

УДК 612.135:615.47

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРТАТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОЛНОГО ЙОГОВСКОГО ДЫХАНИЯ НА СИСТЕМУ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ

Локтионова Ю.И. (Научно-технологический центр биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия), **Фролов А.В.** (Санкт-Петербургский институт восточных методов реабилитации, Санкт-Петербург, Россия), **Жарких Е.В.** (Научно-технологический центр биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия)

Научные руководители – к.т.н. Сидоров В.В. (Научно-производственное предприятие «ЛАЗМА», Москва, Россия), **д.т.н., профессор Дунаев А.В.** (Научно-технологический центр биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия)

Аннотация. Работа посвящена изучению реакции периферического кровотока на полное йоговского дыхания с частотами 1, 1,5, 2 и 3 раза в минуту с помощью портативных лазерных анализаторов микроциркуляции крови «ЛАЗМА-ПФ». 25 волонтеров выполняли полное дыхание, анализаторы закреплялись в области бассейнов надглазничных артерий, на пальцах рук и ног симметрично справа и слева. Было установлено, что полное дыхание способствует активизации миогенного и нейрогенного контуров регуляции в конечностях, тогда как в области надглазничных артерий значимых изменений не происходит. Такая реакция организма может быть обусловлена включением компенсаторных механизмов для поддержания мозгового гомеостаза в ответ на изменение газового состава крови.

Введение. Дыхание является естественным процессом для человека, однако правильно дышат, задействуя все три вида дыхания: верхнее среднее и нижнее, только маленькие дети. С возрастом дыхание становится поверхностным, легкие не выполняют свою функцию в полной мере, а дыхательный цикл становится неполноценным. Для его восстановления применяются различные упражнения дыхательной гимнастики, в том числе низкочастотное полное йоговское дыхание. В связи с широким распространением новой коронавирусной инфекции, оказывающей негативное влияние на дыхательную систему, реабилитологи активно применяют полное йоговское дыхание для восстановления нормального функционирования легких у людей, перенесших COVID-19. Однако, несмотря на широкое применение техник полного дыхания, в настоящее время отмечается потребность в проведении исследований, посвященных инструментальной оценке влияния такого дыхания на организм человека и его сердечно-сосудистую систему, что и явилось целью данной работы.

Одним из наиболее популярных оптических неинвазивных методов регистрации параметров периферического кровотока является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). Метод ЛДФ основан на зондировании кожи низкоинтенсивным лазерным излучением в ближнем инфракрасном диапазоне и анализе обратно отраженного и рассеянного от форменных элементов крови (эритроцитов) излучения. Регистрируемый интегральный параметр – показатель микроциркуляции (ПМ) – содержит информацию об интенсивности кровообращения в исследуемой области, а также о работе пассивных (пульсовых (Ас) и дыхательных (Ад)) и активных (эндотелиальных (Аэ), нейрогенных (Ан) и миогенных (Ам)) механизмов регуляции кровотока. Метод ЛДФ также применяется для оценки влияния различных функциональных тестов на организм (дыхательных, окклюзионных, температурных).

Основная часть. Для анализа реакции микроциркуляторного русла на полное дыхание, позволяющего задействовать всю жизненную емкость легких, применялись 6 портативных лазерных анализаторов микроциркуляции крови «ЛАЗМА-ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», г.Москва). В устройствах реализованы идентичные каналы ЛДФ и кожной термометрии. В качестве излучателя в устройствах используется одномодовый вертикально-излучающий лазер с рабочей длиной волны 850 нм, мощность излучения которого составляет 1 мВт. Внутреннее

напряжение питания устройств составляет 3,7 В. Передача данных на персональный компьютер осуществляется по каналу связи Bluetooth.

В исследовании принял участие 25 волонтеров, владеющих техникой полного йоговского дыхания, которое заключается в поочередном диафрагмальном (нижнем), грудном (среднем) и ключичном (верхнем) дыхании на вдохе, выдох при этом осуществляется за счет релаксации мышц грудного отдела. Протокол исследования состоял из 3 этапов: на 1 и 3 этапах в течение 6 минут волонтеры выполняли обычное дыхание с частотой 15-17 раз в минуту, на 2 этапе – полное дыхание с частотой 3 или 2 раза в минуту (1 группа, 9 испытуемых), 1,5 или 1 раз в минуту (2 группа, 16 испытуемых) в течение 5 мин. Для выявления реакции кожной микроциркуляции на полное дыхание проводилась одновременная регистрация параметров периферического кровотока в шести симметричных областях: бассейны правой и левой надглазничных артерий (НГА), ладонная поверхность дистальных фаланг средних пальцев рук и больших пальцев ног. Новизна описанной методики состоит в определении реакции на дыхательные упражнения одновременно в шести основных областях.

После выполнения дыхательных упражнений йоги в конечностях наблюдалось увеличение ПМ при всех частотах дыхания (на $3,78 \pm 4,17$ пф.ед. в руках и $0,57 \pm 0,97$ пф.ед. в ногах); дыхание с частотой 1,5 и 1 раз в минуту приводит к значимому увеличению нутритивной составляющей кровотока (на $4,00 \pm 4,17$ пф.ед. и $1,10 \pm 1,68$ пф.ед. в руках и ногах соответственно), что сопровождается увеличением Ам (на $0,32 \pm 0,79$ и $0,04 \pm 0,11$ пф.ед. в руках и ногах соответственно). Наиболее значимые изменения Ад достигнуты при низких частотах дыхания 1 и 1,5 раза в минуту ($0,42 \pm 0,49$ и $0,13 \pm 0,18$ пф.ед. в руках и ногах соответственно), что может быть связано с гипоксически-гиперкапническими механизмами.

При этом ни в 1-й, ни во 2-й группе волонтеров не было найдено значительных изменений в активной регуляции микрокровотока при измерении в области НГА, тогда как при измерениях в конечностях увеличивалось влияние миогенного и нейрогенного факторов. Значительно большее влияние после специального режима дыхания во всех областях исследования стали оказывать механизмы, обусловленные дыхательной активностью, что характеризует компенсаторные механизмы перехода от низкочастотного дыхания к обычному.

Отсутствие значительных изменений параметров микрокровотока после низкочастотного дыхания при измерениях в области НГА в обеих группах волонтеров, характеризует работу гомеостатических механизмов поддержания перфузии мозга в стрессовых для организма ситуациях (низкочастотные типы дыхания, гиперкапния и гипоксия). В конечностях наблюдалось изменение влияния регуляторных механизмов системы кровообращения, что в совокупности с увеличением кожной перфузии крови за счет нутритивной составляющей может характеризовать компенсаторную реакцию микрокровотока на изменение дыхания.

Выводы. Таким образом, исследованные режимы дыхания приводят к статистически значимому увеличению показателя микроциркуляции в конечностях независимо от частоты полного дыхания. Дыхание с частотой 1,5 и 1 раз в минуту приводит к значимому увеличению нутритивного кровотока, что гипотетически может быть связано со снижением минутного объема дыхания и развитием гипоксически-гиперкапнических изменений газообмена. Рост нутритивного кровотока при таком дыхании сопровождается активизацией миогенного контура регуляции, отвечающего за количество функционирующих капилляров. Выполнение низкочастотных дыхательных упражнений также приводит к активизации пассивного дыхательного контура регуляции при наиболее низких частотах дыхания – 1,5 и 1 раз в минуту.

В области НГА значимые изменения периферического кровотока после выполнения отсутствуют, что может свидетельствовать о компенсаторной реакции организма в ответ на изменение газового состав крови.