

## ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

Чуян Е.Н., Трибрат Н.С., Ананченко М.Н.

Методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) изучены индивидуально-типологические особенности показателей микроциркуляции у условно-здоровых девушек-волонтеров в возрасте 18-23 лет крымского региона. По результатам исследования было выделено 3 типа ЛДФ-грамм: аперiodический, монотонный тип с низкой перфузией, монотонный тип с высокой перфузией.

Ключевые слова: метод лазерной доплеровской флоуметрии, микроциркуляция крови, аперiodический тип, монотонный тип с низкой перфузией, монотонный тип с высокой перфузией.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее актуальных проблем современной физиологии является проблема исследования микроциркуляции крови, так как состояние микроциркуляции определяет адекватность трофического обеспечения тканей и органов и резервы поддержания гомеостаза всех систем организма человека. Изменения в системе микроциркуляции крови коррелируют со сдвигами в центральной гемодинамике что позволяет использовать параметры микроциркуляции в качестве прогностических и диагностических критериев в оценке общего функционального состояния и уровня здоровья [1]. Функциональную неоднозначность капилляров, способность их участвовать в гематотканевом обмене и выполнять гемодинамическую роль, следует отнести к числу факторов, обуславливающих важную роль микроциркуляции в местных и общих реакциях кровообращения в целом организме. Известно, что в микроциркуляторном русле помимо обеспечения трансапиллярного обмена реализуется и реакция его на воздействие факторов внешней и внутренней среды [2-3]. Это имеет важное значение для изучения влияния факторов разной природы и интенсивности на тканевой кровоток. Однако отклик системы микроциркуляции на действие этих факторов различной природы и интенсивности корректирующих мероприятий, может быть различным. Такая неоднозначность ответа со стороны тканевого кровотока, возможно, обусловлена различным исходным состоянием функционирования микроциркуляторного русла. В настоящее время выделено три основных типа микроциркуляции: нормоемический, гиперемический и гипоемический или спастический [4]. Однако выделение этих типов затруднено, так как требует проведения определенных функциональных проб. Вместе с тем, исследование индивидуально-типологических особенностей показателей микроциркуляции весьма актуально, так как это позволит, во-первых, изучить отклик тканевого кровотока на внешние воздействия, а, во-вторых, разработать нормативные показатели для проведения диагностики микрокровоотока.

---

Среди методов исследования тканевого кровотока в последнее время приобретает широкую популярность метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Как показано в наших [5] и других исследованиях [4, 6, 7] данный метод позволяет не только определить основные параметры тканевого кровотока, но и оценить состояние функционирования механизмов управления микрокровоотоком. В связи с этим, целью данной работы явилось выявление индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции крови у здоровых людей методом ЛДФ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 40 студентов-волонтеров женского пола в возрасте 18-23 лет, условно здоровых. Фаза месячного цикла не учитывалась. В целях изучения индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции крови использовался метод ЛДФ, основанный на оптическом зондировании тканей монохроматическим излучением и анализе частотного спектра, отраженного от движущихся эритроцитов сигнала. ЛДФ осуществляли лазерным анализатором кровотока «ЛАКК-02» во втором исполнении (производство НПП «Лазма», Россия).

Исследование проводили в утреннее время суток, испытуемые во время исследования находились в положении сидя. Головка оптического зонда (датчика прибора) фиксировалась на наружной поверхности левого предплечья на 4 см выше шиловидных отростков; рука располагалась на уровне сердца. Согласно мнению некоторых авторов [6, 7], указанная зона является зоной Захарьина-Геда сердца, бедна артерио-веноулярными анастомозами, поэтому в большей степени отражает кровоток в нутритивном русле и в меньшей степени подвержена воздействиям окружающей среды, в связи с этим рекомендуется для исследования микроциркуляции. Длительность стандартной записи составляла 4 мин.

Расчет параметров базального кровотока проводился в два этапа. На первом этапе вычисляли средние значения изменения перфузии:

$M$  (перф. ед.) – величина среднего потока крови в интервалах времени регистрации или среднеарифметическое значение показателя микроциркуляции;

$\sigma$  (флакс, СКО, перф.ед) – средние колебания перфузии относительно среднего значения потока крови  $M$ ;

$K_v$  (%) – коэффициент вариации, который характеризует соотношение между изменчивостью перфузии (флаксом) и средней перфузией ( $M$ ) в зондируемом участке тканей, который вычисляется по формуле:

$$(1) \quad K_v = \text{СКО}/M * 100\%.$$

Расчетные параметры  $M$ ,  $\sigma$  и  $K_v$  дают общую оценку состояния микроциркуляции крови. Более детальный анализ функционирования микроциркуляторного русла может быть проведен на втором этапе обработки ЛДФ-грамм базального кровотока при исследовании структуры ритмов колебаний перфузии крови [8]. По величинам амплитуд колебаний микрокровоотока в

конкретных частотных диапазонах возможно оценивать состояние функционирования определенных механизмов контроля перфузии (табл. 1).

Таблица 1.

Амплитудно-частотные характеристики осцилляций кожного кровотока

	Название ритмов колебаний тканевого кровотока	Частотный диапазон	Физиологическое значение
Пассивные механизмы регуляции микрокровотока	Пульсовые волны (сердечные волны, cardio frequency, CF)	0,8-0,16 Гц 50-90 кол/мин	Обусловлены изменением скорости движения эритроцитов в микрососудах, вызываемым перепадами систолического и диастолического давления [8].
	Дыхательные волны (респираторно-связанные колебания, high frequency, HF)	0,15-0,4 Гц 12-24 кол/мин	Связаны с веноулярным звеном микроциркуляторного русла. Обусловлены динамикой венозного давления при легочной механической активности, присасывающим действием «дыхательного насоса» [8].
Активные механизмы модуляции микрокровотока	Эндотелиальные колебания (very low frequency, VLF)	0,0095-0,02 Гц	Обусловлены функционированием эндотелия, а именно выбросом вазодилатора NO [9, 10].
	Вазомоторные колебания, LF	0,02-0,2 Гц 1,2-12 кол/мин.	Связаны с миогенной активностью прекапиллярных вазомоторов [11], а также с нейрогенными симпатическими адренергическими влияниями на миоциты артериол и артериолярных участков артериовеноулярных анастомозов [12-14].

Ввиду разброса колебаний амплитуд ритмов, анализировались их нормированные характеристики:  $A_{max} \cdot 100\% / 3СКО$ . Такая нормировка позволяет перейти к безразмерным величинам и исключить влияние нестандартных условий проведения исследований.

Вклад различных ритмических составляющих в общую мощность спектра (P) оценивался по их мощности в процентном отношении к общей мощности спектра флуксуций:

$$(2) \quad P = A(LF)^2 / (A(VLF)^2 + A(LF)^2 + A(HF)^2 + A(CF)^2) \cdot 100\%$$

Интегральным показателем, характеризующим соотношение механизмов активной и пассивной модуляции является индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ), который вычислялся по формуле:

$$(3) \quad \text{ИЭМ} = A(LF) + A(VLF) / A(CF) + A(HF),$$

где А – амплитуды ритмов VLF, LF, CF, HF (см. табл.1).

Статистическая обработка материала проводилась путем вычисления среднего значения исследуемых величин (M), средней ошибки (m) для каждого показателя. Оценка достоверности различий между данными, полученными в исследуемых группах, проводилась с использованием t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты проведенных исследований, показатель перфузии М у испытуемых колебался в пределах от 3,7 до 21,39 перф. ед. и составил в среднем  $10,03 \pm 1,26$  перф. ед. (табл. 2). Известно, что параметр перфузии М зависит от концентрации эритроцитов и скорости их движения и отображает уровень перфузии [4, 8].

Таблица 2.

Показатели микроциркуляции у испытуемых (M ± m)

№ группы	Средние значения	Типы микроциркуляции	Параметр микроциркуляции, М, перф.ед.	Уровень флукса, СКО, перф.ед.	Коэффициент вариации K <sub>v</sub> , %
		n=40	10,03±1,26	0,33±0,04	3,62±0,29
1		Апериодический тип (n=13)	6,28±0,52	0,97±0,09	16,55±3,09
2		Монотонный тип с низкой перфузией (n=14)	6,53±0,28	0,23±0,03 p1≤0,001	3,5±0,38 p1≤0,001
3		Монотонный тип с высокой перфузией (n=13)	18,69±0,83 p1≤0,001; p2≤0,001	0,53±0,04 p1≤0,001; p2≤0,001	3,53±0,34 p1≤0,001

Примечание: p1 – достоверность отличий по отношению к аperiодическому типу по t-критерию Стьюдента; p2 – достоверность отличий по отношению к монотонному типу с низкой перфузией.

Уровень флакса, который характеризует временную изменчивость перфузии и отражает среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах [8], варьировал в пределах от 0,11 до 1,68 перф. ед. и составил в среднем  $0,63 \pm 0,1$  перф. ед. (табл. 2). Диапазон разброса данных  $K_v$  оказался еще более значительным и колебался в диапазоне от 2,06 до 35,63% и составил в среднем  $3,62 \pm 0,29\%$  (табл. 2).

Таким образом, у испытуемых выявлена значительная вариабельность данных изученных показателей. По-видимому, это связано с тем, что показатели, регистрируемые в ходе исследований ЛДФ-граммы могут отличаться у разных индивидуумов на одной области исследований в силу индивидуальных особенностей микроциркуляторного русла [15]. Поэтому интерпретация данных анализа тканевого кровотока должна проводиться с учетом характерных гемодинамических типов микроциркуляции, которые выявляются не только у больных, но и у здоровых испытуемых [4, 16].

В качестве критериев индивидуально-типологических особенностей состояния микроциркуляции нами были выбраны основные статистические показатели, получаемые при ЛДФ-метрии, а именно  $M$ ,  $СКО$ ,  $K_v$ , что позволило выявить различные типы микрогемодинамики. Так, было выделено 2 типа ЛДФ-грамм с различным характером колебаний. Первый тип характеризовался высокоамплитудными аperiodическими колебаниями:  $СКО$  и  $K_v$  в этой группе испытуемых были максимальными (рис. 1). К этому типу относилось 34% испытуемых.



Рис. 1. Пример ЛДФ-граммы аperiodического типа.

Однако большинство ЛДФ-грамм отличались монотонным характером колебаний кожного кровотока с низкими показателями СКО и Kv. К этому типу относились 66% испытуемых. При этом, обращает на себя внимание большой разброс данных по величине перфузии (M) в монотонном типе ЛДФ-грамм, что позволило нам разделить этот тип еще на два подтипа: монотонный с низкой перфузией ( $6,53 \pm 0,28$  перф. ед.), который наблюдался у испытуемых в 34% случаев (рис. 2) и с высокой перфузией ( $18,69 \pm 0,83$  перф. ед.), который отмечался у 32% испытуемых (рис. 3).

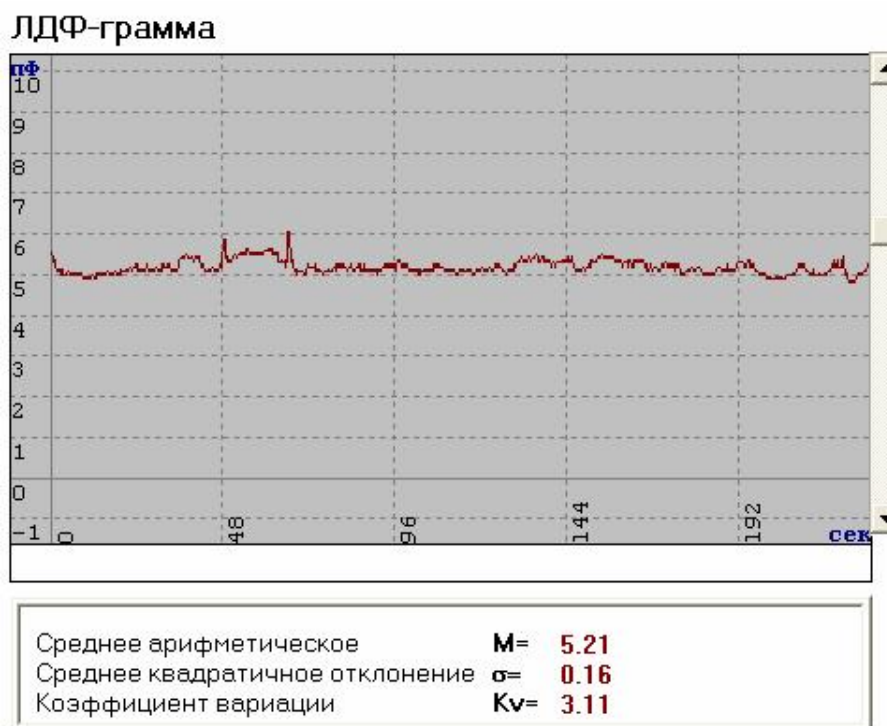


Рис. 2. Пример ЛДФ-граммы монотонного типа с низкой перфузией.

ЛДФ-грамма

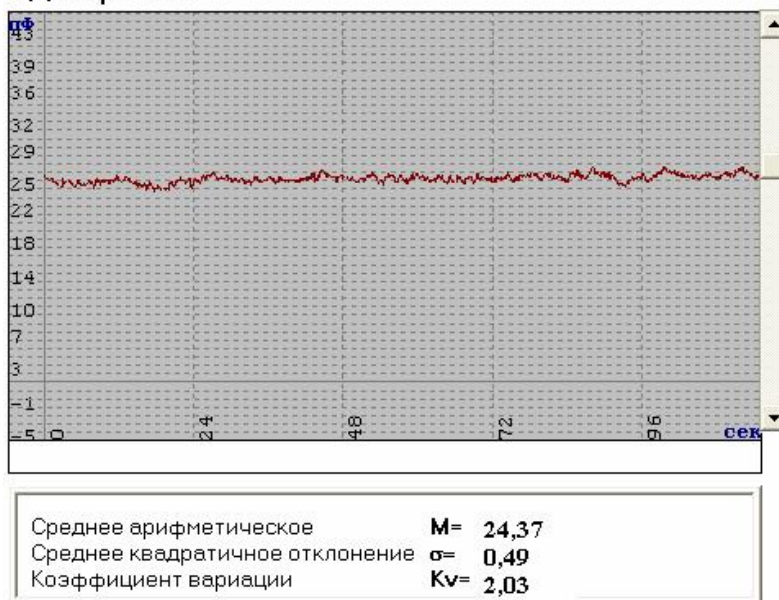


Рис. 3. Пример ЛДФ-граммы монотонного типа с высокой перфузией.

Таким образом, в результате исследования у испытуемых было выделено три типа ЛДФ-грамм (рис. 4), отличных друг от друга как по величине перфузии, так и по уровню флакса и Kv, а именно: аperiodический тип, тип с монотонным характером колебаний и низкой перфузией и тип с монотонным характером колебаний и высокой перфузией.

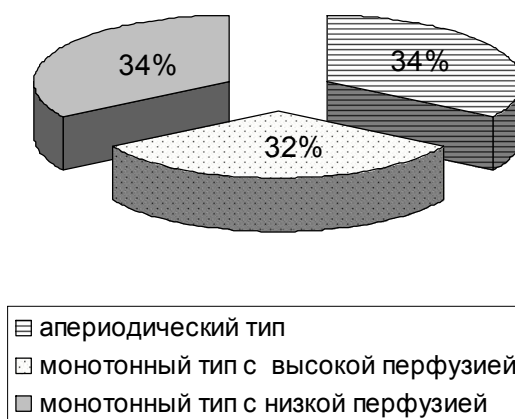


Рис. 4. Диаграмма встречаемости различных типов микроциркуляции у испытуемых (в %).

---

Апериодическая ЛДФ-грамма (табл. 2) характеризовалась низкими значениями перфузии, которые в среднем составили  $6,28 \pm 0,52$  перф. ед., высокими значениями флакса  $0,97 \pm 0,09$  перф. ед., отображающего активность колебательных процессов, и  $K_v$   $16,55 \pm 3,09\%$ , характеризующего преимущественный вклад активных механизмов модуляции микрокровотока.

Для более детального анализа особенностей микрокровотока у испытуемых применяли анализ периодических процессов тканевого кровотока при исследовании структуры ритмов колебаний перфузии крови. По данным спектрального анализа (табл. 3) для аperiодического типа самый существенный вклад в общую мощность спектра вносит VLF-компонент, который составил 51,33%. Известно, что по величине вклада амплитуд в общую мощность спектра колебаний микрокровотока в конкретных частотных диапазонах возможно оценить состояние функционирования определенных механизмов контроля перфузии [6, 4, 8]. Так, колебания в диапазоне 0,01 Гц (VLF) обусловлены функционированием эндотелия (выбросом вазодилататором NO) [9, 10]. Эндотелиальный выброс NO включен в физиологическую регуляцию мышечного тонуса и играет важную роль в регуляции давления и распределения потока крови. Вклад LF-компонента в структуру ритмических колебаний микрокровотока, составил 42,95%. LF-колебания отображают функциональную активность миоцитов в области прекапиллярного звена микроциркуляторного русла, с одной стороны, а, с другой – выраженность влияний со стороны адренергических волокон симпатической нервной системы на гладкомышечные клетки микрососудистого русла [8, 17]. Некоторые авторы [9] связывают происхождение вазомоций в этом диапазоне с локальными пейсмекерами внутри гладких мышечных волокон. В работе Н. Schmid-Shonbein [17] прекапиллярную вазорелаксацию связывают с «гистамино» похожей субстанцией, а А. Stefanovska, М. Bracic [9] придерживаются мнения, что миогенные колебания вызваны осцилляциями концентрации ионов  $Ca^{2+}$  через мембраны мышечных клеток.

Таким образом, в общей мощности спектра у испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-грамм доминировали низкочастотные ритмы, а именно очень низкочастотные эндотелиальные ритмы, вклад которых составил 51,33% и вазомоторные ритмы с вкладом 42,95% (табл. 3), что свидетельствует о значительной модуляции потока крови со стороны сосудистой стенки, реализуемой через ее мышечный компонент. На этом фоне, высокочастотные дыхательные и пульсовые колебания занимали значительно меньшую долю в общем спектре и составили 5,29% и 0,44% соответственно (табл. 3), что указывает на умеренный приток крови в капиллярное русло и своевременный отток периферической крови. Следовательно, данный тип характеризуется высокой сбалансированностью регуляторных механизмов, что подтверждается высоким значением ИЭМ, который составил в данной группе  $2,50 \pm 0,09$  (рис. 6), потому испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-граммы можно отнести к нормоемическому типу микрогемодинамики.

Другой тип ЛДФ-грамм характеризовался низкой перфузией ( $6,53 \pm 0,28$  перф. ед.) и монотонным характером колебаний (рис. 2), что подтверждается низкими



значениями СКО  $0,23 \pm 0,03$  перф. ед. и  $K_v$ , который у испытуемых данного типа составил  $-3,5 \pm 0,38\%$ .

Спектральные характеристики для данного типа отличались самым высоким значением вклада очень низкочастотных колебаний, а именно 61,54% от общей мощности спектра, что на 10,21% больше, чем VLF-компонент у испытуемых с аperiодическим типом. Однако на фоне более высокого показателя VLF-компонента у представителей с монотонным типом и низкой перфузией в сравнении с таковым у испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-граммы наблюдался существенно меньший вклад вазомоторных колебаний – 34,96%, что свидетельствует о повышенном тоне микрососудов, вследствие значительной активности симпатических адренергических волокон, и приводит к увеличению жесткости сосудистой стенки и, следовательно к увеличению периферического сопротивления. Кроме того, высокочастотные колебания также характеризуются более низким вкладом дыхательных ритмов (3,38%) в общую мощность спектра флаксаций по сравнению с таковым у испытуемых с аperiодическим типом (5,29%). Однако вклад пульсовых влияний в структуру ритмических колебаний микрокровотока был таким же, как и у испытуемых с аperiодическим типом и составил 0,44%. Такое соотношение характеристик спектрального анализа обусловили значение ИЭМ, равное  $2,20 \pm 0,15$  (рис. 6).

Таким образом, умеренный вклад вазомоторного и дыхательного компонентов, свидетельствует о преобладании симпатических влияний, что приводит к некоторой констрикции микрососудов, а увеличение жесткости сосудистой стенки обуславливает низкие показатели флакса и  $K_v$ , и вероятно, является причиной невысокой перфузии. Следовательно, данный тип характеризуется увеличением сосудистого тонуса и соответствует гипоемическому или спастическому типу микрогемодинамики [4, 6].

Таблица 3.

Амплитудные характеристики и вклад в общую мощность спектра основных ритмов ЛДФ-грамм у испытуемых в зависимости от индивидуальных особенностей микроциркуляции ( $M \pm m$ )

№ группы	Типы микроциркуляции	Амплитуда, VLF	вклад, %	Амплитуда, LF	вклад, %	Амплитуда, HF	вклад, %	Амплитуда, CF	вклад, %
1	Аperiодический тип (n=13)	97,47 ± 9,63	51,33	89,16 ± 7,85	42,95	31,28 ± 1,86	5,29	9,04 ± 0,81	0,44
2	Монотонный тип с низкой перфузией (n=14)	92,24 ± 4,61	61,54	69,52 ± 3,69 p1≤0,05	34,96	21,66 ± 1,01 p1≤0,001	3,38	7,77 ± 0,63	0,44

Продолжение таблицы 3.

3	Монотонный тип с высокой перфузией (n=13)	63,00 ± 3,11 p1≤0,01 p2≤0,01	59,29	46,87 ± 2,38 p1≤0,01 p2≤0,001	32,81	22,00 ± 1,14 p1≤0,00 1	7,22	6,72 ± 0,27 p1≤0,05 p2≤0,05	0,68
---	--	--	-------	---	-------	------------------------------------	------	---	------

Примечания: обозначения те же, что и в таблице 2.

Третий тип ЛДФ-грамм характеризовался высокой перфузией  $18,69 \pm 0,83$  перф. ед., показатель которой был в среднем в 3 раза выше, чем у испытуемых двух предыдущих групп и монотонным характером флаксмоций, обуславливающими низкий уровень флакса  $0,54 \pm 0,04$  перф. ед. и  $Kv 3,53 \pm 0,34\%$ . Причем значения  $Kv$  достоверно не отличались от таковых у испытуемых второй группы ( $p \geq 0,05$ ), в то время как значение СКО для монотонного типа с высокой перфузией было в среднем в два раза больше такового, чем у испытуемых с монотонным типом и низкой перфузией (табл. 2). Для монотонного типа ЛДФ-грамм с высокой перфузией (рис. 3) также характерно преобладание в спектральном анализе очень низкочастотного VLF-компонента (59,29%), что на 7,96% больше, чем у испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-грамм и на 2,25% меньше, чем у представителей с монотонным типом и низкой перфузией и свидетельствует о некоторой дилатации микрососудов, вероятно, связанной с активной модуляцией микроваскулярным эндотелием сосудистого тонуса секрецией в кровь вазоактивных субстанций [8, 9], в частности оксида азота (NO). LF-компонент составил 32,81%, что на 2,15% и 10,14% меньше, чем у испытуемых, относящихся к первым двум типам, что свидетельствует об угнетении вазомоторного механизма в регуляции микрокровотока, и влечет за собой смещение доминанты регуляции микрокровотока в высокочастотную область. Так, вклад дыхательных волн достигал максимального значения именно в этой группе и составил 7,22%, в то время как у испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-грамм вклад дыхательных колебаний составил 5,29% и у испытуемых с монотонным типом и низкой перфузией 3,38% в общую мощность спектра. Кроме того, пульсовые колебания также были весьма выражены у испытуемых с монотонным типом и высокой перфузией и составили 0,68%, что на 0,24% больше, чем у испытуемых других групп.

Таким образом, значительные вклады пульсовых амплитудных значений в структуре ритмических колебаний, на фоне высокого значения эндотелиального компонента в общей мощности спектра свидетельствует о повышенном притоке периферической крови, что обуславливает гиперемию тканей в этом монотонном типе, а повышение дыхательного компонента наряду со снижением вклада вазомоторных колебаний в спектре свидетельствует о некотором ослаблении симпатического тонуса, что обуславливает как повышенный приток со стороны артериол, так и несколько затрудненный отток со стороны венул и соответствует гиперемическому типу микрогемодинамики [4, 16]. В виду перераспределения

ритмических характеристик в сторону увеличения пульсовых и дыхательных колебаний, ИЭМ в этой группе самый низкий и составил  $2,13 \pm 0,14$  (рис. 6).

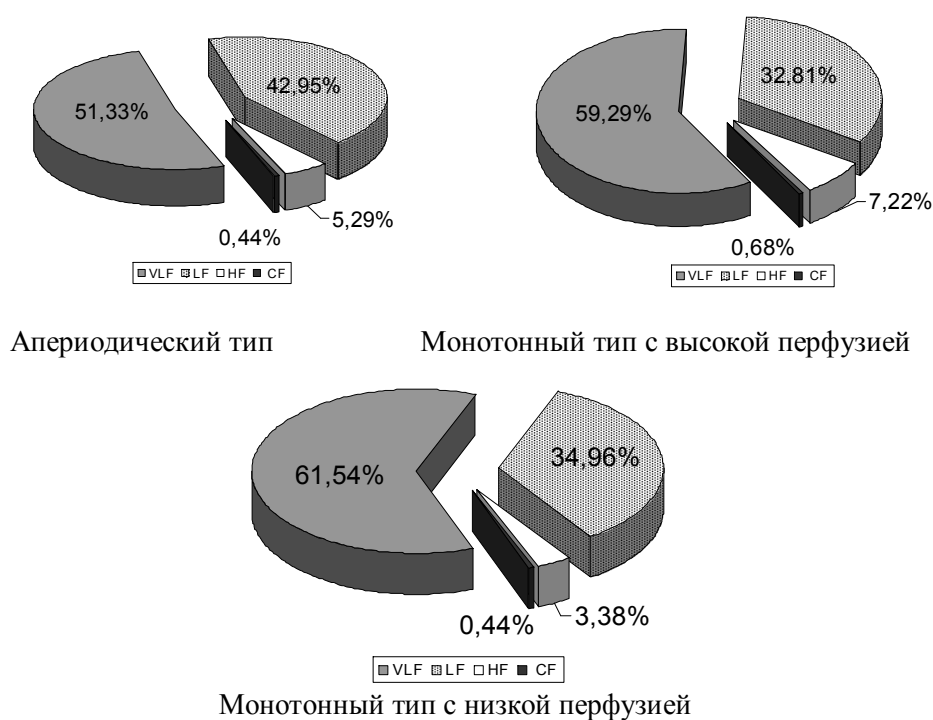


Рис. 5. Диаграмма вклада амплитудных компонентов в общую мощность спектра осцилляций тканевого кровотока у испытуемых с различными типами ЛДФ-грамм

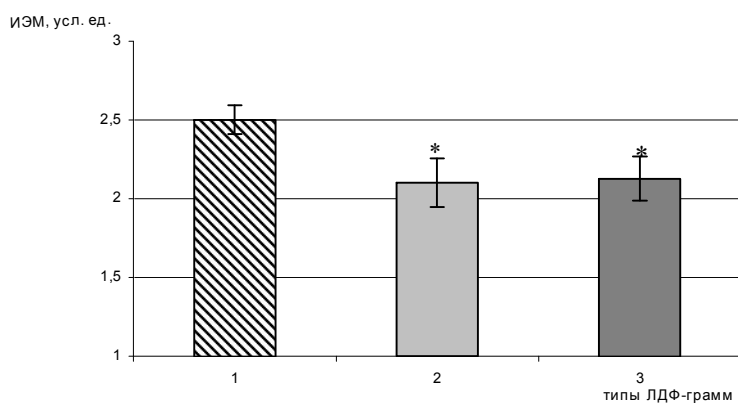


Рис. 6. Индекс эффективности микроциркуляции у испытуемых трех типов микрогемодинамики.

---

Примечание:

1 – аperiодический тип; 2 – монотонный тип с низкой перфузией; 3 – монотонный тип с высокой перфузией.

\* -  $p \leq 0,05$ , достоверность отличий по отношению к аperiодическому типу, по t-критерию Стьюдента;

Таким образом, выявлены индивидуально-типологические особенности показателей микроциркуляции, что позволило разработать нормативные показатели для проведения диагностики тканевого кровотока и прогнозировать наиболее оптимальные пути устранения микроциркуляторных нарушений.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены индивидуально-типологические особенности показателей микроциркуляции. На основании значений показателей перфузии, уровня флакса и коэффициента вариации выделены три типа ЛДФ-грамм: аperiодический (34% испытуемых), монотонный с низкой перфузией (34% испытуемых) и монотонный с высокой перфузией (32% испытуемых).
2. Аperiодический тип ЛДФ-грамм характеризуется низким значением перфузии (6,28 перф. ед.), однако более высокими показателями СКО (0,97 перф. ед.) и  $K_v$  (16,55%), что свидетельствует о преобладании активных механизмов модуляции тканевого кровотока и подтверждается доминированием эндотелиальных (51,33) и вазомоторных (42,99%) колебаний в общей мощности спектра, обуславливающих изменение сосудистого тонуса и как следствие, объемного регионарного кровотока, посредством модуляции потока крови через мышечный компонент сосудистой стенки; и умеренным вкладом высокочастотных (5,29%) и пульсовых колебаний (0,35%), проникающих в капиллярное русло с потоком крови, что позволяет считать этот тип микрогемодинамики наиболее сбалансированным и соответствовать нормоемическому типу микроциркуляции.
3. Тип ЛДФ-грамм с монотонным характером колебаний и низкими показателями перфузии (6,53 перф. ед.) характеризуется низкими значениями уровня флакса (0,23 перф. ед.) и  $K_v$  (3,5%), что свидетельствует о невысокой степени модуляции микрокровотока. Данные амплитудно-частотного анализа указывают на преобладание эндотелиального компонента (62,56%) в регуляции тканевого кровотока и характеризуются умеренным вкладом вазомоторных (34,96%) и дыхательных (3,38%) и пульсовых (0,44%) колебаний в общую мощность спектра, что свидетельствует о повышенном влиянии со стороны симпатической иннервации и обуславливает сниженный приток крови в микроциркуляторное русло, поэтому данный тип соответствует гипоемическому (спастическому) типу микрогемодинамики.
4. У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-грамм и высокой перфузией (18,69 перф. ед.), были зарегистрированы низкие значения уровня флакса (0,53 перф.

---

ед.) и Kv (3,53%). Данные спектрального анализа характеризовались сниженным показателем вазомоторного компонента (32,81%) и увеличением вклада высокочастотных (7,22%) и пульсовых колебаний (0,68%) в структуру ритмических колебаний, что указывает на высокое кровенаполнение в артериолах и венах и свидетельствует о снижении симпатических влияний, поэтому соответствует гиперемическому типу микрогемодинамики.

#### Список литературы

1. Чернух А.М. Воспаление.– М.: Медицина, 1979. – 430с.
2. Куприянов В.В., Караганов Я.Л., Козлов В.И. Микроциркуляторное русло. – М.: Медицина, 1975. – 213 с.
3. Чернух А.М., Александров П.Н, Алексеев О.В. Микроциркуляция.– М.: Медицина, 1975. – 456 с
4. Козлов В. И., Корси Л.В., Соколов В.Г. Лазерная доплеровская флоуметрия и анализ коллективных процессов в системе микроциркуляции // Физиология человека. –1998. – Т. 24. – №6. – С.112.
5. Чуян Е.Н., Трибрат Н.С. Изменение процессов микроциркуляции при воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона // «Миллиметровые волны в биологии и медицине», -2008. – №4, С. 33-45.
6. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Пособие для врачей / Под ред. В.И. Маколкина, В.В. Бранько, С.А.Богдановой и др. – М.:Россельхозакадемия, 1999. – 48 с.
7. Бранько В.В., Богданова Э.А., Камшилина Л.С., Маколкин В.И., Сидоров В.В. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии, Пособие для врачей, М., 1999, 48с.
8. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. – М.: Медицина. – 2005 – 254с.
9. Stefanovska A., Bracic M. Physics of the human cardiovascular system. // Contemporary Physics, 1999, v. 40, N 1, p.31-35.
10. Kvandal P., Stefanovska A., Veber M., Kvernmo H.D., Kirkeboen K.A. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler flowmetry, iontophoresis, and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandines. // Microvascular Research 2003, v.65, pp. 160-171.
11. Mayer M.F., Rose C.J., Hulsmann J.-O., Schatz h., Pfonl M. Impaired 0.1 – Hz vasomotion assessed by laser Doppler anemometry as an early index of peripheral sympathetic neuropathy in diabetes. //Microvascular Research, 2003, v.65, pp. 88-95.
12. Schmid – Schonbein H., Zied S., Rutten W. and Heidtmann H. Active and passive modulation of cutaneous red cell flux as measured by Laser Doppler anemometry. //VASA , 1992, v.34, Suppl. p. 38-47
13. Крупаткин А.И. Клиническая нейроангиофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофика). - М.: Научный мир, 2003. -328с.
14. Крупаткин А.И., Сидоров В.В., Меркулов М.В. и др. Функциональная оценка периваскулярной иннервации конечностей с помощью лазерной доплеровской флоуметрии. Пособие для врачей. М., 2004. - 26с.
15. Сидоров В.В., Ронкин М.А., Максименко И.М., Щербанина В.Ю., Уколов И.А. Физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии и его применение в неврологической практике.// Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2003, №12, стр. 26-35.
16. Станишевская Т.И. Основные типы микроциркуляции крови и частота их встречаемости у девушек юго-восточного региона Украины // Ученые записки таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия „Биология, химия”. – 2005. – Т. 18(56), №1, С.131-141.
17. Schmid – Schonbein H., Ziege S., Grebe R., Blazek V., Spielmann R., Linzenich F. Synergetic Interpretation of Patterned Vasomotor Activity in Microvascular Perfusion : Descrete Effects of Myogenic and Neurogenic Vasoconstriction as well as Arterial and Venous Pressure Fluctuations.// Int J. Microcir. 1997; 17, pp. 346-359.

Чуян Е.Н., Трибрат Н.С., Ананченко М.Н. Індивідуально-типологічні особливості показників мікроциркуляції // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 3. – С. 190-203.

---

Методом лазерною доплерівськими флоуметрії (ЛДФ) вивчені індивідуально-типологічні особливості показників мікроциркуляції у умовно-здорових дівчат-волонтерів у віці 18-23 років кримського регіону. За результатами дослідження було виділено 3 типи ЛДФ-грам: аперіодичний, монотонний тип з низькою перфузією, монотонний тип з високою перфузією.

Ключові слова: метод лазерної доплерівської флоуметрії, мікроциркуляція крові, аперіодичний тип, монотонний тип з низькою перфузією, монотонний тип з високою перфузією.

Chujan E.N., Tribat N.S., Ananchenko M. N. Individually-typological features of indicators of microcirculation // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry»*. – 2008. – V.21 (60). – № 3. – P. 190-203.

The method laser doppler flowmetry (LDF) studies individually-typological features of indicators of microcirculation at is conditional-healthy girls-volunteers at the age of 18-23 years of the Crimean region. By results of research 3 types LDF-gram have been allocated: aperiodical, monotonous type with low perfusion, monotonous type with high perfusion.

Keywords: a method laser doppler flowmetry, microcirculation, aperiodical type, monotonous type with low perfusion, monotonous type with high perfusion.

Пост упила в редакцію 05.12.2008 г.

---