

УДК 612.135:528.811+537-96

ПОКАЗАТЕЛИ ОБЪЕМНОГО КРОВОТОКА У ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНЫМИ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫМИ ТИПАМИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ананченко М.Н., Чуян Е.Н.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: mermaid.ka@mail.ru*

Методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) выявлены изменения показателей объемного кровотока у условно здоровых девушек-волонтеров в возрасте 18-23 лет с разными микроциркуляторными типами при воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ), или миллиметрового (мм) диапазона. Показано, что низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ оказывает эффективное корректирующее дифференцированное влияние на показатели объемного кровотока, вызывая компенсаторно-приспособительные реакции у испытуемых с разными индивидуально-типологическими особенностями микроциркуляторных процессов. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ приводит к нивелированию межгрупповых различий и приближению значений показателей объемного кровотока у испытуемых с гипо- и гиперемическими типами к наиболее сбалансированному в функциональном отношении нормоемическому, что свидетельствует о его гомеостатическом действии.

Ключевые слова: низкоинтенсивное электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, микроциркуляция крови, метод лазерной доплеровской флоуметрии, показатели объемного кровотока, нормо-, гипо-, гиперемический типы микроциркуляции.

ВВЕДЕНИЕ

Состояние кровотока в капиллярах и близлежащих кровеносных сосудах представляет огромный интерес, так как является определяющим при оценке трофического обеспечения тканей и органов, а также резервов поддержания гомеостаза организма человека. Микроциркуляция крови представляет собой совокупность мельчайших каналов сосудистой системы: артериол, капилляров, венул, а также артерио-венозных анастомозов (АВА). Необходимость существования разнообразия паттернов микрососудистых русел обусловлена спецификой функций обслуживаемых ими тканей и их метаболической активностью [1]. Ключевым обменным звеном микрогемодикуляторного русла являются капилляры, в связи, с чем количественная оценка именно капиллярной гемодинамики принципиально важна как в научном, так и в практическом отношении.

Ранее в проводимых исследованиях с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) нами было показано изменение показателей ЛДФ-метрии при воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ)

миллиметрового (мм) или крайневисокочастотного (КВЧ) диапазона у испытуемых с разными типами микрогемодинамики [2]. Основой метода ЛДФ, как и большинства биофизических методов исследования процессов микрогемодинамики, служит измерение показателя перфузии, основными недостатками которого является нетождественность его с объемным кровотоком, а также возможность характеризовать общую микрососудистую перфузию, а не только ее трансапиллярный компонент, что ограничивает использование данных методов и затрудняет трактовку полученных результатов в клинко-физиологических исследованиях [3-5]. Однако на основе стандартной ЛДФ-метрии возможно исследование показателей объемного кровотока, позволяющих определить общий объемный кровоток, а также отражающих истинные изменения нутритивного и шунтового компонентов, что представляет интерес не только в теоретическом плане для понимания механизмов организации тканевого обмена, но и в практическом отношении для раскрытия индивидуальных особенностей различных изменений кровообращения [3]. Вместе с тем, изменение показателей объемного кровотока крови у лиц с разными микроциркуляторными типами при воздействии низкоинтенсивного мм излучения не изучены.

В связи с этим, целью данной работы явилось выявление изменений показателей объемного кровотока у лиц с разными микроциркуляторными типами при воздействии низкоинтенсивного мм излучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 49 студентов-волонтеров женского пола в возрасте 18-23 лет, условно здоровых, в межменструальном периоде. ЛДФ осуществляли лазерным анализатором кровотока «ЛАКК-02» (производство НПП «Лазма», Россия) с источником лазерного излучения, работающим на длине волны 0,8 мкм. Испытуемые во время исследования находились в положении сидя. Головка оптического зонда фиксировалась на вентральной поверхности второго пальца правой руки. Определялись следующие показатели ЛДФ-граммы: параметр микроциркуляции (ПМ), среднее квадратическое отклонение (СКО), с помощью вейвлет-преобразования ЛДФ-грамм – амплитуды эндотелиальных (Аэ, 0,0095-0,02 Гц), нейрогенных (Ан, 0,02-0,046 Гц), миогенных (Ам, 0,07-0,15 Гц), дыхательных (Ад, 0,15-0,4 Гц) и пульсовых (Ас, 0,8-1,6 Гц) колебаний, нейрогенный (НТ) и миогенный (МТ) тонусы микрососудов, значения которых обратно пропорциональны амплитудам осцилляций соответственного диапазона [5, 6]. Методика определения этих показателей подробно описана в наших предыдущих статьях [2, 7].

По данным ЛДФ-метрии определяли индивидуально-типологические отличия показателей микроциркуляции, отражающие вегетативный статус испытуемых, на основе которого было выделено три типа ЛДФ-грамм: аperiodический (36,8% испытуемых), монотонный с низкой (31,6% испытуемых) и высокой перфузией (31,6% испытуемых), соответствующие нормо-, гипо-, гиперемическому микрогемодинамическим типам [7], что позволило разделить испытуемых на три группы.

Каждая из трех групп была разделена на контрольную и экспериментальную. Испытуемые экспериментальной группы подвергались действию

низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, а волонтеры контрольной – ложному воздействию данного физического фактора (плацебо). Экспериментальное воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось на протяжении 10 дней, ежедневно в утреннее время суток на 7-миканальном аппарате «РАМЕД. ЭКСПЕРТ-04» ($\lambda=7,1$ мм, частота излучения – 42,4 ГГц, плотность потока мощности – $0,1$ мВт/см², частота модуляции – 8 Гц; 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) в течение 30-ти минут на симметричные биологически активные точки E-36, RP-6, G-14 и несимметричную GI-15. Выбор этих точек обусловлен их рефлексогенным общеукрепляющим и стимулирующим действием на организм [8].

ЛДФ-исследование повторяли на 3, 5, 7, 10-е сутки эксперимента сразу после КВЧ-воздействия.

У испытуемых выделенных групп измерялось артериальное давление по методу Короткова. Среднее артериальное давление ($P_{cp.}$, мм рт.ст.) рассчитывалось по формуле [4]:

$$P_{cp.}=Pd+1/3(Ps-Pd), \quad (1)$$

где Pd – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); Ps – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.).

На основании показателей ЛДФ-метрии оценивались следующие показатели объемного кровотока: общий объемный кровоток (ООК, перф.ед./мм рт.ст.), объемный нутритивный кровоток (ОНК, перф.ед./мм рт.ст), объемный шунтовой кровоток (ОШК, перф.ед./мм рт.ст.) [4]:

$$ООК=(PM*An*Ac)/(P_{cp.}*CKO), \quad (2)$$

$$ОНК=ООК/ПШ, \quad (3)$$

$$ОШК=ООК-ОНК \quad (4)$$

Показатель шунтирования (ПШ, усл. ед.), отражающий относительную долю шунтового кровотока (как истинного по АВА, так и функционального) в общей локальной микрогемодинамике вычислялся по формуле [4, 5]:

$$ПШ=An/Am =MT/HT \quad (5)$$

Оценка достоверности межгрупповых различий полученных данных проводилась с помощью критерия парных сравнений U-теста Манна-Уитни (Mann-Whitney U Test) [9]. Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследования, для испытуемых с разными типами микроциркуляции характерны определенные индивидуально-типологические отличия показателей объемного кровотока. У испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-граммы (нормоемическим типом микроциркуляции) [7], показатели объемного микрокровотока характеризовались относительно невысокими значениями. Так, значение ООК составило $1,73 \pm 0,06$ перф.ед./мм рт.ст., ОНК – $1,17 \pm 0,11$ перф.ед./мм рт.ст. ПШ и ОШК составили $0,56 \pm 0,13$ усл. ед. и $1,45 \pm 0,10$, перф.ед./мм рт.ст. соответственно (рис. 1-А).

У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-граммы и низкой перфузией, соответствующим, как было показано ранее, гипоемическому гемодинамическому типу [7], значения ООК, ОНК и ОШК составили $1,34 \pm 0,11$, $0,97 \pm 0,15$, $0,36 \pm 0,06$ перф.ед./мм рт.ст. и оказались ниже таковых у испытуемых с нормоемическим типом на 22,9% ($p \leq 0,05$), 16,58% ($p \leq 0,05$), 19,23% ($p \leq 0,05$) соответственно (рис. 1-А), причиной чего, вероятно, является слабый приток крови в микроциркуляторное русло, обусловленный спазмом приносящих сосудов. Значение ПШ у испытуемых данной группы в среднем составило $1,38 \pm 0,04$ усл. ед. и достоверно от такового у испытуемых первой группы не отличалось.

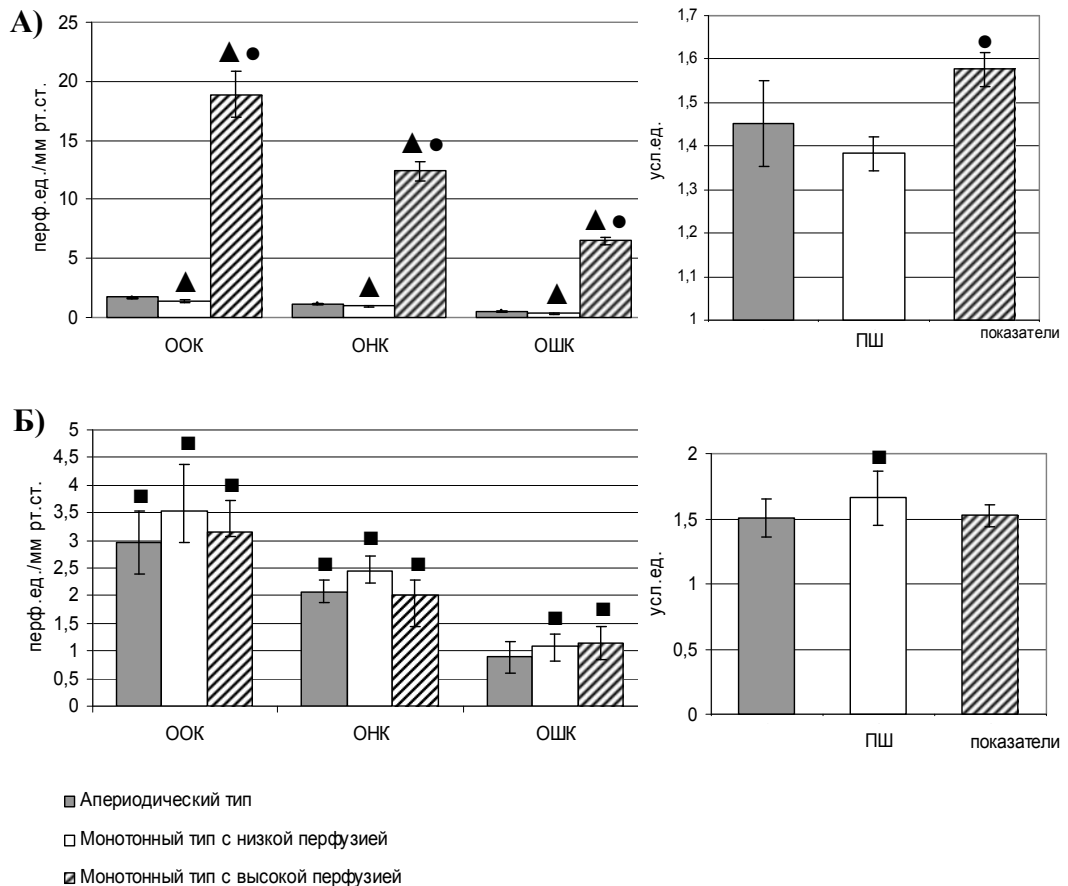


Рис. 1. Показатели объемного кровотока (перф.ед./мм рт.ст.) и показатель шунтирования (усл. ед.) у испытуемых с различными типами ЛДФ-грамм до (А) и после (Б) курсового воздействия ЭМИ КВЧ.

Примечание: ▲ - достоверность отличий относительно значений показателей объемного кровотока у испытуемых с апериодическим типом ЛДФ-грамм; ● - достоверность отличий относительно значений показателей объемного кровотока у испытуемых с монотонным типом и низкой перфузией; ■ - достоверность отличий относительно значений, зарегистрированных у испытуемых до воздействия ЭМИ КВЧ.

У испытуемых с монотонный типом ЛДФ-граммы и высокой перфузией, который соответствует гиперемическому типу микроциркуляции [7], значения показателей объемного кровотока оказались относительно высокими. Так, ООК, ОНК и ОШК составили $18,90 \pm 1,94$, $12,40 \pm 0,84$, $6,50 \pm 0,29$ перф.ед./мм рт.ст., что превышает таковые как у испытуемых с нормоемическим в $10,9$ ($p \leq 0,01$), $10,6$ ($p \leq 0,01$), $11,6$ ($p \leq 0,01$) раз соответственно, так и с гипоемическим гемодинамическими типами в $14,1$ ($p \leq 0,01$), $12,8$ ($p \leq 0,01$), $18,1$ ($p \leq 0,01$) раз. Значение ПШ составило $1,57 \pm 0,12$ усл. ед., что на $13,25\%$ ($p \leq 0,05$) выше такового у испытуемых с гипоемическим типом микроциркуляции (рис. 1-А).

Как известно, интенсивность метаболизма, сопряжённая с активацией регионарного кровотока, не является постоянной величиной, так как потребности тканей и органов в кислороде и питательных веществах постоянно изменяются, что требует регуляции поступления и оттока крови [10, 11]. ООК отражает общий поток крови в микрососудистом русле, а, соответственно, включает нутритивный и шунтовой компоненты [4]. Величина ОНК прямо коррелирует с капилляроскопическими параметрами – объемной скоростью веноулярного отдела капилляров и средней объемной скоростью капиллярной петли в целом [12], а, следовательно, отражает объемную скорость кровотока именно в нутритивных микрососудах. ОШК и ПШ отражают шунтовой кровотока по АВА [4]. К шунтирующим сосудам принадлежат АВА, представляющие собой прямые сообщения между артериолами и венами и осуществляющие ненутритивный кровотока. Анастомозы позволяют крови перераспределяться между отдельными частями органа, в то же время они являются путями коллатерального притока крови в микроциркуляторную систему в случаях выключения каких-либо артериальных ветвей. В большинстве случаев при патологических изменениях микроциркуляции АВА играют роль тонких регуляторов капиллярного кровообращения: расширяясь при артериальной гиперемии, они разгружают капилляры от избытка крови; закрываясь при ишемии, способствуют усилению притока крови в капилляры [5, 10]. Следовательно, АВА играют особую роль в периферической гемодинамике, создавая пути движения крови в обход основной массы капилляров и, в то же время, условия для параллельного включения основной массы капилляров в периферический кровотока. Это имеет важное приспособительное значение не только для интенсификации тканевого кровотока в метаболически активных зонах, но и для его сохранности при тех или иных нарушениях [3].

Таким образом, у испытуемых с аperiodическим типом ЛДФ-граммы (нормоемическим гемодинамическим типом), для которых характерна высокая сбалансированность активных и пассивных составляющих регуляторных механизмов микроциркуляции, обеспечивающая полноценный артериальный приток и своевременный венозный отток крови [7], показатели объемного кровотока характеризовались невысокими значениями, которые свидетельствуют об умеренном, однако полноценном притоке крови, величина которого оптимальна для нормального функционирования системы микроциркуляции. У испытуемых с гипо- и гиперемическим гемодинамическими типами наблюдались значительные различия в значениях показателей объемного кровотока, что, вероятно, связано с их

особенностями в системе регуляции микроциркуляторных процессов. Так, у испытуемых с монотонным типом и низкой перфузией, характеризующимся меньшей по сравнению с нормоемическим типом сбалансированностью активных и пассивных составляющих механизмов регуляции микроциркуляции, отражающейся в доминировании влияний со стороны симпатической нервной системы [7], значения были относительно низкими и отражали слабую кровенаполняемость микрососудов, обусловленную некоторым спазмом, возникшим в результате повышенного нейрогенного и миогенного тонуса. У испытуемых с монотонным типом и высокой перфузией, напротив, значения превышали таковые у испытуемых предыдущих групп, указывая, не только на чрезмерный приток артериальной крови, но и затрудненный венозный отток, возникший в результате пониженного вазомоторного тонуса.

Следовательно, достоверные межгрупповые различия, выявленные в результате исследования показателей объемного кровотока, подтверждают ранее полученные результаты об индивидуально-типологических особенностях процессов тканевой гемодинамики испытуемых [7].

В результате 10-тикратного воздействия ЭМИ КВЧ произошли достоверные изменения показателей объемного кровотока, однако степень их изменения зависела от индивидуально-типологических особенностей испытуемых. Так, наименее выраженные изменения были выявлены у испытуемых, имеющих наиболее сбалансированный нормоемический тип микроциркуляции, а максимально выраженные, хотя и разнонаправленные – у испытуемых с исходно выраженными отклонениями в системе регуляции кровотока (с гипо- и гиперемическим типами микроциркуляции) (рис. 1-Б, 2, 3, 4).

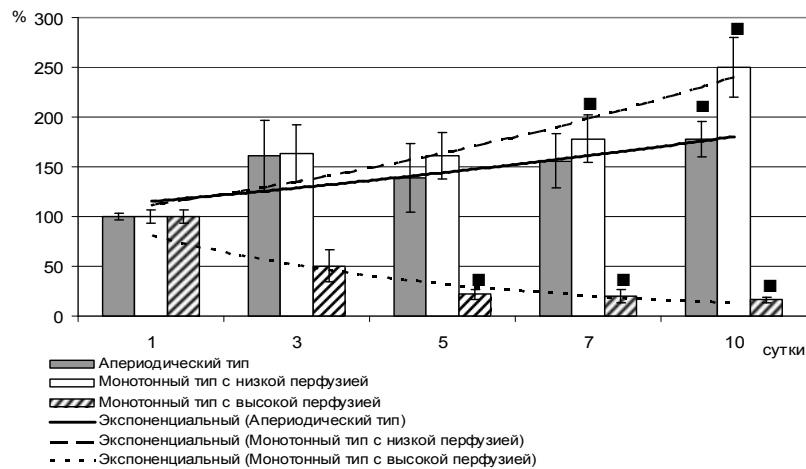


Рис. 2. Динамика объемного nutritивного кровотока у испытуемых с различными типами ЛДФ-грамм под влиянием ЭМИ КВЧ (в % относительно контрольных значений, принятых за 100%).

Примечание: ■ – достоверность по отношению к контрольным значениям ($p \leq 0,05$).

На 10-е сутки КВЧ-воздействия у испытуемых с аperiодическим типом ЛДФ-граммы (нормоемическим типом микроциркуляции) происходило увеличение ОНК на 77,7% ($p \leq 0,05$) по сравнению со значениями в контрольной группе (рис. 2). У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-граммы и низкой перфузией (гипоемическим типом микроциркуляции) также наблюдалось достоверное увеличение ОНК, однако, выраженное в большей степени и проявившееся в более ранние сроки уже после 7-микратного КВЧ-воздействия на 113,6% ($p \leq 0,05$) по сравнению с таковым в контрольной группе (рис. 2). Так как ОНК отражает кровоток в капиллярах, то величина его в большей степени определяется миогенной активностью прекапиллярных сфинктеров, которые являются последним звеном контроля микрокровотока перед капиллярным руслом [4]. Следовательно, причиной повышения нутритивного кровотока, вероятно, явилось снижение МТ, которое наблюдалось у испытуемых обеих групп в результате курсового воздействия ЭМИ КВЧ [2]. Снижение МТ сопровождается уменьшением периферического сопротивления и вазодилатацией в области прекапиллярных сфинктеров, в результате чего происходит увеличение функциональной активности и открытие латентных капилляров [6, 13]. Возрастание количества функционирующих капилляров и увеличение их диаметра (за счет адекватного кровенаполнения) обуславливает благоприятное повышение притока крови в микроциркуляторное русло [14, 15], что, по-видимому, и происходило у испытуемых с нормо- и гипоемическими типами микроциркуляции в результате курсового действия ЭМИ КВЧ.

У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-граммы и высокой перфузией (гиперемическим гемодинамическим типом), в отличие от первых двух типов, наблюдалось снижение ОНК на 80% относительно контрольных значений ($p \leq 0,05$), которое было достоверным, начиная с 5-х суток исследования (рис. 2). Снижение значений данного показателя под влиянием КВЧ-терапии у испытуемых этой группы, по-видимому, связано с повышением МТ, зарегистрированным в наших предыдущих исследованиях [2], что свидетельствует о закрытии прекапиллярных сфинктеров и, как следствие, уменьшении притока крови в нутритивное русло [16, 17].

В результате курсового воздействия мм излучения у испытуемых с нормоемическим микрогемодинамическим типом ПШ и ОШК достоверно не изменялись ($p \geq 0,05$). У испытуемых с гипоемическим типом микроциркуляции происходило увеличение ПШ на 19,2% ($p \leq 0,05$) и ОШК на 238% ($p \leq 0,05$) по сравнению с таковыми в контрольной группе (см. рис. 1-Б, 3), которое наблюдалось уже с 5-х суток эксперимента.

Как известно, ведущим в регуляции кровотока по АВА является нейросинаптический адренергический механизм [5]. Следовательно, причиной повышения шунтового кровотока, вероятно, является снижение нейрогенного тонуса микрососудов, наблюдаемое при воздействии ЭМИ КВЧ [2]. Снижение НТ свидетельствует об уменьшении активности симпатической нервной системы на микрососуды, в результате чего происходит увеличение вазодилатации на путях притока крови в систему микроциркуляции [13].

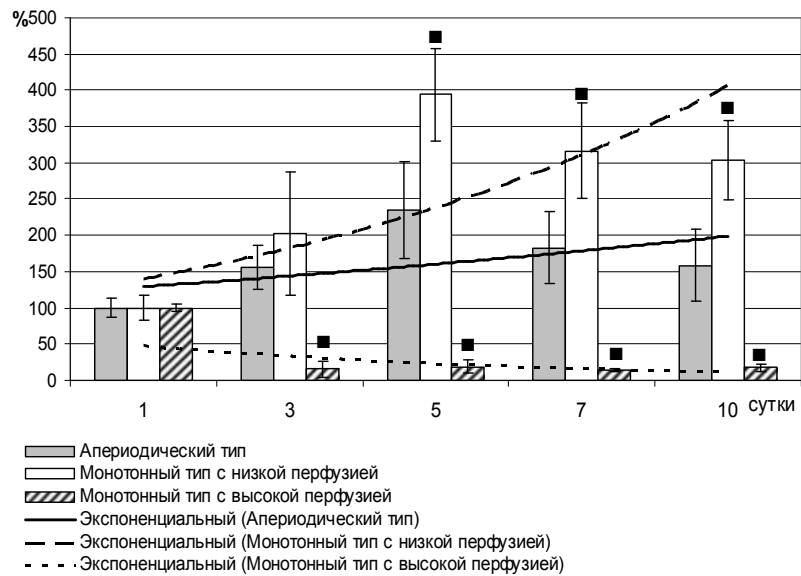


Рис. 3. Динамика объемного шунтового кровотока у испытуемых с различными типами ЛДФ-грамм под влиянием ЭМИ КВЧ (в % относительно контрольных значений, принятых за 100%).

Примечание: обозначения те же, что и на Рис. 1.

У испытуемых с гиперемическим типом микроциркуляции, напротив, происходило достоверное снижение ОШК на 83,7% относительно контрольных значений ($p \leq 0,05$) уже после 3-го КВЧ-воздействия (рис. 3), что, по-видимому, обусловлено повышением нейрогенных влияний со стороны симпатической адренергической системы, способствующих увеличению вазоконстрикции артериол, а, следовательно, уменьшению притока в микроциркуляторное русло [5].

У испытуемых с нормоемическим типом микроциркуляции после 10-тикратного КВЧ-воздействия отмечалось повышение ООК на 71% по сравнению со значениями в контрольной группе ($p \leq 0,05$) (рис. 4). У испытуемых с гипоемическим типом микроциркуляции также происходил рост ООК, однако в большей степени на 111% относительно таковых в контрольной группе ($p \leq 0,05$) и в более ранние сроки наблюдения (на 5-е сутки КВЧ-воздействия) (рис. 4).

Как известно, ООК контролируется нейросинаптическими механизмами регуляции сокращения миоцитов артериол, а также является суммарной величиной ОНК и ОШК [4]. Следовательно, увеличение ООК у испытуемых первой и второй групп является следствием снижения нейрогенного и миогенного тонусов микрососудов в результате мм терапии, обусловивших повышение ОНК и ОШК. У испытуемых с гиперемическим типом микроциркуляции уменьшение ОНК и ОШК в результате курсового воздействия ЭМИ КВЧ привело к снижению ООК на 76,6% относительно контрольных значений ($p \leq 0,05$), которое проявилось уже после 3-го сеанса мм терапии (рис. 4).

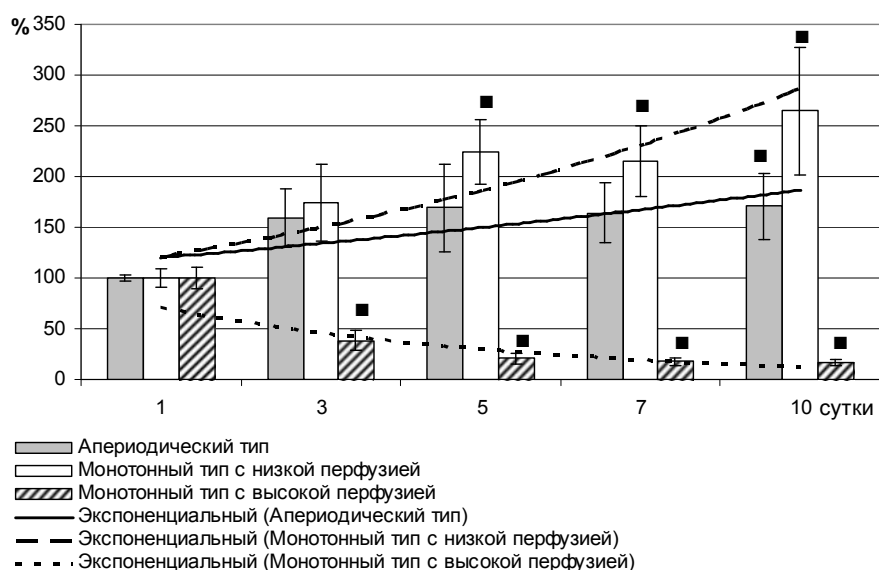


Рис. 4. Динамика общего объемного кровотока у испытуемых с различными типами ЛДФ-грамм под влиянием ЭМИ КВЧ (в % относительно контрольных значений, принятых за 100%).

Примечание: обозначения те же, что и на Рис.1.

Таким образом, в результате мм терапии у испытуемых с гипоемическим типом микроциркуляции, благодаря снижению вазомоторного тонуса микрососудов и усилению притока крови в микроциркуляторное русло, произошло увеличение изначально сниженного нутритивного, шунтового и, как следствие, общего кровотока. У испытуемых с гиперемическим типом микроциркуляции курсовое воздействие ЭМИ КВЧ, напротив, привело к повышению нейрогенного и миогенного тонусов, что повлекло снижение исходно повышенного нутритивного, шунтового, а, соответственно, и общего кровотока. Такие разнонаправленные изменения, возникшие в результате КВЧ-терапии, привели к отсутствию статистически значимых межгрупповых различий (рис. 1-Б). Следовательно, под влиянием ЭМИ КВЧ произошла эффективная модуляция показателей объемного кровотока, проявившаяся в приближении значений показателей у испытуемых с гипо- и гиперемическим типами микроциркуляции к функциональному состоянию испытуемых с нормоемическим типом микроциркуляции, как наиболее сбалансированному, что согласуется с нашими предыдущими исследованиями [2].

Таким образом, низкоинтенсивное ЭМИ КВЧ оказывает эффективное корректирующее дифференцированное влияние на показатели объемного кровотока, вызывая компенсаторно-приспособительные реакции у испытуемых с

разными индивидуально-типологическими особенностями микроциркуляторных процессов.

ВЫВОДЫ

1. Для испытуемых с разными микроциркуляторными типами характерны определенные различия в параметрах объемного кровотока: у испытуемых с гипоемическим типом наблюдались достоверно меньшие значения общего объемного, нутритивного и шунтового кровотока на 22,9%, 16,58%, 19,23% ($p \leq 0,05$) по сравнению с таковыми у испытуемых с нормоемическим типом; у испытуемых с гиперемическим типом – достоверно большие значения общего объемного, нутритивного, шунтового кровотока в 10,9, 10,6, 11,6 ($p \leq 0,01$) раз по сравнению с таковыми у испытуемых с нормоемическим типом.
2. В результате курсового воздействия ЭМИ КВЧ наименее выраженные изменения показателей объемного кровотока выявлены у испытуемых, имеющих аperiodический тип ЛДФ-граммы (нормоемический тип микроциркуляции), проявившиеся в увеличении общего объемного кровотока на 71% ($p \leq 0,05$) и его нутритивного компонента на 77,7% ($p \leq 0,05$) относительно таковых у испытуемых контрольной группы.
3. У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-граммы и низкой перфузией (гипоемическим типом микроциркуляции) происходило увеличение общего объемного кровотока на 111% ($p \leq 0,05$), его нутритивного и шунтового компонентов на 113,6% ($p \leq 0,05$) и 238% ($p \leq 0,05$) соответственно, а также показателя шунтирования на 19,2% ($p \leq 0,05$) относительно таковых у испытуемых контрольной группы.
4. У испытуемых с монотонным типом ЛДФ-граммы и высокой перфузией (гиперемическим типом микроциркуляции) происходило снижение общего объемного кровотока на 76,6% ($p \leq 0,05$), его нутритивного и шунтового компонентов на 80% ($p \leq 0,05$) и 83,7% ($p \leq 0,05$) соответственно относительно таковых у испытуемых контрольной группы.
5. Курсовое воздействие ЭМИ КВЧ привело к нивелированию межгрупповых различий и приближению значений показателей объемного микрокровотока у испытуемых с гипо- и гиперемическими типами к наиболее сбалансированному в функциональном отношении нормоемическому, что свидетельствует о его гомеостатическом действии.

Список литературы

1. Поленов С.А. Основы микроциркуляции / С.А. Поленов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2008. – Т. 7, №1 (25). – С. 5–19.
2. Чуян Е.Н. Индивидуально-типологические особенности процессов микроциркуляции: влияние низкоинтенсивного миллиметрового излучения / Е.Н. Чуян, М.Н. Ананченко // Учёные записки Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), № 4. – С. 236–254.
3. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клиничко-морфологические аспекты изучения / В.И. Козлов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5. – №1(17) – С. 84–101.

4. Крупаткин А.И. Оценка объемных параметров общего, нутритивного и шунтового кровотока микрососудистого русла кожи с помощью лазерной доплеровской флоуметрии / А.И. Крупаткин // Физиология человека. – 2005. – Том 31, №1. – С. 114–119.
5. Крупаткин А.И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров // М.: Медицина, 2005. – 254 с.
6. Маколкин В.И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии / Маколкин В.И., Бранько В.В., Богданова Э.А. // Пособие для врачей. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 48 с.
7. Чуян Е.Н. Индивидуально-типологический подход к исследованию процессов микроциркуляции крови / Е.Н. Чуян, М.Н. Ананченко // Учёные записки Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Том 22 (61), №3. – С. 166–180.
8. Мачерет Е.Л. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачерет, И.З. Самосюк // Киев: Вища шк., 1982. – 302 с.
9. Боровиков В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере / В.П. Боровиков // Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.
10. Мchedlishvili Г.И. Микроциркуляция крови: Общие закономерности регулирования и нарушений / Г.И. Мchedlishvili // Л.: Наука, 1989. – 296 с.
11. Селезнев С.А. Клинические аспекты микрогемодиализации / Селезнев С.А., Назаренко Г.И., Зайцев В.С. // Л.: Медицина, 1986. – 207 с.
12. Крупаткин А.И. Динамический колебательный контур регуляции капиллярной гемодинамики / А.И. Крупаткин // Физиология человека. – 2007. – Т.3, №5. – С. 93–101.
13. High-intensity static magnetic fields modulate skin microcirculation and temperature in vivo / S. Ichioka, M. Minegishi, M. Iwasaka [et al.] // Bioelectromagnetics. – 2000. – №21(3). – P. 183–188.
14. Силантьева Е.С. Лечение хронического воспаления придатков матки (гемодинамические аспекты КВЧ-терапии): диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: 14.00.01 / Силантьева Елена Суликовна. – Москва, 2000 г. – 128 с.
15. Фаткуллин И.Ф. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке динамики микроциркуляции при отеках беременных / И.Ф. Фаткуллин, Р.И. Габидуллина, Л.В. Орлов // Казанский медицинский журнал. – 2002. – Т. 83, №4. – С. 289–293.
16. Pressure and risk of preeclampsia: a prospective study / R. Thadhani, J.L. Ecker, E. Kettyle [et al.] // Obstet. Gynecol. – 2001. – Vol. 97, №4. – P. 515–520.
17. Шифман Е.М. Преэклампсия, эклампсия, HELLP-синдром / Е.М. Шифман // Петрозаводск: Издательство «ИнтелТек», 2002. – 432 с.

Ананченко М.М. Показники об'ємного кровотоку у випробовуваних з різними мікроциркуляторними типами в умовах дії низькоінтенсивного міліметрового випромінювання / М.М. Ананченко, О.М. Чуян // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62), № 4. – С. 13-24.

Методом лазерної доплерівської флоуметрії (ЛДФ) виявлені зміни показників об'ємного кровотоку у умовно здорових дівчат-волонтерів у віці 18-23 років з різними мікроциркуляторними типами при дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання край високої частоти (ЕМВ КВЧ), або міліметрового (мм) діапазону. Показано, що низькоінтенсивне ЕМВ КВЧ надає ефективний коригуючий диференційований вплив на показники об'ємного кровотоку, викликаючи компенсаторно-приспосовні реакції у випробовуваних з різними індивідуально-типологічними особливостями мікроциркуляторних процесів. Курсова дія ЕМВ КВЧ привела до нівеляції міжгрупових відмінностей і наближення значень показників об'ємного кровотоку у випробовуваних з гіпо- і гіперемічними типами до найбільш збалансованого у функціональному відношенні нормоемічного, що свідчить про його гомеостатичну дію.

Ключові слова: низькоінтенсивне електромагнітне випромінювання міліметрового діапазону, мікроциркуляція крові, метод лазерної доплерівської флоуметрії, показники об'ємного кровотоку, нормо-, гіпо-, гіперемічний типи мікроциркуляції.

Ananchenko M.N. Indicators of the volume blood-groove at examinees with different microblood types in the conditions of influence lowintensity of millimetric radiation / M.N. Ananchenko, E.N. Chuyan // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – Vol.23 (62), No 3. – P. 13-24.

It has been revealed changes of indicators of a volume blood-groove at examinees with different microblood types in the conditions of influence lowintensity of millimetric radiation at conditionally healthy girls-volunteers in the age of 18-23 years by metod laser Doppler flowmetry (LDF). It is shown that of lowintensity of electromagnetic radiation of extremely high-frequency renders effective correcting the differentiated influence on indicators of the volume blood-groove, causing indemnification-adaptive reactions. Course influence of electromagnetic radiation of extremely high-frequency leads to levelling of intergroup distinctions and approach of values of indicators of the volume blood-groove at examinees with hypoemical and hyperemic microcirculation types to the most balanced in the functional relation normoemical that testifies about it homeostatic action.

Keywords: of lowintensity electromagnetic radiation of the millimetric range, microblood circulation, a method laser Doppler flowmetry, indicators of the volume blood-groove, hypoemical, hyperemic, normoemical microcirculation types.

Поступила в редакцию 12.11.2010 г.