УДК 613.648:614.254

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ НА ОРГАНИЗМ ВРАЧА

© 2005 г. **Н. Б. Суворова**

Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары

В последнее время возрастает экологическая значимость ультразвука как неблагоприятного фактора производственной среды врачей ультразвуковой диагностики, поскольку увеличивается объем исследований, появляются новые методики и более мощное ультразвуковое диагностическое оборудование. В статье приведены данные изучения общего клинического анализа крови, микрофлоры кишечника и микроэлементного состава крови у врачей ультразвуковой диагностики и врачей-терапевтов, не имеющих контакта с ультразвуком.

**Ключевые слова:** ультразвук, микрофлора кишечника, микроэлементы.

Характерной особенностью проблемы ультразвука в экологии труда является многообразие его применения в диапазоне от слышимого звука до гиперзвуков ($10^8$ кГц) с мощностью от долей милливатта до десятков киловатт, а также все увеличивающийся объем производств, появление новых диагностических методик исследований, использующих ультразвуковые колебания. Поэтому необходимы достаточно четкие представления о возможном биологическом эффекте данного физического фактора. В настоящее время накоплен значительный материал о биологическом действии ультразвука, однако в своем большинстве это результаты экспериментальных исследований и наблюдений за воздействием ультразвука, используемого в терапевтических целях. Что же касается профессионального воздействия ультразвукового поля (средней и малой интенсивности), то сведения о нем весьма недостаточны.

В доступной литературе встречаются единичные исследования, посвященные изучению условий труда и функциональных сдвигов у врачей ультразвуковой диагностики. Так, применение нистагмографии позволило обнаружить у 3/4 обследованных вестибулярные нарушения, отражающие функциональные изменения в центральном отделе анализатора; механокардиография дала возможность установить статистически достоверное снижение индекса кровенаполнения сосудов головного мозга и скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического и мышечного типов; на рентгенограммах кистей у врачей кабинетов ультразвуковой диагностики в два раза чаще выявлялись очаги эностаза в фалангах и метаэпифизе лучевой кости и мелких костях запястья; термография показала очажковые снижения температурной чувствительности, более выраженные в области лучезапястных суставов и предплечий [5]. В связи с этим условия труда лиц, работающих на ультразвуковой диагностической аппаратуре, продолжают оставаться важной проблемой.

Цель предпринятого исследования — выяснить, имеются ли изменения в общем клиническом анализе крови, микрофлоре кишечника и микроэлементном составе крови у врачей, работающих на ультразвуковой диагностической аппаратуре.

Для изучения проблемы были сформированы две группы врачей-женщин (по 20 человек в каждой) в возрасте 35—45 лет со стажем работы 8—14 лет: врачи ультразвуковой диагностики (УЗД) и — врачи-терапевты, не имеющие контакта с ультразвуком (группа сравнения).

Количество микроэлементов в сыворотке крови определялось: натрия и калия унифицированным методом фотометрии пламени, кальция — методом цветной реакции с о-крезолфталеинкомплексоном, железа — методом цветной реакции с гидроксиламином, фосфора — унифициро-

ванным методом по восстановлению фосфорно-молибденовой гетерополикислоты, хлора — унифицированным меркуриметрическим методом. Обе группы были обследованы на дисбактериоз с использованием методических рекомендаций [3, 4] по усовершенствованной нами методике. Общий клинический анализ крови производился натощак, до физических нагрузок и других диагностических процедур. Статистическую обработку осуществляли с помощью программ «Statistika» и «Matematica» (версия 5 для Windows). Данные представлены в виде М ± м, где М— среднее арифметическое, м — стандартная ошибка средней. Достоверность различий исследуемых параметров оценивали при помощи критериев t и $\chi^2$.

Опираясь на данные технической документации ультразвукового диагностического оборудования, используемого в работе обследованными врачами УЗД, можно сказать, что максимальная мощность аппаратуры в зависимости от ее типа, режима работы, датчика находится в диапазоне от 0,1 до 180 мВт (30—52,6 дБ), а средняя — в диапазоне от 10 до 105 мВт (42—62,6 дБ), что соответствует уровням виброскорости от $2{,}0 \cdot 10^{-5}$ до $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ м/с (в пределах допустимых параметров для контактного ультразвука). Максимальная же интенсивность (пиковая по пространству и средняя по времени — SPTA) колеблется в пределах от 5,1 до 2 160 мВт/см$^2$. Средняя продолжительность рабочего дня в группе врачей УЗД соответствует разработанным требованиям и составляет 6 ч 15 мин, а в группе сравнения — 6 ч 45 мин.

Из предварительного опроса по картам изучения социально-гигиенических факторов заболеваемости врачей, разработанных нами, выяснилось, что состав семей, отношение к физической культуре, вредные привычки, доходы на одного члена семьи, объем используемых коммунальных удобств, источник водоснабжения, характер питания и качество его витаминизации в изучаемых группах схожи.

Среди жалоб в группе врачей УЗД превалирует утомляемость (80 %, в группе сравнения — 60 %), нарушения сна в виде сонливости днем (45 и 25 % соответственно) и изменения аппетита в виде его снижения (10 и 0 %) или повышения (20 и 5 %); боли в суставах рабочей руки (70 и 25 %), причем наиболее уязвимым оказался лучезапястный сустав (50 и 20 %); склонность к запорам (55 и 20 %); снижение остроты слуха (50 и 10 %).

Изучение производственных условий труда исследуемых групп показало, что трудовой процесс 95 % врачей УЗД протекает с напряжением зрения (в группе сравнения 45 %), 75 % — с напряжением мышц плечевого пояса (в группе сравнения 15 %). 85 % врачей УЗД преимущественно сидят (в группе сравнения 30 %), а 15 % в равной мере сидят и стоят (в сравниваемой группе 35 %). Нервно-эмоциональное напряжение отмечают 45 % врачей УЗД и 80 % врачей группы сравнения. Используют защитные резиновые перчатки 85 % врачей УЗД и 30 % врачей группы сравнения, а комнату отдыха имеют 55 и 35 % врачей соответственно.

При анализе данных микрофлоры кишечника выяснилось, что у обследуемых врачей УЗД имеется тенденция к снижению количества кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью, бифидобактерий и лактобацилл и тенденция к повышению количества лактозонегативной и гемолизирующей кишечных палочек, энтерококков и дрожжеподобных грибков по сравнению с врачами второй группы. Стафилококковая же флора (стафилококк золотистый и стафилококк гемолизирующий) достоверно выше в группе врачей УЗД (таблица). По-видимому, вследствие уменьшения молочно-кислых бактерий, кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью происходит сдвиг pH в щелочную сторону, что нарушает функции некоторых кишечных ферментов (дисахаридаза, пептидаза и др.), снижается способность инактивации биологически активных веществ, которые повреждают эпителий слизистой оболочки кишечника, нарушая процессы всасывания аминокислот, углеводов, жиров. А при заселении на этом фоне тонкого кишечника патогенными бактериями уже имеющиеся нарушения усугубляются: снижается антиинфекционная резистентность организма, включаются аутоиммунные механизмы, меняется местный иммунологический ответ на бактериальные антигены, пищевые белки и полисахариды, способствуя развитию аллергических реакций и воспалительно-дистрофических процессов [1].

**Показатели микрофлоры кишечника врачей ультразвуковой диагностики и группы сравнения**

| Микрофлора | Врачи УЗД | | Группа сравнения | | P |
|---|---|---|---|---|---|
| | M | м | M | м | |
| Кишечная палочка с нормальной ферментативной активностью | $0{,}7 \cdot 10^8$ | 0,24 | $1{,}71 \cdot 10^8$ | 0,55 | < 0,1 |
| Лактозонегативная кишечная палочка | $12 \cdot 10^6$ | 8,0 | $3{,}15 \cdot 10^6$ | 3,0 | < 0,2 |
| Гемолизирующая кишечная палочка | $1{,}04 \cdot 10^7$ | 0,87 | $0{,}15 \cdot 10^7$ | 0,1 | < 0,2 |
| Стафилококк (золотистый и гемолизирующий) | $13{,}02 \cdot 10^6$ | 5,3 | $2{,}03 \cdot 10^6$ | 1,27 | < 0,05 |
| Дрожжеподобные грибки | $0{,}1 \cdot 10^4$ | 0,1 | — | — | < 0,2 |
| Энтерококки | $0{,}85 \cdot 10^8$ | 0,72 | $0{,}07 \cdot 10^8$ | 0,05 | < 0,2 |
| Бифидобактерии | $5{,}1 \cdot 10^9$ | 1,07 | $7{,}15 \cdot 10^9$ | 0,97 | < 0,1 |
| Лактобациллы | $1{,}57 \cdot 10^6$ | 0,72 | $3{,}02 \cdot 10^6$ | 1,01 | < 0,2 |

Результаты же сравнительного изучения микроэлементного состава крови свидетельствуют о том, что содержание кальция — (5,90 ± 0,69) ммоль/л, железа — (10,67 ± 1,09) мкмоль/л, фосфора — (2,31 ± 0,21) ммоль/л и хлора — (327,35 ± 13,90) ммоль/л в сыворотке крови врачей УЗД достоверно меньше, чем в крови врачей группы сравнения: (8,14 ± 0,61) ммоль/л, $p < 0{,}02$; (17,32 ± 1,40) мкмоль/л, $p < 0{,}001$; (4,16 ± 0,35) ммоль/л, $p < 0{,}001$; (58,70 ± 2,40) ммоль/л, $p < 0{,}02$ соответственно. Кроме того, имеется тенденция и к понижению количества калия в сыворотке крови врачей УЗД — (4,14 ± 0,06) ммоль/л по сравнению с врачами второй исследуемой группы — (4,34 ± 0,10) ммоль/л,

$p < 0,1$. А концентрация микроэлемента натрия сопоставима в обеих группах: (139,30 ± 0,84) и (139,70 ± 0,79) ммоль/л; $p < 0,5$ соответственно

Следует сказать, что все изучаемые микроэлементы являются стабильными (содержание их в теле человека не менее 0,01 %), структурными, играющими в организме роль строительного, пластического материала, принимают непосредственное участие в биохимических процессах обмена веществ. Кроме того, они являются для организма незаменимыми, постоянно требующимися организму для поддержания нормальной жизнедеятельности [6]. Поэтому отклонение содержания данных микроэлементов от необходимых величин может вызвать серьезные нарушения нормальной жизнедеятельности организма и привести к тяжелым заболеваниям.

Так, показано, что при снижении содержания кальция в сыворотке крови отмечается урежение темпа сердечных сокращений, повышение возбудимости коры головного мозга, усиление моторной деятельности желудка, нарушение секреторной и обезвреживающей функции печени [9]. Снижение концентрации кальция в крови нарушает процесс уплотнения протоплазмы клеток, повышает клеточную проницаемость и способность тканевых коллоидов связывать воду; нарушаются процессы свертывания крови, а также процесс образования неорганической фракции костей. Недостаток кальция может приводить и к формированию костных деформаций, заболеваниям костно-суставной системы, поскольку увеличивается пористость, мягкость трубчатых костей, утолщение и деформация эпифизов, расширение зон эпифизарных хрящей. В литературе [6, 7] встречаются сообщения и о том, что при дефиците кальция замедляется рост микроорганизмов в кишечнике. Главной же физиологической функцией фосфора является рост и поддержание целостности костной ткани и зубов, остальной фосфор находится в мягких тканях, участвует в анаболических и катаболических реакциях. Поэтому при снижении содержания фосфора в крови нарушается минерализация остеоидной ткани, замедляется образование высокоэнергетических соединений, фосфорилирование промежуточных продуктов углеводного обмена, образование клеточных мембран и регуляция их проницаемости, изменяется почечный механизм поддержания кислотно-щелочного равновесия. А железо, помимо участия в гемопоэзе, входит в состав металлоорганических геминовых соединений, необходимых для окислительных процессов. Недостаток железа приводит к развитию стоматита, повышается апатичность и усталость, сердцебиение при возбуждении, снижается сопротивляемость к инфекциям. Показано также, что при дефиците железа часто наблюдаются заболевания желудочно-кишечного тракта, задерживается рост и размножение многих групп микроорганизмов, в том числе кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью, бифидобактерий, нарушаются окислительно-восстановительные реакции, углеводный обмен [6, 7]. Кроме того, уменьшение железа в сыворотке крови приводит к ослаблению антителообразовательной функции организма [8].

Данные общего клинического анализа крови не выявили существенной разницы показателей в обеих группах. Однако отмечается тенденция к уменьшению количества тромбоцитов (188,45 ± 9,69) в группе врачей УЗД по сравнению со второй группой (207,80 ± 6,18, $p < 0,1$), а также к снижению уровня гемоглобина (126,45 ± 2,13 и 130,60 ± 1,65, $p < 0,2$), сегментоядерных лейкоцитов (56,70 ± 2,56 и 61,15 ± 2,00, $p < 0,2$) и моноцитов (5,80 ± 0,97 и 25 ± 0,40, $p < 0,2$).

Таким образом, в ходе проведенного исследования выяснилось, что у врачей УЗД превалируют жалобы на утомляемость, нарушения сна, изменения аппетита; боли в суставах рабочей руки, причем 50 % из них приходится на лучезапястный сустав; склонность к запорам и снижение остроты слуха. Характер трудового процесса у врачей УЗД преимущественно сидячий, с напряжением зрения и мышц плечевого пояса. Стафилококковая флора в микробиоценозе кишечника врачей УЗД достоверно выше, а содержание кальция, железа и фосфора в сыворотке крови достоверно ниже, чем у врачей сравниваемой группы. То есть врачи УЗД больше, чем врачи, не имеющие контакта с ультразвуком, предрасположены к вегетативно-сосудистым нарушениям, инфекционным заболеваниям и заболеваниям костно-суставной системы и у них чаще развивается стафилококковый дисбактериоз.

Поэтому очень важно, чтобы питание врачей было полноценным и как можно более разнообразным. Прием пищи необходимо осуществлять в одни и те же часы для восстановления эндогенного биоритма пищеварения. При этом желательно исключить или ограничить употребление продуктов, агрессивных в отношении аутофлоры (макароны и вермишель из муки высшего сорта, консервы и полуфабрикаты из мяса, рыбы, свинину, сгущенное молоко, лимонад, мороженое) и отдавать предпочтение изделиям из ржи, кукурузы, гречихи, проса. Необходимо употреблять ежедневно не менее 400 граммов фруктов и овощей, желательно свежих и выращенных в месте проживания, поскольку они содержат большое количество витаминов, клетчатки, микроэлементов, антиоксидантов. Широко распространенным является и использование пшеничных отрубей — натурального продукта, содержащего витамины и микроэлементы (100 г пшеничных отрубей содержат 17 г белка, 4 г жира, 53 г клетчатки, 12 г крахмала, 6 г минеральных веществ) [1]. А для профилактики гипокинезии и гиподинамии необходимо использование производственной гимнастики и других форм активного отдыха в регламентированное время.

Врачам УЗД при систематической работе с источниками контактного ультразвука в течение более чем 50 % рабочего времени необходимо устраивать два регламентированных перерыва: 10-минутный перерыв за 1—1,5 часа до и 15-минутный перерыв через 1—1,5 часа после обеденного перерыва для проведения

физиопрофилактических процедур (тепловые процедуры, массаж, ультрафиолетовое облучение), а также лечебной гимнастики, витаминизации и т. п. Для защиты рук от неблагоприятного воздействия контактного ультразвука необходимо применять перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные) [2]. Кроме того, для профилактики утомления зрения рекомендуется во время регламентированных перерывов выполнять упражнения для глаз.

**Список литературы**

1. *Барановский А. Ю.* Дисбактериоз и дисбиоз кишечника / А. Ю. Барановский, Э. А. Кондрашкина. — СПб.: Питер, 2002. — 209 с.

2. *Гигиенические* требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения: Санитарные правила и нормы СанПин 2.2.4./2.1.8.582-96. — М.: Минздрав России, 1997.

3. *Методические* рекомендации по микробиологической диагностике дисбактериозов. Утверждены МЗ УССР от 10.10.1986 г.

4. *Методические* рекомендации по применению бактериологических препаратов на практике лечения больных кишечными инфекциями, диагностика и лечение дисбактериозов. Утверждены МЗ СССР от 14.04.1986 г. за № 10-11/31.

5. *Пальцев Ю. П.* Гигиена труда и состояние здоровья медицинского персонала, работающего с лазерной и ультразвуковой аппаратурой / Ю. П. Пальцев, Ю. П. Сыромятников, А. А. Комарова и др. // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — 1986. — № 10. — С. 27—31.

6. *Сусликов В. Л.* Геохимическая экология болезней: В 4 т. Т. 2. Атомовиты / В. Л. Сусликов. — М.: Гелиос АРВ, 2000. — 672 с.

7. *Сусликов В. Л.* Геохимическая экология болезней: В 4 т. Т. 3. Атомовитозы / В. Л. Сусликов. — М.: Гелиос АРВ, 2002. — 546 с.

8. *Тагдиси Д. Г.* Микроэлементы и здоровье / Д. Г. Тагдиси, С. Д. Алиев. — М.: Знание, 1979. — 64 с.

9. *Шицкова А. П.* Метаболизм кальция и его роль в питании детей / А. П. Шицкова. — М.: Медицина, 1984. — 112с.

## SOME ASPECTS OF ULTRASONIC DIAGNOSTIC EQUIPMENT INFLUENCE ON A DOCTOR'S ORGANISM

**N. B. Suvorova**

*Chuvash State University named after I. N. Ulyanov, Cheboksary*

Lately, ecological significance of ultrasound as of an unfavorable factor of ultrasound diagnosticians' environment increases, because the number of examinations increases, there appear new methods and more powerful ultrasound diagnostic equipment. In the article, there are given the data of the study of general clinical blood analyses, intestinal microflora and blood microelement composition in ultrasound diagnosticians and therapists that did not contact ultrasound.

**Key words:** ultrasound, intestinal microflora, microelements.