном русле ногтевого ложа пальцев рук у человека при психоэмоциональном напряжении.

Материалы и методы исследования. В обследовании приняли участие 25 практически здоровых добровольцев различного возраста (мужчины и женщины, 19-55 лет), которым перед началом обследований подробно разъяснили цель и характер проводимых обследований. Как показали Н.Н. Данилова и С.В. Астафьев устный счет в уме в условиях дефицита времени является хорошей моделью формирования психоэмоционального напряжения (ПЭН) у человека [1]. Следуя этой методике, каждому обследуемому предлагали перемножить в уме 10 двужначных чисел. Если процесс умножения чисел затягивался свыше 60 секунд, то испы-

туемому выносились словесное порицание. Длительность процедуры устного счета не превышала 15 минут.

Во всех состояниях обследуемого (исходное – «фон1», устный счет – «ПЭН», после счета – «фон2») проводили комплексное обследование с использованием методов кардиоинтервалометрии и микроциркуляции на основе лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Регистрация ЭКГ (I стандартное отведение) осуществлялась в течение 5 минут с использованием комплекса «ВНС-Спектр» («Нейрософт», Иваново), а ЛДФ-грамм – в течение 2 минут с последующим анализом ритмов флуксуометрии микрососудов на основе быстрого преобразования Фурье с помощью лазерного анализатора микроциркуляции «ЛАКК-02» (программная версия 2.0.0.419, НПП «ЛАЗМА», Москва). В качестве датчика ЛДФ – сигнала применялся оптический зонд (гелий-неоновый лазер неглубокого проникновения – около 1 мм), излучающий в красном диапазоне и располагающийся в области ногтевого ложа левого указательного пальца руки. Для обеспечения устойчивого крепления зонда к пальцу он вставлялся в специальную насадку, которая закреплялась на пальце обследуемого с помощью резинового жгута, а сама рука при этом привязывалась к подлокотнику кресла. Исследование проводилось с учетом биоэтических норм.

На основе кардиоинтервалометрии оценивали ЧСС (уд/мин), проводили спектральный анализ ритма сердца с расчетом спектральных мощностей в трех частотных диапазонах (в мс^2 и в % от ТР): высокочастотном – HF, низкочастотном – LF, сверхнизкочастотном – VLF [4].

Оценивали следующие показатели микроциркуляции: показатель перфузии (М, пф. ед), среднее квадратическое отклонение амплитуды колебаний кровотока или флакс (σ , пф. ед.), коэффициент вариации $KV (\%) = 100\% \cdot \sigma / M$. Для характеристики колебательных процессов в системе микроциркуляции рассчитывали амплитудно-частотные параметры спектра ЛДФ-грамм. Оценивали амплитуду медленных волн – ALF, пф. ед. (0,05-0,15 Гц), связанную с работой вазомоторов – гладкомышечных клеток в прекапиллярном звене резистивных сосудов; амплитуду дыхательных волн – AHF1, пф. ед. (0,2-0,4 Гц), обусловленную перепадами давления в веноулярной области микроциркуляторного русла при дыхательных экскурсиях грудной клетки; амплитуду пульсовых волн – ACF1, пф. ед. (0,8-1,5 Гц), обусловленную перепадами артериального давления, а также отношение этих амплитуд к флаксу – $ALF/3\sigma, \%$, $AHF1/3\sigma, \%$, $ACF1/3\sigma, \%$ и их отношение к показателю перфузии – $ALF/M, \%$, $AHF1/M, \%$, $ACF1/M, \%$. Оценивали степень вклада пульсовых и дыхательных волн в модуляцию кровотока – показатели $acf1/alf$ и $ahf1/alf$, а также индекс эффективности микроциркуляции – $ИЭМ = ALF / (ACF1 + AHF1)$. Оценивали нейрогенный тонус (НТ) прекапиллярных резистивных сосудов и миогенный тонус (МТ, миогенные осцилляции), а также показатель шунтирования $ПШ = МТ/НТ$, отражающий уровень шунтового кровотока. При анализе полученных данных полагали, что колебания кровотока в микроциркуляторном русле представляют собой результат совместного функционирования активных и пассивных механизмов регуляции, причем к активному механизму относили миогенную активность (вазомоции) и нейрогенную активность (микрососудистый тонус), а к пассивному механизму относят респираторно-пульсовые флуктуации кровотока [2].

Кроме того, до и после устного счета оценивали уровень насыщения артериальной крови кислородом ($СаО_2, \%$) с помощью монитора – пульсооксиметра НРМ-1 (Hiroxia Medical Academy), который позволяет на основе фотоплетизмограммы с безымянного пальца левой руки динамически регистрировать уровень насыщения крови кислородом и оценивать частоту пульса. Измеряли АД (мм рт.ст.) с помощью автоматического измерителя AND UA-767 (Япония). На основе частоты сердечных сокращений (ЧСС) и АД рассчитывали ударный объем сердца (УО, мл), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), $дин \cdot с / см^5$, минутный объем кровообращения (МОК), л/мин.

Статистическая обработка полученных показателей проводилась с использованием пакета «STATISTICA 6.0». Для сравнения внутригрупповых и межгрупповых различий использовали критерий Стьюдента для парных и непарных выборок. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. Устный счет в уме в условиях ограничения времени вызвал психоэмоциональное напряжение у обследуемых лиц, о чем свидетельствовала динамика показателей ритма сердца. Установлено, что устный счет вызывал значимое увеличение ЧСС с $73,8 \pm 1,8$ до $85,2 \pm 2,2$ уд/мин ($p < 0,05$) и значимое увеличение показателя АМо с $21,5 \pm 0,7$ до $25,2 \pm 1,3\%$ ($p < 0,05$). На фоне практически неизменной суммарной мощности спектра достоверно увеличивалась спектральная мощность VLF-волн с 1179 ± 346 до 2128 ± 415 $мс^2$ ($p < 0,05$) и достоверно снижалась спектральная мощность HF-волн с 993 ± 283 до 452 ± 99 $мс^2$ ($p < 0,05$). В структуре ритма сердца изменились взаимоотношения спектральных компонентов (%VLF, %LF, %HF), а именно отмечалось значимое увеличение доли VLF-волн с $33,5 \pm 3,4$ до $51,1 \pm 4,2\%$ ($p < 0,05$) и значимое снижение HF-волн с $25,0 \pm 3,0$ до $11,6 \pm 1,5\%$ ($p < 0,05$). Приведенные факты однозначно свидетельствуют в пользу усиления симпатических влияний на сердце в процессе устного счета, что является надежным индикатором роста ПЭН у обследуемых.

Система кровообращения является замкнутой системой, в которую система микроциркуляции входит как составная часть. Факт усиления симпатических влияний на крупные сосуды системы кровообращения при ПЭН нашел свое отражение в изменении показателей центральной гемодинамики, а изменения показателей микроциркуляции у обследуемых были не столь выраженными и носили разнонаправленный характер. Последнее обстоятельство является основанием для проведения индивидуально-типологического анализа этих показателей при ПЭН.

Проведен индивидуально-типологический анализ, в основу которого положена направленность изменения показателя ИЭМ при ПЭН. Для анализа отобраны лишь реакции тех обследуемых, у которых относительный сдвиг ИЭМ после ПЭН превышал 10% по отношению к исходному значению. В результате были выделены 2 подгруппы обследуемых: группа «ИЭМ↑» (8 человек) и группа «ИЭМ↓» (8 человек).

Анализ показателей в выделенных подгруппах показал, что исходно обе группы практически не различались по возрасту и антропометрическим параметрам, не имели значимых различий показателей ВСР и гемодинамических показателей (табл.1).

Однако по показателям микроциркуляции (табл. 2) эти группы исходно различались. Группа «ИЭМ↑» по сравнению с группой «ИЭМ↓» исходно имела значимо более низкий индекс эффективности микроциркуляции, но значимо более высокий уровень перфузии и показатель вклада дыхательного механизма в регуляцию капиллярного кровотока.

Таблица 1

Средние значения гемодинамических показателей и показателей кардиоритма ($M \pm m$) у обследуемых, которые увеличивали эффективность микроциркуляции после устного счета (группа «ИЭМ↑», 8 человек) и которые уменьшали ее (группа «ИЭМ↓», 8 человек)

Показатели	Группы	Фон 1 (исходное состояние)	ПЭН (устный счет)	Фон 2 (после счета)
TP (мс²)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	4250±1930 3028±940	4204±1576 3155±681	2689±914 3118±725
VLF (мс²)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1804±1130 1324±429	2659±1220* 1584±437	1061±336 1437±331
LF (мс²)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	920±260 818±281	1070±273 1259±246	747±185 857±255
HF (мс²)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1525±916 884±299	474±180 310,5±62,7	880±463 823±299
LFnorm (н.у.)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	56,0±8,9 52,2±7,1	72,3±5,5* 79,6±2,4*	59,6±8,9 53,2±6,8
HFnorm (н.у.)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	43,9±8,9 47,7±7,1	27,6±5,5* 20,3±2,4*	40,3±8,9 46,7±6,8
LF/HF	ИЭМ↑ ИЭМ↓	2,8±1,6 1,5±0,4	4,2±1,6* 4,6±0,9*	3,5±1,9 1,4±0,3
%VLF	ИЭМ↑ ИЭМ↓	37,0±6,9 41,6±5,1	55,7±6,7* 45,1±6,6	43,7±7,7 46,5±5,6
%LF	ИЭМ↑ ИЭМ↓	35,9±7,5 28,9±3,3	33,2±7,5 42,9±4,3*	32,5±7,3 26,8±3,6
%HF	ИЭМ↑ ИЭМ↓	27,0±7,1 29,4±5,6	10,9±2,2* 11,9±2,5*	23,6±6,9 26,5±5,8
ЧСС, уд/мин	ИЭМ↑ ИЭМ↓	74,5±3,8 70,1±2,8	86,1±3,5* 85,2±3,3*	73,4±3,4 69,8±2,2
АДс (мм рт.ст.)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	121,5±6,6 116,1±2,3		127,1±5,2 113±1
АДд (мм рт.ст.)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	78,0±4,2 70,7±1,4		83,1±4,2* 74,3±1,6*
УО (мл)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	74,9±2,4 80,8±2,1		72,1±3,2 75,1±1,8*
МОК (л/мин)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	5,3±0,3 5,6±0,2		5,2±0,4 5,3±0,2
ОПСС (дин*с/см⁵)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1395±108 1218±59		1556±152* 1330±89
SaO₂ (%)	ИЭМ↑ ИЭМ↓	94,8±1,9 95,3±1,1		96,7±0,8 92,6±2,4

Примечание: * – $p < 0,05$ по отношению к фону 1

Анализ динамики показателей у лиц группы «ИЭМ↓» выявил, что у этих обследуемых показатель ИЭМ исходно составлял $2,05 \pm 0,20$, зато после ПЭН он значительно снизился до $1,46 \pm 0,19$ ($p < 0,05$). Устный счет в условиях дефицита времени для данной группы лиц был фактором роста ПЭН, что нашло свое отражение в изменении вегетативных показателей (табл.1). При ПЭН у них отмечался значимый рост ЧСС с $70,1 \pm 2,8$ до $85,2 \pm 3,3$ уд/мин ($p < 0,05$), значимое увеличение отношения LF/HF с $1,5 \pm 0,4$ до $4,6 \pm 0,9$ ($p < 0,05$), значимое снижение показателя %HF с $29,4 \pm 5,6$ до $11,9 \pm 2,5$ % ($p < 0,05$) и значимое увеличение % LF с $28,9 \pm 3,3$ до $42,9 \pm 4,3$ % ($p < 0,05$). Все это однозначно свидетельствует в пользу выраженного усиления симпатических влияний на сердце, а увеличение показателя %LF – в пользу активации сосудодвигательного центра, что, в свою очередь, отразилось и на гемодинамических показателях. Отметилась тенденция к увеличению ОПСС, значимо увеличилось диастолическое артериальное давление (АДд) с $70,7 \pm 1,4$ до

$74,3 \pm 1,6$ мм рт. ст. ($p < 0,05$) и значительно снизился УО с $80,8 \pm 2,1$ до $75,1 \pm 1,8$ мл. ($p < 0,05$) (табл. 1). Снижение ОУ может быть обусловлено рядом причин, одной из которых может быть нарушение венозного оттока. Отметилась тенденция к снижению МОК в магистральном русле (табл.1).

Таблица 2

Средние значения показателей микроциркуляции ($M \pm m$) у обследуемых, которые увеличивали эффективность микроциркуляции после устного счета (группа «ИЭМ↑», 8 человек) и которые уменьшали ее (группа «ИЭМ↓», 8 человек) (режим КР)

Показатели	Состояние	Фон 1 (исходное состояние)	Фон 2 (после устного счета)
M, пф.ед.	ИЭМ↑ ИЭМ↓	11,51±3,11 5,41±0,83**	11,39±3,09 6,78±1,16
ALF, пф.ед.	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1,76±0,28 1,28±0,19	2,39±0,4 1,46±0,42
AHF1, пф.ед.	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,74±0,16 0,43±0,07	0,87±0,21 0,67±0,17
ACF1, пф.ед.	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,55±0,19 0,23±0,04	0,52±0,16 0,38±0,12
ALF/3σ, %	ИЭМ↑ ИЭМ↓	44,2±4,11 46,6±2,68	50,55±2,94* 42,82±4,15
ACF1/ M, %	ИЭМ↑ ИЭМ↓	6,29±2,06 4,81±1,26	5,05±0,81 5,25±0,93
Acf1/alf	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,29±0,08 0,19±0,04	0,24±0,04* 0,33±0,14
Ahf1/alf	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,41±0,03 0,34±0,02**	0,34±0,04 0,49±0,04*
HT	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,65±0,07 0,60±0,04	0,65±0,08 0,67±0,05
MT	ИЭМ↑ ИЭМ↓	0,79±0,07 0,73±0,05	0,67±0,04* 0,85±0,1
ПШ	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1,23±0,11 1,25±0,11	1,10±0,11 1,25±0,08
ИЭМ	ИЭМ↑ ИЭМ↓	1,58±0,19 2,05±0,20**	2,07±0,27* 1,46±0,19*

Примечание: * – $p < 0,05$ достоверные различия по отношению к фону 1; ** – $p < 0,05$ – достоверность межгрупповых различий показателей

В микроциркуляторном русле после ПЭН отмечена тенденция к одновременному усилению HT и MT, что обусловило стабильность уровня *шунтового кровотока* (ПШ). Показатель ALF/3σ, отражающий нейрогенную регуляцию вазомоторов, имел тенденцию к снижению, зато интенсивность включения пассивных механизмов увеличилась. Это выразилось в тенденции к росту вклада кардиального механизма (acf/alf) и значимом увеличении вклада дыхательного механизма (ahf/alf, $p < 0,05$) в регуляцию кровотока (табл.2). Следует подчеркнуть, что дыхательные волны вносят аперриодичность в капиллярный кровоток и способствуют венозному застою [2]. Тот факт, что *уровень перфузии* (M) в капиллярах ногтевого ложа имел тенденцию к росту с $5,41 \pm 0,83$ до $6,78 \pm 1,16$ пф.ед., то он, вероятно, обусловил увеличение внутрисосудистого сопротивления (ACF1/ M, %) с $4,81 \pm 1,26$ до $5,25 \pm 0,93$ %, а потому индекс ИЭМ значительно снизился с $2,05 \pm 0,20$ до $1,46 \pm 0,19$ ($p < 0,05$) (табл.2). При этом SaO₂, % также имел тенденцию к сниже-

нию (табл.1). Все это свидетельствует в пользу того, что снабжение тканей кислородом ухудшилось.

Анализ динамики показателей у лиц группы «ИЭМ↑» показал, что исходно они имели значимо более высокий уровень перфузии в капиллярах ногтевого ложа и значимо более низкий уровень ИЭМ. Устный счет для них также являлся фактором роста ПЭН. Признаками ПЭН являлись: значимый рост ЧСС ($p<0,05$), значимое увеличение отношения LF/HF ($p<0,05$), значимое увеличение показателя %VLF ($p<0,05$) и значимое снижение показателя %HF ($p<0,05$) (табл.1). Однако следует отметить, что величины сдвигов показателей LF/HF, ЧСС были меньше, чем в группе «ИЭМ↓», что позволяет говорить о меньшей выраженности симпатических влияний у лиц этой группы. Несмотря на это, у них значимо увеличилась ОПСС ($p<0,05$), проявилась тенденция к росту АДс и значимому росту АДд ($p<0,05$). Уровень МОК и УО практически не изменились, зато SaO_2 имел тенденцию к росту (табл.1). Последнее позволяет заключить, что должный уровень метаболизма в тканях был сохранен.

Психоэмоциональное воздействие явилось пусковым стимулом для включения механизмов перераспределения крови в микроциркуляторном русле у лиц группы «ИЭМ↑». После ПЭН уровень ПШ имел тенденцию к снижению, а, следовательно, часть крови, не попав в «шунты», устремилась в капилляры. При этом объем крови, сосредоточенный в капиллярном русле увеличился, чему способствовало изменение тонуса самих капилляров. Если НТ капилляров у лиц группы «ИЭМ↑» практически не изменился, то МТ снизился значимо с $0,79\pm 0,07$ до $0,67\pm 0,04$ ($p<0,05$), что обусловило снижение внутрисосудистого сопротивления току крови в капиллярах (ACF1/M) с $6,29\pm 2,06$ до $5,05\pm 0,81$. Все это способствовало дополнительному притоку крови в кровеносное русло, а, следовательно, и росту уровня перфузии там. При этом, вероятно, включался превентивный механизм предотвращения расстройств микроциркуляции, а именно повышалась способность прекапиллярных сфинктеров к активному сокращению, что выразилось в увеличении показателя ALF и в значимом увеличении показателя $\text{ALF}/3\sigma$ с $44,2\pm 4,11$ до $50,55\pm 2,94\%$ ($p<0,05$). При этом спазм прекапиллярных сфинктеров ограничивал поступление крови в капилляры, а, следовательно, предотвращал его «перегрузку». На фоне интенсификации активных механизмов отмечалось подавление пассивных механизмов перераспределения крови, что выразилось в тенденции к снижению показателя $\text{ahf1}/\text{alf}$ с $0,41\pm 0,03$

до $0,34\pm 0,04$ и значимому снижению показателя $\text{acf1}/\text{alf}$ $0,29\pm 0,08$ до $0,2\pm 0,048$ ($p<0,05$), отражающих вклад дыхательного и кардиального механизма в регуляцию капиллярного кровотока. Следовательно, интенсификация активных и подавление пассивных механизмов регуляции кровотока в капиллярах способствовала повышению ИЭМ с $1,58\pm 0,19$ до $2,07\pm 0,27$, и, в конечном итоге, снабжению тканей кислородом.

Заключение. Таким образом, несмотря на то, что ПЭН ухудшает микроциркуляцию в капиллярах, у лиц с исходно высоким уровнем перфузии, высоким вкладом дыхательного механизма в регуляцию капиллярного кровотока и исходно низким индексом эффективности микроциркуляции, при ПЭН компенсаторно включаются механизмы саморегуляции, защищающие микроциркуляторное русло от перегрузки [3]. В основе саморегуляции лежат активные (нейрогенные и миогенные) механизмы перераспределения крови в капиллярном русле, способствующие повышению активности прекапиллярных вазомоторов и обеспечивающие ток крови. При этом эффективность микроциркуляции увеличивается на фоне угнетения пассивных механизмов перераспределения крови, связанных с работой сердца и дыхания. Если же активные механизмы не включаются, а доминируют пассивные механизмы перераспределения крови, то внутрисосудистое сопротивление повышается, снижается венозный возврат крови к сердцу, а эффективность микроциркуляции снижается.

Литература

1. Данилова, Н.Н. Изменение вариабельности сердечного ритма при информационной нагрузке / Н.Н. Данилова, С.В. Астафьев // ЖВНД.– 1999.– Т.49.– Вып.1.– С.28–37.
2. Крупаткин, А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей. / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров.– М.: Издательство «Медицина», 2005.– 256 с.
3. Прохоренко, И.О. Влияние стресса на состояние микроциркуляции и кислотно-основной гомеостаз у лиц старших возрастных групп / Прохоренко, И.О., Зарубина Е.Г., Сергеев О.С. // Фундаментальные исследования.– 2011.– N10.– С. 363–366.
4. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation.– 1996.– V.87.– P. 1043–1047.