

УДК 616-092

# ВЛИЯНИЕ КВЧ-ТЕРАПИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ У КРЫС С ОТЕКОМ ЛЕГКИХ

**ЖАКЕТ ЭДНЕР**

аспирант

**САЦКАЯ ЖАННА АНДРЕЕВНА**

студентка

**ТАРАСОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА**

бакалавр

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

**Аннотация:** Целью данной работы было оценить состояние фагоцитарной активности и функционального резерва нейтрофилов, а также влияние КВЧ-терапии на этот показатель у крыс с отеком легких. Показано, что при отеке легких повышалась функциональная активность нейтрофилов и снижалась их потенциальный резерв. КВЧ-терапия восстанавливала функциональную активность нейтрофилов и улучшала их фагоцитарный резервный потенциал.

**Ключевые слова:** нейтрофилы, легкие, КВЧ-терапия, отек легких.

**INFLUENCE OF EHF-THERAPY ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF NEUTROPHILS IN RATS WITH PULMONARY EDEMA**

Jacquet Edner,  
Satskaya Zhanna Andreevna,  
Tarasova Darya Alekseevna

**Abstract:** The aim of this work was to assess the state of phagocytic activity and functional reserve of neutrophils, as well as the effect of EHF-therapy on this indicator in rats with pulmonary edema. It was shown that with pulmonary edema, the functional activity of neutrophils increases and their potential reserve decreases. EHF-therapy restored the functional activity of neutrophils and improved their phagocytic reserve potential.

**Key words:** neutrophils, lungs, EHF-therapy, pulmonary edema.

Отек легких характеризуется скоплением тканевой жидкости в интерстициальных пространствах легких или в альвеолярных полостях, что препятствует выполнению дыхательной системой своей функции. В настоящее время развитие данной патологии наблюдается у пациентов, инфицированных коронавирусом SARS-CoV-2, ответственным за разрушительную пандемию COVID-19. Актуальность проблемы терапии и профилактики SARS-CoV-2 связана с неэффективностью иммунной системы и отсутствием методов реабилитации отека легких. В связи с этим, бесспорно, актуально углубленное изучение функционирования активности нейтрофилов (играющей основополагающую роль во врожденном иммунном ответе организма) в норме и при патологии.

Нейтрофильные гранулоциты — это клетки крови, принадлежащие к семейству лейкоцитов, они являются наиболее многочисленными полиморфноядерными клетками среди всех лейкоцитов в кровотоке [1]. Они были впервые описаны Паулем Эрлихом в конце 19 века, и их название относится к нейтральной окраске [2]. Они составляют 50-70% всех лейкоцитов периферической крови человека [3]. Полиморфноядерные нейтрофилы развиваются в костном мозге из гемопоэтических стволовых клеток во время гранулопоэза и циркулируют в крови в виде спящих клеток [4]. У них очень короткий период полураспада в крови [1, 4]. Они играют фундаментальную роль во врожденном иммунном ответе организма [1, 4]. Они представляют собой мощную систему защиты человека от патогенов (бактерий, грибков, паразитов и вирусов) и структур, признанных чужеродными для себя, таких как измененные эндогенные клетки и молекулы [5]. Нейтрофилы проникают в ткань путем диапедеза, то есть прохождения кровотока между эндотелиальными клетками в капиллярных сосудах в месте воспаления ткани [4, 6]. Они выполняют свою защитную функцию благодаря своей мобильности (диапедез), хемотаксису (на их поверхности есть хемотактические рецепторы, привлекаемые цитокинами, продуктами комплемента, продуктами бактериальной деградации), а также способности поглощать чужеродные частицы (фагоцитоз) и их бактерицидной активности (механизмы зависят и не зависят от кислорода) [6, 7, 8, 9].

Целью данной работы было оценить состояние фагоцитарной активности и функционального резерва нейтрофилов, а также влияние КВЧ-терапии на этот показатель у крыс с отеком легких.

#### **Материалы и методы исследования**

В работе использовался 12 половозрелых самцов крыс линии Вистар массой 200-250 г. Животные были разделены на 3 группы: интактные ( $n = 3$ ), контрольные ( $n = 4$ ) и опытные ( $n = 5$ ). Протокол исследования соответствовал этическим рекомендациям по использованию и обращению с лабораторными животными (Приложение к приказу Минздрава СССР № 775 от 12.08.1977). В контрольной и опытной группах отек легких моделировали внутрибрюшинным введением адреналина в дозе 0,5 мг / кг. После введения адреналина у всех крыс опытной и контрольной групп наблюдался отек легких, выражавшийся в виде одышки и пены во рту. Для терапии использовался биокорректор КВЧ-терапии (ЦЕМ-ТЕХ, 40-43 ГГц, Россия). Облучение животных экспериментальной группы началось через сутки после индукции отека легких и было проведено 10 сеансов КВЧ-терапии в трех точках акупунктуры, каждый продолжительностью 10 минут. Фагоцитарный статус нейтрофилов оценивали с помощью теста спонтанного и индуцированного тетразолиевого нитро-синего (НСТ) [10]. Стандартные частицы латекса 0,8 мкм использовали в качестве стимуляторов для индуцированного НСТ теста. Количественная оценка НСТ теста проводилась в соответствии с цитохимическим принципом Kaplow [11].

#### **Результаты и их обсуждение**

В контрольной группе исследование функционального состояния нейтрофилов с помощью спонтанного НСТ-теста выявило повышение на 19% по сравнению с интактной группой. Вероятно, активность увеличивалась в следствии острой воспалительной реакции ответ на выделение цитокинов и хемокинов эндотелиальными клетками, которые привлекали нейтрофилы во время диапедеза [6, 7, 8, 9]. В этой же группе наблюдалось снижение индекса стимуляции в 3 раза по сравнению с интактной группой, что отражает снижение функционального резерва нейтрофилов при развитии отека.

У животных с отеком легких, получавших КВЧ-терапию, отмечено снижение спонтанного НСТ-теста на 20% по сравнению с контрольной группой. Это отражает купирование острого воспаления и восстановление гомеостаза. В этой же группе улучшился индекс стимуляции в 4 раза по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о высоком функциональном резерве нейтрофилов. Таким образом, КВЧ-терапия вызвала нормализующий эффект на нейтрофилы, изначально очень активные.

Воспаление купировалось воздействием КВЧ-терапии на биоактивные точки тела животного, облегчая отток скопившейся жидкости и стимулируя процессы регенерации тканей.

#### **Выводы**

Результаты, полученные в данной работе, показали, что при отеке легких повышается функциональная активность нейтрофилов и снижается их потенциальный резерв. КВЧ-терапия восстанавливала функциональную активность нейтрофилов и улучшала их фагоцитарный резервный потенциал.

## Список источников

1. Amulic B, Cazalet C, Hayes GL, Metzler KD, Zychlinsky A. Neutrophil function: from mechanisms to disease // Annu Rev Immunol. 2012. Vol. 30. P.459-489.
2. Borregaard N, Cowland JB. Granules of the human neutrophilic polymorphonuclear leukocyte // Blood. 1997. Vol. 89. № 10. P.3503-3521.
3. da Rosa EL. Kinetic effects of TiO<sub>2</sub> fine particles and nanoparticles aggregates on the nanomechanical properties of human neutrophils assessed by force spectroscopy // BMC Biophys. 2013. Vol. 6. № 1. P.11.
4. Borregaard N. Neutrophils, from marrow to microbes // Immunity. 2010. Vol. 33. № 5. P.657-670.
5. Marguerita Hurtado-Nedelec, Pham My-Chan Dang, Renato C. Monteiro, Jamel El Benna, Marie-Anne Gougerot-Pocidalo, Physiologie des polynucléaires neutrophiles humains // Revue Francophone des Laboratoires. 2014. Vol. 2014. № 462. P.25-38.
6. Yamashiro S, Kamohara H, Wang JM, Yang D, Gong WH, Yoshimura T. Phenotypic and functional change of cytokine-activated neutrophils: inflammatory neutrophils are heterogeneous and enhance adaptive immune responses // J Leukoc Biol. 2001. Vol. 69. № 5. P.698-704.
7. Ley, Klaus. Integration of inflammatory signals by rolling neutrophils // Immunological reviews. 2002. Vol. 186. P.8-18.
8. Hayashi, Fumitaka et al. Toll-like receptors stimulate human neutrophil function // Blood. 2003. Vol. 102. № 7. P.2660-9.
9. Seely, Andrew J E et al. Science review: Cell membrane expression (connectivity) regulates neutrophil delivery, function and clearance // Critical care (London, England). 2003. Vol. 7. № 4. P.291-307.
10. Stuart J, Gordon PA, Lee TR. Enzyme cytochemistry of blood and marrow cells // Histochem J. 1975. Vol. 7. № 5. P.471-487.
11. Kaplow, L. S.; A Histochemical Procedure for Localizing and Evaluating Leukocyte Alkaline Phosphatase Activity in Smears of Blood and Marrow // Blood. 1955. Vol. 10. № 10. P.1023–1029.