

Pal's ed.

НКЗ - СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

им. А. М. ГОРЬКОГО

ФИЛИАЛ

ФИЗИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ  
УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ  
(УЛЬТРАКОРОТКИХ ВОЛН)

УЛЬТРАВЫСОКАЯ ЧАСТОТА

ПОЛІ

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ

ПРОФ. П. С. КУПАЛОВА и ДОК. Г. Л. ФРЕНКЕЛЯ

И. УРАЛОВ

С ПРЕДИСЛОВИЕМ

ПРОФ. Л. Н. ФЕДОРОВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВСЕСОЮЗНОГО ИНСТИТУТА  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ им. ГОРЬКОГО

МОСКВА — 1937

Printed in Soviet Union

FRENKEL, G. L.

Some characteristics of the Biological effect of VHF-HF

115-137 1937

also page 410

BOOK: All Union Inst. Exp. Med.,  
Moscow

Z. GLASER 50372 (2)

CHARGED

SUE

RETRN

order

## **О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УЛЬТРАВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ)<sup>1</sup>**

**Г. Л. Френкель**

Хотя опубликованный материал по биодействию УВЧ в настоящее время довольно велик, что, собственно говоря, должно было бы свидетельствовать о вступлении проблемы в фазу известной разработанности, этот материал по причинам, отмеченным нами в другом месте (см. лит.), остается еще чрезвычайно пестрым. Поэтому представляет известный интерес подчеркнуть те общие черты, которые могут проявляться то с большей, то с меньшей отчетливостью в большинстве случаев биодействия УВЧ, что и будет осуществлено в этой статье как на основе материалов мировой литературы, так и на основе исследований лаборатории автора, причем это будет сделано в плане практической значимости уже известных фактов и проблематики ближайших работ.

К таким общим особенностям биодействия УВЧ должны быть отнесены: 1) действие на расстоянии, 2) селективное действие, 3) специфическое действие, 4) фазность действия и 5) последействие.

### **1. Действие на расстоянии (исконтактное действие)**

Действие на расстоянии было одной из первых особенностей биологического действия УВЧ, как замечанных экспериментаторами-биологами, так и бросившихся в глаза работникам связи.

Таким конкретным доказательством биологического действия УВЧ на расстоянии были самонаблюдения работников связи после внедрения в их практику ультракоротковолновых генераторов, характеристика каковых (самонаблюдений) будет дана ниже.

<sup>1</sup> Из физико-биологического отдела (зав.—доц.). Г. Л. Френкель.  
Лен. фил. ВИЭМ.

Действие УВЧ на расстоянии имеет как положительную, так и отрицательную стороны. Положительная сторона дела заключается в том, что именно благодаря действию на расстоянии, освобождающему от необходимости непосредственного контакта облучаемого объекта с аппаратурой, УВЧ заняла совершение исключительное место среди термопенетрационных процедур. Это особенное место, помимо ряда причин, о которых будет еще итти речь ниже, было обеспечено ей расширенными возможностями применения, причем в первую очередь это было осуществлено на хирургическом материале. Целый ряд таких процессов, как резко болевые воспалительные фокусы, инфицированные и мокнущие поверхности, пиодермиты, раны и т. п., совершенно недоступные для длинноволновой контактной диатермии, оказались вполне доступными для УВЧ и в силу некоторых особенностей, разбор которых не составляет задачу этого сообщения, создали последней целый ряд несомненных клинических удач, отмечаемых многими авторами [Шлипаке (Schliephake), Фломм (Pfleomm), Рывлин, Швейцер (Schweitzer), Ласт (Last), Либезини (Liebesny), Лакёр и Рэмци (Laqueur et Remzi)].

Действие УВЧ на расстоянии, помимо расширения поля деятельности физиотерапии, обогатило одновременно и технику отпуска высокочастотных процедур. Общеизвестно, что при пользовании контактной диатермии единственным способом локализации (фокусирования) эффекта на различную глубину являлся метод разновеликих пластин. Хотя этот способ и сохраняет свою действительность и для УВЧ, однако здесь гораздо больший интерес представляет путь использования разновеликих зазоров (т. е. расстояний между пластиной конденсатора и поверхностью соответствующей стороны облучаемого объекта). Максимум действия при этом будет локализоваться у малого зазора (активная пластина) и будет тем значительнее, чем большую величину имеет противоположный зазор (индиферентная пластина). Этот метод подвергся детальной экспериментальной разработке со стороны Шлипаке, Коваршика (Kowarschik), Хеллера (Heller), Альбрехта, (Albrecht) и др., а также Долинской в нашей лаборатории, и завоевал себе в настоящее время полное право гражданства в клинике [Раб (Raab), Швейцер и др.].

Вредная сторона биодействия УВЧ на расстоянии зависит в основном от того, что даже при работе генератора на конденсатор, а не на антенну, поле оказывается весьма рассеянным, если, конечно, аппаратура, включая и сам конденсатор, не экранирована сплошь. Благодаря этой особенности люди, длительно пребывающие в этом рассеянном поле (т. е. в первую очередь обслуживающий генераторы персонал), испытывают

ряд неприятностей, и нужно думать, что, как уже указано выше, симптомы этого вредного действия были впервые замечены на радиостанциях, ибо работа с мощными коротковолновыми генераторами в целях связи предшествовала медицинскому применению радиоволн; с внедрением УВЧ в медицинскую практикужалобы связистов дополнились жалобами персонала, обслуживающего медицинские радиогенераторы.

Наиболее типичным симптомом здесь является головная боль, которую испытывал, конечно, каждый работник по УВЧ, далее—сжатие в области лба [Этtingen и Hock (Oettingen & Hock)], перевозбудженность, бессонница (Фломм), pavor nocturnus (Коваршик), наконец, сильная слабость с дрожанием рук и ног (Ласт)—вот перечень главных симптомов (подробно см. у Andrija tevoj). Важно, что даже в этой функциональной стадии изменения не только субъективны, но могут быть констатированы и объективно методом хронаксии [Кнорре и Иоханнес (Knorre & Johannes)].

Следует отметить, что в дальнейшем явления, прогрессируя, могут вести к появлению белка в моче (Этинген) и даже трофическим поражениям—ломкости ногтей, выпадению волос и т. п. (Календорф). Описанные расстройства наблюдаются не только у людей, работающих в непосредственной близости генератора, но даже и у находящихся в соседней комнате, за стеной и т. п. (Этинген и Хук).

При работе в непосредственной близости к генератору наблюдаются повышения температуры тела, впервые отмеченные Уэйтнем (Whitney), стоящие в зависимости от мощности генератора и могущие при известных условиях достигать значительных степеней [Бэлл и Фергюсон (Bell & Ferguson)].

Приведенные факты настойчиво диктуют отнесение работы с УВЧ к вредным профессиям и ставят в порядок дня как самую неотложную задачу разработку защитных мероприятий, ибо образ Бергонье служит нам всем грозным предостережением.

Работа по изысканию и разработке защитных мероприятий должна будет пойти по линии защиты подвижных объектов (персонала), ибо вопросы экранировки аппаратуры давно решены, но, к сожалению, полная экранировка аппаратуры настолько сужает и осложняет работу, что не может применяться в экспериментальной и лечебной практике. Экранировка персонала осуществляется в основном металлической одеждой, причем разработка наиболее эффективного типа и возможность замены применявшимися до сих пор тяжелых сеток тончайшей металлической марлей представляются в настоящее время, повидимому, решенными. Во всяком случае испытания медной марли

немецкой фирмы «Sanitas», произведенные в нашем отделе, дают вполне благоприятные результаты (Долинская). В самое последнее время Долинская и Ушинская показали, кроме того, что самая обыкновенная марля защищает ничуть не хуже, чем названная марля «Sanitas», т. е. поставили вопрос о снятии этой марли с импорта.

В условиях, где полная экранировка невозможна, можно рекомендовать следующие моменты: при подборе людей рекомендуются лица низкого роста, брюнеты флегматичного характера (Бэлль и Фергюсон), возможно меньшая подвижность персонала [Хейнрих (Heinrich)], избегание из ближайшего окружения генератора всех предметов, могущих служить антенной. Мероприятия в отношении самой аппаратуры заключаются здесь прежде всего в правильном выборе питания и может быть в выборе подходящей частоты. Так, по Шлихаке наиболее вредным действием обладает частота в 100 мгНц, по Бэллу и Фергюсону — в 50 мгНц. Наши сотрудники жалуются больше на частоту в 37,5 и 33,3 мгНц. Что касается питания, то генераторы рекомендуется питать постоянным током, ибо при питании их непосредственно 50-периодным током от городской сети вредное действие вследствие модуляции резко усиливается<sup>1</sup> [Лентце (Lentze)].

По возможности должно быть уменьшено излучение проводниковой системы, для чего необходимо: настраивать лехер (там, где он имеется) на бегущую волну, а в клинических безлехерных генераторах пользоваться по возможности короткими фидерами и избегать там, где это допустимо, униполярных аппликаций (Гатаринов).

## 2. Селективное действие

Первые же опыты, посвященные практическому анализу джоулева тепла, образующегося в облучаемом УВЧ объекте, показали, что различные вещества нагреваются в высокочастотном поле различно. Так, дециномальный раствор поваренной соли нагревается почти в 2 раза больше, чем раствор NaOH той же концентрации, а перекись водорода — в 2 раза меньше, чем вода, и т. п. (Шлихаке). Один и тот же электролит меняет степень своего нагрева в зависимости от концентрации (Фломм) и, наоборот, перемена длины волны при сохранении той же концентрации облучаемых объектов меняет характер нагрева [Петцольд (Pätzold)]; таким образом, уже на примере гомогенных веществ устанавливается факт селективного действия УВЧ.

Еще более интересно проявляется это действие на гетеро-

<sup>1</sup> По Лентце раздражающим компонентом является низкая частота.

тических системах, что хорошо иллюстрируется общизвестным опытом Эзау (Esau). Если в конденсаторное поле поместить водно-содово-масляную эмульсию, то вода начинает кипеть тогда, когда термометр, опущенный в эмульсию, показывает интегральную температуру порядка всего 50°C. Эти же закономерности действительны и для биологических систем; так, при облучении 3-метровой волной цельной крови, сыворотки и седимента наибольший нагрев дает седимент, наименьший — сыворотка, а цельная кровь занимает некоторое среднее положение (Шлихаке). Таким образом, при облучении цельного организма эритроциты циркулирующей крови, повидимому, подвергаются совершению иному тепловому воздействию поля УВЧ, чем та среда, в которой они взвешены. Как показали дальнейшие опыты Шлихаке, селективный тепловой эффект УВЧ различен для различных тканей. Из наиболее интересующих нас в практике тканей оказывается, что, например, 3-метровой волной больше всего нагреваются печень, жир и кость, меньше всего — мышечная ткань и кожа. Этот факт большой прозрачности кожи для силовых линий высокочастотного поля имеет чрезвычайно важное значение, ибо он обеспечивает возможность глубоких и достаточно интенсивных прогревов. Заслуживает быть отмеченным, что селективность теплового эффекта связана также с актуальной реакцией вещества и что всякие сдвиги pH в кислую сторону способствуют большему нагреву (Фломм); это обстоятельство еще более усугубляется при облучении блоколлоидов, ибо, как показали опыты Голышевой, проведенные в нашей лаборатории, помещение сыворотки в поле УВЧ при 50 мегациклах ведет к повышению в этой сыворотке концентрации водородных ионов. Это создает известную выгоду при лечении острых воспалительных процессов, где, как известно, pH всегда сдвигнут в кислую сторону; действительно, как мог отметить Эзерин на довольно общирном человеческом материале, прошедшем через нашу лабораторию, обычно чем интенсивнее сдвиг pH, тем более резкий нагрев ощущает больной в пределах пораженного участка.

Важное значение для количественной стороны селективного эффекта имеет и состояние облучаемого вещества, причем оказывается, что чем мельче раздроблено сухое вещество или более вязко жидкое и полужидкое вещество, тем при прочих равных условиях оно больше нагревается (Малов). С этим вполне вяжутся данные Славского и Бурнаса о том, что наибольший термический эффект получается на поверхностях раздела разнородных веществ. Факт повышения термического действия с увеличением степени дисперсности вещества ложится, повидимому, в основу и селективного действия УВЧ на молодые ткани — генеративные элементы (Эттинген и Хук),

бластоматозные [Рейтер (Reiter)] и эмбриональные ткани (Голышева).

Селективное действие УВЧ является предпосылкой для совершенно нового метода локализации термолепестрационных процедур, а именно путем подбора селективно-действенной частоты, обеспечивающей возможность более или менее предпочтительного действия извне на отдельные внутренние органы, т. е. затрагивая в значительно меньшей мере окружающие и находящиеся с ними по соседству ткани.

Правда, это же самое обстоятельство в условиях того неудовлетворительного положения, в котором мы находимся сейчас в области дозировок УВЧ (о чём еще будет специально итти речь ниже), создает опасность ожогов внутренних органов вследствие отсутствия сигнала со стороны кожи, если ориентироваться, как это делают еще, к сожалению, многие авторы, исключительно на субъективные ощущения больного. Поэтому мы рассматриваем освоение одного из выгоднейших свойств УВЧ—с ее селективного действия в отношении различных биологических объектов—как одну из наиболее актуальных задач изучения биодействия УВЧ.

Находящаяся в настоящее время в руках физиков разработка этого вопроса, представляющая, несомненно, большие трудности, пошла по пути вычисления селективно-действующей частоты на основе измерения диэлектрических постоянных и проводимостей различных тканей для различных частот. Родоначальником этих расчетов является Петцольд, показавший, что количество тепла, образующегося от УВЧ в несовершенном диэлектрике, каковыми являются все биологические объекты, зависит от проводимости этого диэлектрика, которая в свою очередь для условий максимального термоэффекта должна быть равной полупроизведению из частоты на диэлектрическую постоянную.

На основе своих предпосылок, используя данные о проводимостях соответствующих тканей [Крайля, Хосмер и Рулэнда (Crile, Hosmer, Rowland)], а также принимая утверждение Фюрта (Fürth), что диэлектрическая постоянная их мало отличается от 85, Петцольд вычислил селективную волну для ряда биологических объектов (спинномозговая жидкость, желчь, кровь, мозговое вещество, сердце, печень и т. п.); нельзя не отдать должного данным Петцольда, что они совпадают с экспериментальными данными, например, Остертага (Ostertag), и клиническими наблюдениями Швейцера, Лакёра и Рэмци и др. о том, что более длинным волнам свойственно более диффузное действие. Однако расчеты Петцольда квалифицируются проф. В. В. Татариновым

как не учитывающие всех реальных условий облучения и могущие приводить к неправильным выводам. Татаринов полагает, что основная ошибка расчетов Петцольда заключается в расчете тепловых эффектов в разных тканях при условии равенства плотности тока, что в действительности далеко не всегда имеет место, ибо возможно лишь при условии нормального расположения силовых линий поля к границе раздела тканей.

Однако было бы довольно наивным думать, как это делают Петцольд и др., что путем вышеназванных измерений вопрос будет окончательно разрешен для живых объектов. Результаты этих безусловно интересных работ физиков будут иметь лишь относительную, я бы сказал предварительную ценность для биологов. В самом деле, ведь животный организм не представляет собой отдельных кусочков с различными диэлектрическими постоянными, и поэтому те закономерности, которые будут выведены на основании изучения этих постоянных, вовсе не будут соответствовать в полной мере тому, что реально происходит в живом организме при облучении его УВЧ, даже в части температурных отношений. Достаточно назвать хотя бы искающую распределение тепла роль кровообращения, а именно увоз этого тепла из центрально нагреваемых частей и отдача этого тепла через периферию. Значение кровообращения в этом отношении ярко иллюстрируется совершенно различными картинами нагрева в высокочастотном поле живых животных по сравнению с их трупами (Шешевский и др.), что, между прочим, нашло свое применение в клинике для определения демаркационной линии при endarteritis obliterans (Флорм). Это—лишь один частный пример; кроме того, при любом воздействии, а значит, и при воздействии УВЧ, общая реакция организма вовсе не будет являться суммой реакций отдельных органов и систем—организм будет реагировать как целое, которое гораздо сложнее, чем предполагает Петцольд, и которое преодолевает закономерности, устанавливаемые физикой. Однако, проявляясь все же и в своем непроявлении, эти закономерности, несомненно, послужат полезным предварительным ориентиром для производства дальнейших, более приемлемых для биолога исследований, пути и методы которых будут зависеть, конечно, от развития техники физиологического эксперимента.

Заканчивая обсуждение имеющегося исключительный теоретический интерес и огромное практическое значение селективного действия УВЧ, нельзя не остановиться и на отрицательных сторонах этого эффекта. Ниже будет сказано как о бактерицидном, так и об иммунобиологическом действии УВЧ и об использовании этих действий в клинической практике. Уже из

сказанного выше можно было бы предположить a priori, что далеко не при каждой частоте обстоятельства будут складываться в выгодном для пациента направлениях, так что и теоретически возможны и практически зарегистрированы такие случаи, когда эффект будет отрицательным (ухудшение). Мы пока мало слышали о таких практических примерах, но, повидимому, это зависит от излишней взаимоинформации о своих успехах, которая еще, к сожалению, очень распространена среди работников по УВЧ, и недостаточной взаимоинформации о своих неудачах. Во всяком случае принципиальным является наблюдение Либэзии: при облучении актиномикотического гнойного фокуса частотой 20 mgHz наступило резкое ухудшение процесса, а при переходе на частоту в 75 mgHz процесс был быстро ликвидирован.

Опасность селективного действия УВЧ в клинической практике заключается еще в том, что мы являемся сейчас свидетелями погони за селективно-действенной частотой. Однако это было хорошо, пока УВЧ пребывала в стенах лаборатории, но это стало явно недостаточным, когда она вышла за эти пределы и перешла в гораздо более ответственную обстановку клиники. Дело в том, что УВЧ не является индиферентным агентом—она обладает слишком большим деструктивным действием для того, чтобы можно было успокоиться, отыскав только максимально эффективную частоту. Для правильного практического применения УВЧ нужно знать еще и селективно-безобидную для высокодифференцированных тканей и жизненно важных органов частоту. Ибо, как, например, показал Рейтер, максимально разрушительным действием в отношении саркомы обладает частота в 88,3 mg Hz, но, как показал Хеллер, а также Остертаг, к частотам выше 60 mg Hz чрезвычайно чувствительна центральная первая система. Таким образом, правильно выбранной частотой будет только такая частота, которая при достаточной терапевтической эффективности (что для ряда патологических процессов будет заключаться даже в деструктивном действии) не будет особенно пагубно влиять на остальные здоровые ткани и органы. Вероятно, и даже наверняка, что во многих случаях здесь придется пожертвовать максимальным лечебным действием.

В заключение этого раздела следует отметить, что большинство работ, посвященных изучению селективного действия УВЧ, использовало лишь термический эффект действия, которым, как известно и как это будет подчеркнуто еще ниже, не исчерпывается биодействие УВЧ. Однако нет пока никаких оснований думать о том, что и прочие стороны действия УВЧ лишены се-

лективного характера, как это, между прочим, и доказывается случаем Либэзии с актиномицозом, опытами Рейтера со злокачественными опухолями и Остертага — с влиянием УВЧ на терморегуляцию (определенный тип расстройств при применении определенной частоты).

### 3. Специфическое действие

Этот вопрос, породивший в литературе огромное количество разногласий, потребовавших значительного количества опытов, представляет, пожалуй, наиболее спорный участок проблемы, причем следует отметить, что именно в изучении этого участка биодействия УВЧ приобрели права гражданства наиболее неверные в основных положениях установки.

Значительное число исследователей придерживается точки зрения наличия специфического действия УВЧ, причем наличие такового принято признавать обыкновенно на основании того, что если воздействие УВЧ вызывает у какого-либо объекта какий-либо биологический эффект, сопровождающийся обычно большим или меньшим повышением температуры, то нагреванием такого же объекта до той же температуры обычным способом, т. е. извне (водяная баня, термостат), не достигают той же эффективности. В том же смысле понимаются и такие облучения, при которых биологический эффект наступает без заметного повышения температуры. Таким образом, под специфическим действием УВЧ понимается действие, проистекающее за пределы того действия, на которое способно тепло, которое развивается в объекте во время облучения. Обычно это резюмируется в том смысле, что тепловой контроль не достигает эффективности термоэквивалентного облучения.

В этом плане проведено значительное количество экспериментальных работ; я остановлюсь здесь лишь на работах, посвященных влиянию специфического действия УВЧ на процессы роста и размножения; я останавливаюсь именно на этом материале потому, что вышеприведенная и являющаяся общепризнанной точка зрения на специфическое действие УВЧ оказалась, в силу ряда методических особенностей работ с ростом, особенно подчеркнутой в этих работах.

В наиболее известной и часто цитируемой работе Хаазе и Шлихаке (Haase и Schliephake) могли показать, что при облучении стафилококковой культуры ультракороткими

волнами при температуре извеси, не превышающей 37—40°С, бактерии погибают через 2—8 часов, чего в водяной бане, естественно, не происходит, так как данная температура является оптимальной для этих микроорганизмов. Аналогичные по своему характеру результаты, свидетельствующие о повреждающем действии УВЧ на микроорганизмы, даже при облучениях, создающих оптимальные для этих микроорганизмов температурные условия, Хазе и Шлиппаке получили также в отношении туберкулезной палочки, негомолитического стрептококка, гонококков и т. п. Либезини, Вертхейм и Шольц (Liebesny, Wertheim & Scholz) подтвердили эти данные на самых разнообразных бактериях и кокках, исключая в своих опытах температурный фактор путем помещения облучаемых культур в специальную охлажденную ванну, причем в этих опытах были получены не только тормозящие, но и стимулирующие рост эффекты. Аналогичные результаты были получены в экспериментах Фабиана и Грема (Fabian & Graham), работавших с культивой *bact. coli*. В этих опытах было показано, что по характеру своего действия коротковолновые облучения совпадают с действием развиваемой ими температуры, но количественно превосходят ее. Шимановский и Хикс (Szymonowski & Hicks) отмечают задержку роста стрептококка после 18-часового облучения в условиях сохранения стабильной оптимальной температуры (обдувание культур холодным ацетоном).

Большой материал в этом же направлении получен в нашей лаборатории Голышевой, работавшей с дрожжевыми культурами. Так, по свидетельству Голышевой, облучения, доводящие температуру культуры до 40°, стимулируют ее рост на 11—30%, а помещение их при той же температуре на те же сроки в водяную баню не оказывает никакого эффекта. При температурах порядка 50° УВЧ тормозит рост на 80—90%, а водяная баня при тех же условиях не дает этого. Следует отметить, что Ленце, Эттинген, а также в известной части Шимановский и Хикс, не могли установить различия в действии на микроорганизмы высокочастотного поля и соответствующего термического контроля, специальная критика чего не входит в задачи этой статьи.

Специфическое действие УВЧ было выявлено также Еллинеком (Jellinek), пользовавшимся для своих целей яйцами попугаев. Яйца, подвергавшиеся в течение длительного периода времени таким облучениям, что температура внутри них не поднималась выше 26—29°С, развивались нормально и достигали своего полного развития, в то время как контрольные яйца (нагревавшиеся до тех же температур нейтральным теплом) погибали.

Таковы факты, умножать которые не представляется необходимым и из которых видно, что в вопросе о том, специфично или не специфично действие УВЧ, полного единогласия пока еще не достигнуто, хотя, как уже сказано, большинство исследователей признает за УВЧ наличие такого действия.

Я хочу здесь подчеркнуть те причины, которые с моей точки зрения лежат в основе существующих разногласий, и оттенить правильный смысл термина «специфическое действие УВЧ».

С моей точки зрения разногласия основаны на том, что за специфическое действие принимается не совсем то, что должно приниматься на самом деле. Наличие специфического действия УВЧ признается на основании того, что нагревание любыми другими способами не дает того эффекта, который получается при нагревании того же объекта до той же температуры в высокочастотном поле. Вот в этих четырех словах «до той же температуры» и кроется слабая сторона этой распространенной концепции.

Из изложенного в предыдущем разделе с несомненной очевидностью следует, что УВЧ свойственному склонению действие, заключающееся в том, что различные вещества при проходящих равных условиях нагреваются в конденсаторном поле совершенно различно. Отсюда следует, что применение температурного контроля для выявления некоего действия УВЧ, простирающегося за пределы действия той температуры, до которой УВЧ нагревает исследуемый объект, имеет известный смысл лишь при работе с гомогенными диэлектриками. Любой же гетерогенный диэлектрик столь различно нагревается в различных своих точках, что искать специфическое действие вставленным внутрь этого объекта каким-либо термоизмерительным прибором, конечно, бессмысленно, ибо получающаяся при этом некая интегральная температура ничего не говорит о том, как она на самом деле распределяется в объекте, т. е. в какой мере в «термоэквивалентном» контроле создается действительно те же отношения. Чрезвычайно показателен в этом отношении приведенный выше опыт Эзая. Еще хуже обстоит дело при работе с живыми организмами, когда еще сложнее создавать те же отношения в контролльном опыте. Легко понять, что здесь вмешивается не только факт особого распределения нагрева, но и факт различной реакции со стороны всего организма на различное распределение тепла внутри него.

Приведенные факты делают совершенно беспредметной постановку тепловых контролей в любых работах с гетерогенными системами, а тем более с высокоорганизованными объектами,

если пытаются таким путем выявить вистепловое действие. Несмотря на совершенную ясность этих положений, такие ошибки были допущены авторитетными работниками, что, естественно, и привело к определенным разногласиям.

Несколько иным (а по сути дела тем же) путем подходит к выявлению специфичности действия УВЧ другая часть исследователей [Либэзин, Хальфен и Оклэр (Halphen et Alclair), Зайдман и Штуль (Saidman et Stuhl и др.)]. Для выявления специфичности действия они рекомендуют пользоваться такими условиями облучений (мощность, продолжительность экспозиции), которые еще не дают заметных повышений температуры объекта. Поскольку в указаниях Либэзин и др. речь идет о живых объектах (в частности сам Либэзин рекомендует это правило и для руководства в клинической практике), то мы имеем здесь пример тех же ошибок, о которых шла речь выше. В самом деле, отсутствие заметного общего повышения температуры объекта еще вовсе не исключает того, что отдельные ткани, клетки или ядра клеток уже не подверглись некоторому нагреву и что происшедшее вследствие такого облучения изменения функции целого не являются результатом этого термического действия УВЧ<sup>1</sup>.

Невозможность подметить в большинстве случаев биодействия УВЧ специфического характера его еще вовсе не снижает этот агент до степени простого нагревания, хотя бы уже потому, что ни при одном нагревающем факторе не происходит такого распределения тепла внутри объекта, как при УВЧ. В самом деле, совершенно безразлично, погибает ли бактериальная культура под действием УВЧ, в то время как температура питательной среды остается оптимальной для данной культуры, оттого, что УВЧ каким-то неизвестным пока образом убивает эту культуру, или оттого, что тела бактерий резко перегреваются, несмотря на малый нагрев среды, благодаря качественной своеобразности термоэффекта УВЧ. И в том и в другом случае мы будем иметь резкое бактерицидное действие, не свойственное другим агентам.

Сказанное, однако, ни в какой мере не говорит о том, что если нет возможности измерять температуру во всех точках сложнейших гетерогенных систем, то это означает ненужность

<sup>1</sup> Читатель не должен думать, что мы отрицаем необходимость измерения температуры при облучении живых объектов. Наоборот, мы требуем этого во всех случаях, но не для разменьования термоэффекта и специфического действия, а при дозировании процедур; однако вопросы дозировки не входят в рамки этой статьи. Заметим лишь, что дозиметрия УВЧ при облучении живых объектов не сводится только к измерению температуры последних и что эти измерения имеют лишь известное ориентирующее значение.

температурных контролей при работе с такими системами и что специфичность действия не может быть выявлена. Отнюдь нет — и температурный контроль нужен, и специфичность действия может быть выявлена, но только надо иметь правильные представления как о том, что такое специфическое действие, так и о том, что дает температурный контроль.

Нужно понимать, что то, что выявляется обычно так называемыми тепловыми контролями<sup>1</sup>, не представляет собой специфического действия в общепринятом для УВЧ смысле слова, а есть выявление результатов характерного для УВЧ селективного термического действия, которое должно быть поэтому названо термоселективным эффектом (или действием) УВЧ.

Специфическое же действие в смысле действия экстрапериметического (вследствие технической невозможности отмежеваться от термоэффекта) может быть выявлено на биологических объектах пока лишь там, где эффект УВЧ расходится с действием, характерным для тепла.

Это специфическое действие УВЧ, предполагаемое и наиболее принятой теорией механизма действия УВЧ Дебая (Debye), уже давно проглядывало в отдельных экспериментах. Так, изменения актуальной реакции коллоидов (Фломм, Голышева) и степени дисперсности их [Рекнагель (Recknagel)], наступающие под действием УВЧ при средних интегральных температурах, а также наблюдения Рапопорта в нашей лаборатории, свидетельствующие о возможности влияния УВЧ на скорость оседания эритроцитов при облучении крови *in vitro*, — все это заставляет подозревать наличие сверхтеплового действия УВЧ. Можно идти еще дальше и зачислить в пользу специфичности действия УВЧ еще и тот момент, что при нагревании в высокочастотном поле тепло образуется внутри объекта, а при всех прочих способах нагрева оно подвозится к нему извне, т. е. в одном случае мы имеем дело с превращением внутри объекта одного вида энергии в другой (электрической в тепловую), а во втором этого нет. Однако мы эту сторону дела неособенно подчеркиваем, ибо пока еще неизвестно, в какой мере образование тепла биологически отлично от подвоза тепла.

Существенный материал в пользу наличия специфического действия был получен пока на небольшом числе примеров. Классическим примером в этом отношении принято считать работу

<sup>1</sup> Во избежание повторения уже имевших место терминологических недоразумений с физиками автор еще раз разъясняет, что под словами «тепловой контроль» биологи понимают не контроль (resp. измерение) образующегося в опытном объекте тепла, а нагревание контрольного объекта теплом извне до той же общей температуры, до которой нагрелся опытный объект в конденсаторном поле.

Одна (Audiat), который, действуя короткими волнами на рео-нервно-мышечный препарат лягушки, получил понижение реобазы, т. е. обратное тому, что имеет место при обычном нагревании.

Однако мы по ряду причин, подробно освещенных в работе Резинковой, скептически относимся к этим выводам Одии и считаем необходимым пока что сбросить работу последнего с актива специфического действия УВЧ. Этtingен и Шульце наблюдали под действием УВЧ нейтрофильный лейкоцитоз с относительной лимфопенией (эти данные были подтверждены нашей сотрудникой А. И. Дриженевой); гипертермия же по Ровиджи характеризуется диаметрально противоположными изменениями лейкоцитарных кривых.

Действительно показательными в этом отношении являются с моей точки зрения лишь эксперименты Фломма и Лаврентьева.

Фломм, воздействуя УВЧ на сердце лягушки, получил отрицательный хронотропный и инотропный эффекты. Лаврентьев также наблюдал замедление сердечной деятельности под влиянием УВЧ, т. е. явление, совершенно обратное тому, что наблюдается при повышении температуры.

В своей последней монографии Либэни сообщил о своих наблюдениях, вполне совпадающих с этими положениями. Пока только этими фактами наличие специфического действия УВЧ в вышеуказанном смысле является действительно подкрепленным. В большинстве же других случаев специфическое действие УВЧ маскируется термоселективным эффектом. Я не являюсь ни автором, ни защитником термина «специфическое действие УВЧ» как обязательного противопоставления этого действия термоселективному эффекту УВЧ, ибо ведь и на термоселективном эффекте безусловно лежит печать специфичности, что, между прочим, подчеркивается некоторыми физиками (Татаринов, Кугушев).

В таком случае можно было бы говорить еще о специфическом действии УВЧ в широком смысле этого слова (внешепловое действие + тесно переплетающийся с ним термоселективный эффект) и о специфическом действии УВЧ в строгом смысле этого слова (внешепловое действие).

Однако я не вижу никакой необходимости в таких терминологических усложнениях и предлагаю пользоваться следующими определениями: специфическое действие УВЧ может заключаться как в термоселективном эффекте, так и в экстрапермическом действии (которое, между прочим, само тоже может быть селективным). Рас-

пространение же термина «специфичность» только на экстрапермический компонент действия УВЧ я считаю искаженным и формальным, ни по существу.

Трудность получения доказательств наличия экстрапермического действия УВЧ на биообъектах в значительной мере основана на том, что до сих пор еще не постарались получить доказательства наличия этого действия на более элементарных моделях — на неорганических системах; в этих системах для выявления экстрапермического действия УВЧ нет нужды искать реакций, обратных тепловым, ибо в ряде случаев значение теплового компонента может быть легко учтено и даже прямо подсчитано. Особенно хорошей моделью для таких работ может служить аниоганический катализ.

Единственную известную нам работу в этом направлении, подтверждающую наличие специфического действия УВЧ, опубликовал Изар (Jzar), использовав каталитическое действие электролитической меди. Сотрудник нашей лаборатории Братковский получил то же самое на золе платины, изучив подробнейшим образом весь ход реакции (разложение  $H_2O_2$ ) при различных условиях облучения; я не останавливаюсь подробно на этих интереснейших и имеющих основное принципиальное значение для оценки механизма действия УВЧ исследованиях, потому что они являются предметом специальной статьи; отмечу лишь, что Братковский удалось получить резкое торможение реакции в таких условиях, где температурный момент, впервых, не имеет места, а во-вторых, не может иметь значения.

#### 4. Фазность действия

При несколько более подробном анализе результатов цитированных выше работ, свидетельствующих о наличии селективного действия УВЧ, легко выявляются интересные количественно-качественные закономерности.

Так, в опытах Этtingена с кressом и бобовыми оказалось, что при облучении объекта в течение 5 минут наступает резкое усиление роста, а при 10-минутном воздействии рост резко замедляется. Аналогичные результаты получили с *Escherichia coli* Фабиани и Грэм. Облучение при силе тока, равной во вторичном контуре 0,08 ампер, вызывает стимуляцию роста, а при силе тока, равной 0,8 ампер, — торможение его. Более подробно это было показано в нашей лаборатории Голышевой, облучавшей дрожжевую культуру при одинаковой силе поля, но с разными экспозициями; при этом оказалось, что короткие экспозиции способствуют росту культур, а длинные —

тормозят его. Интересно отметить, что не только рост, но и сбражающая способность дрожжей совершенно так же реагирует на воздействие разной интенсивности, как показали опыты Этигена: при слабых облучениях наступает стимуляция брожения, а при сильных—его торможение.

Те же отношения были демонстрированы Голышевой на гораздо более высокоорганизованном тест-объекте—на белой мыши. Голышева использовала для изучения фазности действия изменения роста, причем оказалось, что при облучении молодых объектов слабыми дозами наступает стимуляция роста, а при пользовании сильными дозами—торможение его.

Совершенно естественно после всего этого было искать фазности действия УВЧ в ее влиянии на обмен веществ, что и было выполнено в биохимической лаборатории нашего отдела. Фазность действия особенно отчетливо была показана на азотистом метаболизме (опыты Братковского), а именно: при малых, дозах обнаружено усиленное выделение азота мочи за сутки; при относительно больших дозах—обратный эффект—резкое уменьшение суточного количества азота мочи. То же самое подтверждено на окислительном коэффициенте Мюллера (Müller); относительно слабые дозы повышают коэффициент, относительно сильные дозы дают, наоборот, понижение коэффициента (опыты Братковского). Наконец, фазность действия УВЧ показана Айзиковичем и на основном обмене.

Кроме того, Астанин, Айзикович, Лялина и Усевич могли констатировать эту закономерность на холерезе и диурезе (усиление при применении слабых воздействий и угнетение в первый период с последующим повышением указанных процессов при сильных дозах).

Таким образом, мы являемся свидетелями совершенно несомненной фазности действия УВЧ, отчетливо выявленной на самых разнообразных объектах, и закон Арндт-Шульца обогащается, таким образом, еще целым рядом примеров, связываясь с совершенно новым биологическим агентом. Естественно, что эта фазность действия чрезвычайно расширяет как экспериментальные, так и лечебные возможности УВЧ. Используя эту особенность действия УВЧ, ею можно не только вызывать противоположные по своему направлению процессы в эксперименте, но и воздействовать на противоположные по своему направлению процессы в клинике. Именно теперь становится понятным, почему УВЧ дает хороший эффект и при острых воспалительных процессах, где диссимиляторные процессы уже резко повышены, и при хронических, где повышение диссимиляторных процессов в большинстве случаев составляет цель вмешательства.

Установление факта фазности действия с особенной настойчивостью ставит вопрос о дозиметрии УВЧ. И здесь мы должны совершенно откровенно сознаться, что коротковолновый генератор переехал в клинику и даже завоевал себе там отчетливые права задолго до того, как продуцируемую им энергию научились мерить; Поргэс (Porges) вполне прав, когда говорит, что в смысле дозировок УВЧ находится сейчас в таком же положении, в каком рентгеновы лучи находились 30 лет назад. Такое безусловно недопустимое положение в основном обязано своим происхождением большим техническим трудностям этого дела, но нельзя обойти молчанием и того факта, что на данную сторону дела обращалось незаслуженно мало внимания; даже такой авторитетный автор, как Либэзини, пользуется для дозировки субъективными термоощущениями больного. Не говоря уже о том, что при таких методах работы, вследствие большой прозрачности для УВЧ кожных покровов, чрезвычайно возрастает опасность внутренних ожогов и повреждений, нельзя не признать такое безразличие к вопросам дозиметрии УВЧ не чем иным, как отображением ненаучности в эксперименте и фельдшеризма в медицинской практике.

Фазность действия УВЧ во много раз повышает опасность плохих дозировок, особенно учитывая то обстоятельство, что УВЧ показана и широко используется при острых воспалительных процессах не только внешне расположенных частей, но даже и внутренних органов [например, при аднекситах—сравн. Дедерлейн (Döderlein), Рабль, Рыли и др.]. В самом деле, учитывая наличие описанного выше стимулирующего действия УВЧ на рост микроорганизмов, можно соответствующими дозами резко стимулировать процесс, о чем свидетельствует и сам наблюдение автора, испытавшего опасность слишком малых доз при лечении абсцессов. Правда, современная патофизиология в борьбе макро- и микроорганизма не признает за поведением последнего ведущего значения, однако и не относится к этому поведению совершенно безразлично; но даже и оставляя в стороне влияние УВЧ на микроорганизмы, мы не снимаем опасности с плохо дозированной аппликации. Так, сотрудники проф. Сперанского Пономарев и Камбараева могли показать в нашем отделе, что УВЧ оказывает резкое влияние на процессы выработки специфических антител. То же самое было показано Иорнсом (Jornd) в отношении фагоцитарной способности лейкоцитов, причем здесь также было выявлено наличие не только стимулирующих, но и резко угнетающих доз.

Если добавить к сказанному, что Рэнагелем демонстрировано влияние УВЧ на степень дисперсности биоколлоидов, что в свою очередь не безразлично для иммунобио-

логических процессов, то опасность применения УВЧ при острых воспалениях (а это пока их главный козырь в клинике) должна быть признана по меньшей мере технически неогражденной.

В нашем отделе ведутся теоретические исследования и эксперименты в направлении техники дозировок УВЧ на основе определения электротермическим эквивалентом количества ватт, непосредственно отдаваемых облучаемому объекту (Татаринов, Белицкая). Однако этим дело, конечно, не может ограничиться, и следует лишний раз подчеркнуть, что, учитывая весь приведенный выше материал, мы должны отнести УВЧ до освоения и повсеместного распространения более или менее точной ее дозировки к методам небезопасным.

### 5. Последействие

Несмотря на значительное количество конкретного материала, свидетельствующего о несомненном наличии последействия УВЧ, эта сторона до сих пор остается не только неоцененной в своей практической значимости, но вообще оказалась совершенно незамеченной и как бы не имеющей даже теоретического интереса. А между тем, факты диктуют необходимость совершенно иного отношения к этой особенности биодействия УВЧ.

Уже в старых работах Шлихаке, Остертага, а также Штрасбургера (Strassburger), посвященных влиянию УВЧ на терморегуляцию, было замечено, что расстройства последней возникают в некоторых (и далеко не редких) случаях не сразу при включении поля и даже не в течение пребывания облучаемого животного в поле, а начинаются спустя несколько часов после окончания процедур, достигают затем значительных степеней и держатся в течение нескольких недель, даже месяцев, после чего все может снова возвратиться к норме. Не менее интересные факты в интересующем нас здесь направлении были получены при изучении гистологических изменений тканей у животных, подвергавшихся хроническим облучениям небольшой интенсивности; оказалось, что те структурные нарушения, которые образуются во внутренних органах под действием УВЧ, начинаются не сразу, но вскоре после воздействия, и интенсивность их увеличивается при прочих равных условиях с увеличением времени, протекшего между первым облучением и взятием материала на исследование [Этtingен и Хук, Болдуин и Дондал (Baldwin a. Dondale) и др.].

Меццадроли и Варетон (Mezzadrolie Vareton) могли показать, что облучение личинок шелковичных червей

даст спустя значительные промежутки времени более мощный кокон.

Далее, опытами Этингена и Шульце-Ройхофа, подтвержденными в известной мере и в нашем отделе Адриашевой, было выявлено, что наступающие под действием УВЧ изменения белой крови держатся еще некоторое время после выключения поля и сплошь и рядом возвращаются к норме лишь через сутки. Наконец, на клиническом материале Хинзи (Hinsie) мог заметить, что создаваемые электропирексией изменения спинномозговой жидкости у прогрессивных паралитиков держатся в течение нескольких недель и даже месяцев.

В нашем отделе был получен ряд фактов, особенно отчетливо выявляющих наличие последействия УВЧ. Не говоря уже о многократно описанных в литературе и наблюдавшихся также сотрудниками нашей лаборатории (Голышева, Адриашева, Айзикович) трофических изменениях у белых мышей (изъязвления, мумификация, отторжение ушей, хвостов и т. п.); наступающих через несколько дней после облучения, Резникова на чрезвычайно тонком феномене — хронаксии и реобазе мышцы — получила не только изменения этих величин в высокочастотном поле, но и их задержку, а в единичных случаях даже нарастание абсолютных значений изменений после выключения поля с последующим переходом в медленное восстановление.

Другой сотрудник нашей лаборатории, Братковский, изучавший изменения окислительных процессов под действием УВЧ, мог установить, что те изменения, которые наступают у опытных животных в результате их чрезвычайно кратковременного облучения, не только держатся, но и развиваются в течение некоторого, иногда довольно продолжительного отрезка времени.

Аналогичные картины получены Елисеевой в отношении гликемических картин и Айзиковичем в отношении холереза.

Наконец, наиболее интересный и показательный в разбираемом нами здесь направлении материал получил проф. Б. И. Лаврентьев, изучавший со своим сотрудником Федоровым влияние УВЧ на сердечные синапсы. Ему удалось показать, что уже весьма кратковременные облучения (порядка 10—15 секунд) в поле сравнительно небольшой интенсивности вызывают структурные изменения синапсов: их «желatinизацию». В этих опытах последействие можно было наблюдать ad oculos: синапсы и после выключения поля делались все более и более отчетливыми, т. е. «желatinизация» прогрессировала.

Чрезвычайно важно отметить, что в этих опытах был зарегистрирован и функциональный эквивалент этих изменений—наступало отчетливое замедление сердечного темпа, прогрессировавшее вместе со структурными изменениями и возвращавшееся к норме в тех случаях, где «желатинизация» синапсов была реверзивельна; последнее обстоятельство характерно для коротких экспозиций.

В случаях сильных доз структурные изменения становились необратимыми, что, естественно, отображалось и на сердечном темпе.

Последействие УВЧ, так же как и разобранные выше другие ее особенности, имеет как положительную, так и отрицательную (опасную в клинической практике) сторону. Возможность выгодного использования этого феномена предсказывается целым рядом примеров; показано, например, что УВЧ в эксперименте обладает столь резким сосудорасширяющим действием, что даже адреналин теряет в отношении облученных сосудов свое действие (Фломм), причем это сохраняется в течение известного отрезка времени. Описанный феномен имеет и свой клинический эквивалент, ибо известно, например, что при ангиспастических состояниях (начальные стадии облитерирующего эндоартерита и грудной жабы, болезнь Рэйно и т. п.) коротковолновые облучения дают весьма ободряющий терапевтический эффект (Либэзни, Рааб, Швейцер, Ласт, Хальфэн и Оклэр и др.). Ясно, что в этом плане было бы чрезвычайно интересным удлинять последействие УВЧ, может быть даже ассоциируя к ней вегетативно-действующие фармакоагенты.

Другой пример того же порядка из практики нашего отдела: проф. Астанин, Айзикович и Усевич установили на фистульных собаках, что УВЧ повышает холерез с длительным последействием, а Карапетян еще до них установил наличие такого же последействия и при диатермии. Однако то последействие, которое Карапетян (Ленинградский физиотерапевтический институт) получил в результате многонедельной диатермии, Астанин и сотрудники имели после однократного воздействия УВЧ. Нас не занимает здесь сравнение ценности обоих методов, но мы подчеркиваем, однако, что длительное последействие, свойственное УВЧ, должно быть изучено и использовано.

Опасная сторона последействия заключается в том, что в связи с переездом коротковолнового генератора из экспериментальной лаборатории в клинику и даже в амбулаторию возможны тяжелые последствия при недостаточно внимательном и главное недостаточно продолжительном прослеживании пациента. При этом сроки здесь должны быть весьма длительными.

Правда, клиническая литература не дает пока столь грозных примеров, но это не может, конечно, характеризовать истинного положения вещей, и я думаю, что можно с полным правом утверждать, что изложенные в этой статье факты обязывают к самому срочному изучению вредных сторон последействия УВЧ, а пока это еще не сделано—к самой сугубой осторожности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Schliephake E., Kurzwellentherapie, Jena, Gustav Fischer 1935.—2. Pflomm E., Arch. f. klin. Chirurgie, 166, 251, 1931.—3. Рывлин Л. С., см. этот сборник.—4. Schweitzer G., Med. Welt, S. 117, 158, 1934.—5. Last E., Wien. med. Wschr., S. 1288, 1933.—6. Liebesny P., Kurz- und Ultrakurzwellen Biologie und Therapie, Berlin u. Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1935.—7. Laqueur u. Remzi R., Med. Welt, № 22, S. 767, 1933.—8. Kowarschik, Kurzwellentherapie, Wien, J. Springer, 1936.—9. Heller R., Zt. ges. exp. Med., 83, 299, 1932.—10. Albrecht W., Zt. ges. exp. Med., 93, 816, 1934.—11. Raab E., Fortschr. Ther., 10, 234, 1934.—12. Oettingen K., Gundel M., Hook H. u. Schultze-Rohnhof Fr., Strahlenther., 41, 251, 1931.—13. Knorre u. Johannes, цит. по Pflomm, Arch. f. klin. Chir., 166, 251, 1931.—14. Календаров Г. С., Арх. биол. наук, 35(А), 113, 1934.—15. Whitney W. R., Gen. El. Rev., 35, 410, 1932.—16. Bell W. H. u. Fergusson D., Arch. of Phys. Ther., 12, 477, 1931.—17. Heinrich R., Elektrotechn. Ztschr., 50, 1088, 1929.—18. Lentze G. A., Ztbl. f. Bakteriol., 126, 508, 1932.—19. Татаринов В. В., Журн. эксп. и теор. физики, 5, 533, 1935.—20. Patzold I., Strahlenther., 45, 645, 1932.—21. Esau A., Elektrotechn. Ztschr., 47, 321, 1926.—22. Голышева К. П., см. этот сборник.—23. Малов Н. Н., Курорт и физиот., 1, 114 (1934).—24. Славский Г. М. и Буриаз Л. С., Бюлл. Сечен. инст., № 6/7, 294, 1933.—25. Reiter T., Deutsch. Med. Wschr., 59, 160, 1933.—26. Голышева К. П. и Андрющева Н. М., см. статью в этом сборнике.—27. Crile, Hosmer, Rowland, Amer. Journ. Physiol., 63, 59, 1922.—28. Hosmer H., Science, 68, 325, 1928.—29. Furt R., Ann. d. Phys., 70, 77, 1923.—30. Ostertag B., Deut. Med. Wschr., 58, 1240, 1932.—31. Schereschewsky J. W., Publ. Health. Rep., 48, 844, 1933.—32. Haase W. u. Schliephake E., Strahlenther., 40, 133, 1931.—33. Liebesny P., Wertheim H. u. Scholz H., Klin. Wschr., 12, 141, 1933.—34. Fabian F. W. u. Graham H. T., Journ. Inf. Dis., 53, 76, 1933.—35. Szymanowski W. a. Hicks R., Journ. Inf. Dis., 50, 1, 1932.—36. Голышева К. П., см. этот сборник.—37. Jellinek S., C. R. Ac. Sc., 196, 1149, 1933.—38. Halphen et Auclair, Ann. Inst. Actinol., 7, 199 (1932).—39. Saidman J. et Stuhll L., Bull. Soc. Fr. Elec. Radiol., № 1, 38, 1932.—40. Audiat I., C. R. Soc. Biol., 110, 877, 1932.—41. Резниковая Л. О., см. этот сборник.—42. Лаврентьев Б. И. и Федоров Б. Г., см. этот сборник.—43. Izag G. et Mogetti P., Riforma Med., 50, 83, 1934.—44. Братковский Р. Е., см. этот сборник.—45. Айзикович Е. А., см. этот сборник.—46. Porges H., Ztbl. f. Gynäk., 18, 1057, 1934.—47. Döderlein G., Deut. med. Wschr., S. 1269, 1932.—48. Пономарев и Камбарова О. И., см. этот сборник.—49. Jorns G., Bruns' Beitr. z. klin. Chir., 152, 31, 1931.—50. Татаринов В. В. и Белицкая Ф. С., см. этот сборник.—51. Strassburger A. u. Schliephake E., Arch. f. exper. Path. u. Pharm.

- 477, 1, 1934.—52. Baldwin W. a. Dondale M. Proc. Soc. exp. Biol. a. Med., 27, 65, 1929.—53. Mezzadri G. e Vareton E., Atti d. Accad. d. Lincei, 12, 173, 1930.—54. Hinsie, L. E. a. Bialock J. B., Psychiatr. Quart., 6, 206, 1932.—55. Френкель Г. Л., Физиотер. и курортол., № 5, 1936.—56. Френкель, Г. Л., Доклад на I Ленинградской конференции по УКВ (1936).