

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М., 1972.
2. Гонтарь Е. В., Магарадзе Г. Д., Розен В. Б. Бюлл. exper. биол. и мед., 1984, XCVII, 3, с. 342.
3. Меерсон Ф. З. Стресс, адаптация и профилактика. М., 1981.
4. Мелконян М. М., Мелик-Агаева Е. А., Мхитарян В. Г., Аракелян А. Г. Биол. ж. Армении, 1984, 37, 8, с. 668.
5. Мелконян М. М., Мхитарян В. Г., Мелик-Агаева Е. А., Рухкян А. А. Биол. ж. Армении, 1983, 35, 7, с. 582.
6. Duggan D. E. Arch. Biochem. Biophys., 1959, 84, 116.
7. Ioshioka T., Kawada K., Shimada T., Mori M. Amer. J. Obstet. and Gynecol., 1979, 135, 3, 372.
8. Gallagher L. J., Sloan B. T. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 1984, 177, 3, 428.
9. Glock G. E., McLean P. Biochem. J., 1960, 55, 400.
10. Lowry O. N., Rosenbrough N. S., Farr A. L., Randall R. T. J. Biol. Chem., 1951, 193, 265.
11. Nakakimura H., Kakimoto M., Wada S., Mizunok J. Chem. Pharm. Bull., 1980, 28, 7, 2101.
12. Nishikimi M., Rao N. K., Jagi K. Biochem. Biophys. Res. Commun., 1972, 45, 3, 849.
13. Pinto R. E., Bartley W. Biochem. J., 1969, 112, 102.
14. Pinto R. E., Bartley W. Biochem. J., 1969, 115, 449.
15. Sasse D., Mollinger H., Wimmer M. Histochemistry, 1933, 49, 383.
16. Skeet P., Cochrane R. A., Joels L. A. Acta endocrinol., 1984, 107, 4, 506.

УДК 616.428—076.5 : 612.014.42

М. А. ПЛУЗЯН, А. К. ДЖИНГОЗЯН, А. В. АЗНАУРЯН, Р. С. ОГАНЕСЯН

К ВОПРОСУ НАКОПЛЕНИЯ ФЕРРОЧАСТИЦ В ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛАХ БЕЛЫХ КРЫС

Изучена возможность накопления железа в подверженных воздействию локальных магнитных полей лимфатических узлах белых крыс при внутривенном введении ферросуспензии. Установлено, что при наличии магнитного поля площадной показатель возрастает по сравнению с контролем в 3,2 раза.

В последнее время магнитные жидкости или магнитные суспензии, получаемые из немагнитной жидкости-носителя и диспергированных в ней частиц ферромагнитного материала, нашли широкое применение в медицине, в области биологических исследований и технике. Магнитные суспензии, вводимые в живой организм, должны быть малотоксичными и не вызывать патологических изменений. В настоящее время синтезирован и экспериментально изучен ряд контрастных магнитных средств для рентгенологических исследований желудочно-кишечного тракта, лимфатических путей, кровеносных сосудов и т. п. Имеются сообщения об использовании способности к агрегации магнитных суспензий для тромбирования сосудистых аневризм. Внимание исследователей особо привлекла идея применения мелкодисперсных феррочастиц для реализации гипертермии злокачественных новообразований и в качестве носителей лекарственных препаратов. В основе этих исследований лежит возможность управления перемещением

и аккумуляцией феррочастиц в организме при воздействии на отдельные его участки неоднородными магнитными полями.

При наличии неоднородного магнитного поля напряженности \vec{H} на каждую феррочастицу с магнитным моментом $\vec{\mu}$ действует определенная сила:

$$\vec{f} = (\vec{\mu} \cdot \nabla) \vec{H}.$$

Двухфазная магнитная суспензия при малой относительной скорости феррочастиц и носителя часто рассматривается как одножидкостная среда, на которую действует объемная магнитная сила

$$\vec{F} = (\vec{M} \cdot \nabla) \vec{H}, \quad \text{где } \vec{M} = \sum_{i=1}^n \vec{\mu}_i$$

представляет магнитный момент единицы объема.

В настоящей работе изучена возможность накопления железа в подверженных воздействию магнитного поля лимфатических узлах белых крыс при внутривенном введении ферросуспензии.

Материал и методы

Объектом изучения служили белые беспородные крысы-самцы массой 130—150 г. В качестве органов-мишеней были выбраны подмышечные лимфатические узлы с одной стороны животного. Контрольными органами служили идентичные лимфатические узлы с противоположной стороны.

Животные иммобилизовались привязыванием головы и конечностей к специальным станкам, не содержащим деталей из ферромагнитных материалов. В областях органов-мишеней создавались магнитные поля с помощью самарий-кобальтовых постоянных магнитов. Для поднятия параметров поля были использованы специальные магнитопроводы и полюсные наконечники.

Мелкодисперсные ферромагнитные частицы вводились в организм в виде ферросуспензии, которую получали электроконденсационным методом из порошка восстановленного медицинского железа. В качестве стабилизатора использовался желатин. Размер частиц измерялся при помощи электронного микроскопа и составлял порядка 100 Å.

Такая однопроцентная суспензия железа в количестве 1 мл вводилась в бедренную вену животных, которых забивали через два часа после введения жидкости. Изъятые лимфатические узлы фиксировались в жидкости Карнуа и после соответствующей обработки окрашивались методом Перлса (реакция берлинской лазури).

Планиметрический анализ для выявления железа осуществлялся при помощи гистостереометрической сетки*, число необходимых для подсчета полей определялось по таблице Вейбеля. В каждом конкретном случае подсчет осуществлялся в двадцати полях объекта.

* Автандилов Г. Г. Морфометрия в патологии. М., 1973.

Результаты и обсуждение

Результаты гистологического исследования лимфатических узлов подопытных животных, взятых из участков, подвергнутых воздействию магнита, и идентичных участков, не подверженных влиянию магнитных полей, показали, что ферромагнитные частицы в подавляющем большинстве накапливаются в лимфоузлах, расположенных в области влияния магнитного поля. Планиметрический анализ свидетельствует о достоверности отмеченного факта. Так, в лимфатических узлах, подвергнутых влиянию магнитного поля, площадной показатель составлял $1,39 \pm 0,11$, тогда как аналогичный показатель в контроле был равен лишь $0,44 \pm 0,08$.

Микроскопическое изучение гистотопографии ферромагнитных частиц свидетельствует, что последние в лимфоузлах располагаются в центре и по периферии фолликул. В светлых центрах видны ретикулярные клетки, цитопlasма которых заполнена ферромагнитными частицами. В краевых синусах ферромагнитные частицы выявляются также в эндотелиальных клетках, выстилающих краевой синус. Эти «лимфатические» эндотелиальные клетки состоят из уплощенных клеток, лишенных базальной мембраны. Как известно, краевой синус содержит многочисленные свободные клетки, в основном макрофаги и лим-

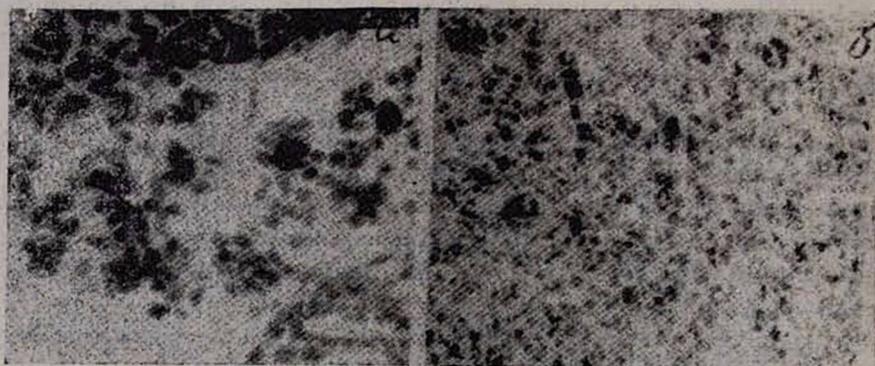


Рис. 1. а. Накопление ферромагнитных частиц в клетках синуса. Ув. $\times 400$. б. Ферромагнитные частицы в клетках фолликул лимфоузла. Ув. $\times 200$. Окраска: берлинская лазурь.

фоциты. О фагоцитирующей способности свободно лежащих в синусах клетках свидетельствует также то, что в их цитопlasме выявляются ферромагнитные частицы. Из краевого синуса лимфа направляется через узел по корковому и промежуточному синусам, расположенным между соседними пирамидальными областями. Синусы коркового вещества, в свою очередь, связаны с мозговыми синусами, находящимися между мягкотными тяжами. Эти синусы также выстланы лимфатическим эндотелием, который здесь прерывист. При микроскопическом исследовании описанных зон ферромагнитные частицы в большом количестве выявлялись в цитопlasме, свободно располагаясь в синусах макрофагов и лимфоцитов (рис. 1а). Такая гистотопографическая закономер-

ность ферромагнитных частиц свидетельствует об их преимущественном накоплении в лимфоузлах, расположенных в области действия магнита. А выявление феррочастиц в клетках ретикулоэндотелиальной системы является морфологическим подтверждением вышеуказанной реакции. В лимфоузлах, взятых с противоположной стороны, не подвергнутой действию магнитного поля (рис. 16), обнаруживаются лишь единичные ферромагнитные частицы в просветах краевых синусов.

Таким образом, при внутривенном введении ферроколлоида в подверженных воздействию магнитного поля лимфатических узлах белых крыс наблюдается достоверное увеличение количества железа. Это свидетельствует о том, что феррочастицы задерживаются здесь магнитными полями. Последнее указывает на возможность управления движением и накоплением этих частиц в организме с помощью внешних магнитных полей.

Кафедра биологической и
медицинской физики,
кафедра гистологии
Ереванского медицинского института

Поступила 21. V. 1985 г.

Մ. Ա. ՓՈՒՉՅԱՆ, Ա. Կ. ԶԻՆԳՈՉՅԱՆ, Ա. Վ. ԱԶՆԱՌԻՐՏԱՆ, Ռ. Ս. ՀՈՎԱՆԵՍՅԱՆ

ՄՊԻՏԱԿ ԱՌՆԵՏՆԵՐԻ ԱՎՇԱՅԻՆ ՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐՈՒՄ ՖԵՐՐՈՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ
ԿՈՒՏԱԿՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁ

Ուսումնասիրված են երկաթի կուտակման հնարավորությունները սպիտակ առնետների ավշային հանգույցներում՝ մագնիսական դաշտի ներկայությամբ, ֆերոմագնիսական սուսպենզիայի երակային ներարկման դեպքում: Նմուշները ներկվել են Պերլսի եղանակով, իսկ երկաթի հայտնաբերման հարթաչափային վերլուծությունը կատարվել է հիստոստերեոչափական ցանցի միջոցով:

Ցույց է տրված, որ մագնիսական դաշտի ազդեցությանը ենթարկված ավշային հանգույցներում մակերեսի ցուցանիշը կոնտրոլի համեմատ աճում է 3,2 անգամ:

M. A. PLUZIAN, A. K. JINGOZIAN, A. V. AZNAURIAN, R. S. HOVANESSIAN

ON THE PROBLEM OF ACCUMULATION OF FERROGRAINS IN
LYMPH NODS OF ALBINO RATS

The possibility of accumulation of lymph nodes, affected by local influence of magnetic fields is investigated in albino rats in case of intravenous administration of ferrosuspension.