

ПРОМЕНИ В БРОЯ НА ЧЕРВЕНИТЕ КРЪВНИ КЛЕТКИ У БЕЛИ ПЛЪХОВЕ СЛЕД ВЪЗДЕЙСТВИЕ С БИОЛОГИЧНИ ДОЗИ УЛТРАЗВУК

Т. Ганчев, Д. Василев, В. Йорданова

Биологичното действие на ултразвук през последните години отново е обект на проучвания поради широкото му приложение в техниката и особено в диагностичната и лечебната медицинска практика. Интерес представляват промените, настъпващи в живите организми, механизмът на които не е напълно изяснен. Във всички случаи се намират промени и в кръвната система, засягащи както течната ѝ съставка, така и формените елементи. Промените в броя на еритроцитите под влияние на ултразвуквата енергия са също обект на проучвания. Литературните данни по въпроса са противоречиви (1, 2, 3, 4, 11, 14, 16, 17, 21) и най-важното получени при използването на високи дози ултразвук, ненамиращи приложение в медицинската практика.

Ние си поставихме за цел да проучим експериментално измененията в броя на червените кръвни клетки у бели плъхове след прилагане на биологични дози ултразвук.

Методика

Бяха озвучени в шийно-гърдната област 33 здрави мъжки бели плъха с тегло 180—220 г, разпределени в 4 групи и озвучавани за 2 минути:

I група от 10 плъха, озвучени с доза $0,1 \text{ W/cm}^2$

II група от 10 плъха, озвучени с $0,2 \text{ W/cm}^2$

III група от 5 плъха, озвучени с $0,3 \text{ W/cm}^2$

IV група от 8 плъха — неозвучавани (контролни)

За източник на ултразвук бе използван Sonotherm 800+20 kHz. Мястото на озвучаването предварително се депилираше, в това число и на контролните животни, а за контактна среда се използваше гумен мехур, изпълнен с физиологичен серум.

Броят на еритроцитите се определяше предварително трикратно, а след озвучаването — на 1-ия час, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 8-, 10-, 12- и 14-ия ден. Кръв за броене на червените клетки се вземаше при съблюдаване правилата на стерилност от венозните опашни съдове чрез убождане (1—2 капки) сутрин, по едно и също време, преди хранене на животните. Използвана бе камерата на Бюркер (една и съща за всички животни) с броене на 160 малки квадрата, като се използваха и индивидуални смесителни пипети.

Резултати и обсъждане

Получените от нас резултати показват наличие на известни промени в броя на червените кръвни клетки. Тези промени са предимно в първия час след озвучаването. Наблюдават се два вида промени: в една част от опитните животни и при трите използвани дози ултразвук на първия



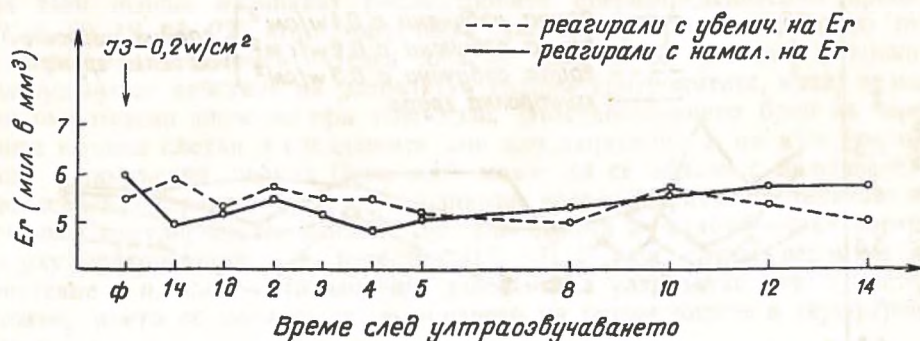
Фиг. 1. Промени в броя на еритроцитите на I опитна група, озвучена с доза 0,1 вата на кв. см

хоризонтално — времето след озвучаването; вертикално — еритроцитите в милиони за куб. мм; стрелката сочи момента на озвучаването; прекъснатата крива — еритроцитите в животните, реагиращи с увеличение на 1-ия час; Плътната крива — еритроцитите на животните, реагиращи с намаляване на 1-ия час

час след въздействието се установява тенденция към увеличаване броя на еритроцитите, а в друга част — тенденция към намаляване. Характерно за животните, показващи снижение на еритроцитите, е, че то е най-голямо на първия час и първия ден, като от 2-ия ден техният брой след колебания достига изходното ниво към 8—10-ия ден. Опитните животни, реагиращи с покачване броя на еритроцитите на първия час, показват нормализирането им на 1-ия ден, след което техният брой отново се повишава и трайно нормализира към 8—10—12-ия ден. Броят на еритроцитите у животните, озвучени с доза 0,3 W/cm² и реагиращи по този начин, показва една тенденция към покачване след 2-ия ден с максимум на 8-ия ден, като се нормализира на 10-ия ден. Подобни промени се констатираха и при озвучените с доза 0,1 W/cm² опитни животни, реагиращи с покачване на еритроцитите в първия час. Както се вижда от фиг. 1, 2 и 3, и тук, както и при левкоцитарните промени (6, 7), се наблюдава известна фазовост на промените в част от опитните животни. В една част от плъховете при използваните дози ултразвук (с изключение 0,2 W/cm² отчасти) намираме увеличение на еритроцитите на 1-ия час, нормализиране на 1-ия ден и отново увеличение след 2-ия ден с последващо нормализиране. В другата част опитни животни намираме намаляване на еритроцитите в 1-ия час след озвучаването, което продължава и през първия ден, последвано от постепенното им възстановяване. Тези фази не са така подчертани както при проследяване на белите кръвни клетки (6, 7).

При анализа на резултатите, получени в трите опитни групи, се установи, че колкото по-висока е дозата на ултразвука, толкова повече жи-

вотни реагират с повишение на еритроцитите след 1-ия час. За I група — озвучени с $0,1 \text{ W/cm}^2$, 9 плъха показват намаление, статистически достоверно при $P_{(t)}=0,95$, и един — увеличение, II група — озвучени с $0,2 \text{ W/cm}^2$, 4 реа-



Фиг. 2. Промени в еритроцитите на II опитна група, озвучени с $0,2$ вата на кв. см
Означенията са както на фиг. 1

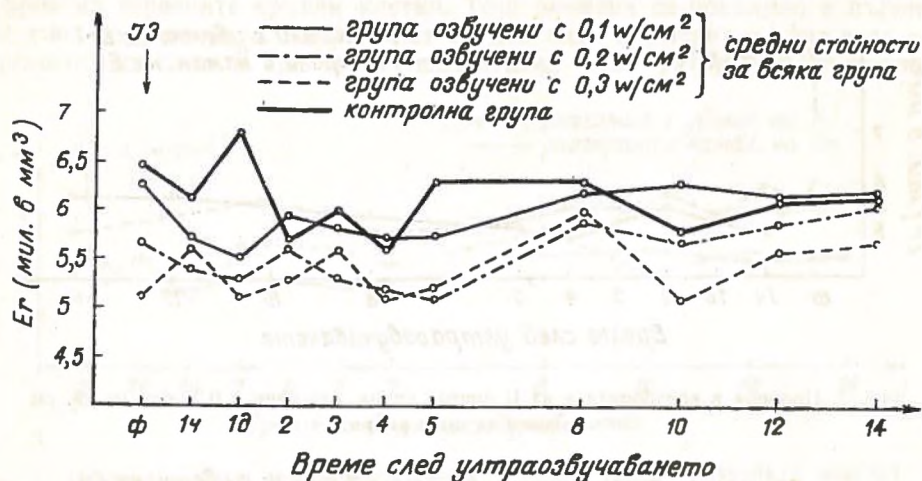


Фиг. 3. Промени в броя на еритроцитите на III опитна група, озвучени с $0,3$ вата на кв. см
Означенията са идентични с тези на фиг. 1 и 2

гират с намаление ($P_{(t)}=0,95$) и 4 с увеличение ($P_{(t)}=0,79$) и за III група озвучени с $0,3 \text{ W/cm}^2$, 2 показват намаление ($P_{(t)}=0,55$ за 1-ия час, $0,90$ за 1-ия ден и $0,95$ за 5-ия ден) и 3 с увеличение ($P_{(t)}=0,88$). Горното противоречи на получените от нас резултати при проследяване на белите кръвни клетки, които намаляват след първия час при високите дози ултразвук (5). Прави впечатление, че при най-високата доза ($0,3 \text{ W/cm}^2$) опитните животни от III група реагират в по-късните дни (с максимум на 8-ия ден) с покачване еритроцитния брой, достоверно статистически при $P_{(t)}=0,95$, след което се нормализират. Проследяването на еритроцитите в контролната група и съпоставянето им със средните стойности на еритроцитите от трите опитни групи (фиг. 4) показва липса на аналогични промени, характерни за 1-ия час, а също и в по-късните дни.

Получените резултати не съвпадат с описаните в литературата. С. А. Берштейн установява в плъхове намаляване на еритроцитите със $150-600$ хил. mm^3 след озвучаването с максимум на 2-ия ден, като след 4-ия ден

започва възстановяването им, което завършва на 10—15-ия ден. Bugard etc. намират в кучета, морски свинчета и зайци умерено намаляване в броя на червените кръвни клетки и не отбелязва полицитемия. С. Н. Го-



Фиг. 4. Промени в броя на еритроцитите на четирите групи животни — средни стойности хоризонтално — времето след озвучаването в часове и дни; вертикално — еритроцитите в мил. куб. мм; стрелката сочи момента на озвучаването; *дебелата непрекъсната крива* — еритроцитите на контролната група; *тънката непрекъсната крива* — еритроцитите на озвучените с 0,1 вата на кв. см; *прекъснатата (с точки и тирета) крива* — еритроцитите на озвучените с 0,1 вата на кв. см; *прекъснатата (само с тирета) крива* — озвучените с доза 0,3 вата на кв. см животни

ришков, О. Н. Горбунов и Г. А. Антропов не съобщават за намаляване на еритроцитите у плъхове в първите часове след прилагане на ултразвук в ниски дози при кратко озвучаване. Значителни промени те установяват при 30-минутно озвучаване. А. Н. Онанов и К. Д. Эристави и Онанов съобщават за повишаване на еритроцитите при озвучаване на зайци в шийната област средно с 1 мил. мм³, а при кучета и зайци, озвучени в тилната и поясната област, не намират първоначални промени, като по-късно се установява увеличението им. М. И. Гуревич и М. Ф. Сиротина, озвучавайки коремната област на плъхове и зайци, не установяват забележими промени 1 час след това. В някои от животните към 2-ия ден се намира леко намаление на еритроцитите.

Отклонението на еритроцитите спрямо фона по посока на намаление или увеличение в първия час и първия ден и при трите използвани от нас дози ултразвук е по-голямо от описаното в някои от горните съобщения и се констатира в нашите опити след 1-ия час и първия ден. За дозата 0,1 W/cm² в случаите на намаление на еритроцитите стойностите за 1 час са средно 848 хил. мм³, за доза 0,2 W/cm² — също 848 хил. мм³ и за доза 0,3 W/cm² средно с 250 хил. в мм³. Очевидно е едно ограничаване в степента на намалението на еритроцитите при най-високата доза. Отклонението на еритроцитите в опитните животни, реагиращи с тенденция към увеличение на 1 час и в по-късните дни, се движи от 630 хил. мм³ до 1,8 мил. мм³.

Причините на описаните промени според нас са комплексни. Намалението на еритроцитите в първия час и 1-ия след озвучаването може да

се обясни със симпатиколитичното действие на ултразвука (2, 4, 18, 19, 22), при което е възможно временно и обратимо смущение на провежданите по симпатиковите неврони, регулиращи еритроцитите, импулси. Вероятно на тази основа възникват рефлекторните преразпределителни процеси (2, 8, 10, 18, 21, 22), които обуславят броя на еритроцитите, които циркулират в даден момент. Освен това не бива да се изключва и прякото разрушаващо действие на ултразвука спрямо еритроцитите, макар че едва ли има голямо значение при тези дози. Възстановяването броя на червените кръвни клетки в следващите дни или тенденцията им към увеличение в по-късния период (8-ия ден) може да се обясни с включване на последващо нервно-хуморално повлияване чрез хипофизно-кортексната система. Стимулиращото влияние на хипофизата и надбъбречния кортекс върху еритроцитите е известно (12, 13). В тези случаи вероятно има значение и прякото активизиращо действие на ултразвука върху костния мозък, което се доказва от намирането на ретикулоцити в периферната кръв (1).

Установяването на тенденция към увеличение на еритроцитите в част от опитните животни 1 час след озвучаването не противоречи на горното обяснение. Известно е, че ултразвукът може както да потиска, така и да стимулира дадени процеси в зависимост не само от дозата, но и от общата реактивност на организма (4, 8, 9, 14). Нещо повече, ултразвукът може едновременно да стимулира и потиска едни или други процеси в живата система (15). Вероятно е в случаите на увеличение на еритроцитите по рефлекторен път чрез ЦНС по пътя на едно стимулиране да се изхвърлят повече еритроцити от депата и се активира продукцията им в костния мозък още от първите часове и дни. Твърде е възможно в тези случаи да настъпват по-интензивни общи реакции от страна на организма, особено при най-високите дози ултразвук. Тези общи рефлекторни реакции в случаите на олигоцитемия вероятно са много по-слаби и недостатъчни да коригират намалението на еритроцитите.

Изводи

1. Озвучаването на бели плъхове в шийно-гърдната област с различни биологични дози ултразвук води до:

а) тенденция към намаление на еритроцитите на първия час и първия ден в част от опитните животни, след което броят им се нормализира постепенно;

б) тенденция към увеличение броя на еритроцитите в първия час в останалата част от животните, нормализиране на първия ден, повишение след втория ден и отново нормализиране.

2. Колкото по-висока е дозата на ултразвука, толкова повече животни реагират на първия час с увеличение броя на еритроцитите.

3. Описаните промени — намаление или увеличение на еритроцитите в първите часове и дни, могат да се обяснят със симпатиколитичното, а в определени условия и стимулиращо действие на ултразвука върху регулиращите броя им симпатикови структури. По-късните промени — нормализиране и увеличение, се обясняват с хипофизно-кортексно стимулиране и активиране на костномозъчните функции.

КНИГОПИС

1. Берштейн, С. А. В Биологическое действие ультразвука и сверхвысокочастотных электромагнитных колебаний, Киев, 1964, 3.
2. Богданович, Л. И. Ультразвук при лечении кожных заболеваний, Минск, 1967.
3. Гуревич, М. И., М. Ф. Сиротина. *Физиологический журнал*, Киев, 1960, VI, 1, 73.
4. Горшков, С. Н., О. Н. Горбунов, Г. А. Антропов. Биологическое действие ультразвука, М., 1965.
5. Ганчев, Т., В. Йорданова, Д. Василев. (под печат), 1967.
6. Даскалов, Д. П., Т. Ст. Ганчев. Трета нац. конф. на Д-вото за физиол. науки в България, Варна, 29—31. V. 1967.
7. Даскалов, Д. П., Т. Ст. Ганчев. *Год. научн. трудове* — ВМИ, Варна, 1967, VI, III, 9.
8. Кирчева, С. С., И. Гачева, Д. Хаджиев. *Научни трудове на НИИКФ* 1960, 5, 71.
9. Людковская Р. Г., И. М. Файкин, И. Е. Эльпинер. В Биофизика клетки, М. 1965, 140.
10. Лысина, Г. Г. *Врачебное дело*, Киев, 1962, 3, 129.
11. Онанов, А. Н. Материалы о влиянии ультразвуковых волн на ткани животных, Тбилиси, 1957.
12. Рябов, С. И. Вопросы биофизики, биохимии и патологии эритроцитов. М., 1967, 30.
13. Ужанский, Я. Г. В Руководство по паталог. физиол. М., т. III, 107, 1966.
14. Эльпинер, И. Е. Ультразвук — физико-химическое и биологическое действие, М., 1963.
15. Эльпинер, И. Е., И. М. Файкин, О. К. Басурманова. Биофизика, 1965. X, 5, 805.
16. Эристави, К. Д. и др. Сборник трудов научно-иссл. и-та перелив. крови им. Г. М. Мухадзе, Тбилиси, 1965, IV, 229.
17. Bugard и др. — *Compt. Rend. Soc. Biol.*, 1953, 147, 21—22, 1733.
18. Bereck, K. *Strahlentherapie*, 1950, 83, 1, 83.
19. Schroeder, K. P. *Arch. of Physical Med. and Rehabil.*, 1962, v. 43, 182.
20. Stulfauth, K. *Acta Neurovegetativa*, 1952, 4, 1, 92.
21. Tillich, A. *Strahlentherapie*, 1952, 87, 4, 528.
22. Zach, F. S. *The British J. of Physical Med.*, 1952, v. 15, 11, 256,

ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛА КРАСНЫХ КЛЕТОК КРОВИ У БЕЛЫХ КРЫС ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ДОЗАМИ УЛЬТРАЗВУКА

Т. Ганчев, Д. Василев, В. Йорданов

РЕЗЮМЕ

Исследованы изменения числа эритроцитов после озвучения шейно-грудной области у крыс. У части животных установлено увеличение числа эритроцитов чрез 1 час после озвучения, а у другой части — уменьшение на 1 час и 1 день. При более высоких дозах большая часть животных реагирует увеличением числа эритроцитов чрез час после облучения. В следующие дни у них устанавливается повторное увеличение эритроцитов, следующее их нормализацией.

Описанные ранние изменения объясняются симпатиколитическим действием, а в некоторых случаях — стимулирующим действием ультразвука и связанными с этим перераспределительными реакциями. Поздние изменения вероятно являются результатом нервно-гуморального воздействия через гипотизо-кортикальную систему и непосредственного воздействия на эритропоэз.

**CHANGES IN THE RED BLOOD CORPUSCLES'
COUNT IN WHITE RATS FOLLOWING ULTRASOUND
EFFECT AT BIOLOGICAL DOSES**

T. Ganchev, D. Vasilev, V. Yordanov

SUMMARY

The erythrocyte count alterations in rats after subjecting the cervico-thoracic region to ultrasound effect are investigated. An increase is established of the number of erythrocytes in part of the animals within an hour from ultrasound treatment, whereas in others — a reduction after 1 hour and 1 day. With higher doses, the number of animals reacting with erythrocyte count increase after one hour is augmented. Within several days, in the latter group, a secondary increase is recorded of erythrocytes, followed by normalization.

The early changes described are explained with the sympathicolytic action, and in certain cases, with the stimulating effect of ultrasound and related re-distributional reactions. The longterm changes are, very likely, due to nerve-humoral influencing via the cortico-hypophyseal system and to the direct effect exerted upon erythropoiesis.