

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

**МАТЕРИАЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

ВЫПУСК 4

Издательство Томского университета

Томск --- 1964

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

МАТЕРИАЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

ВЫПУСК 4

Издательство Томского университета
Томск — 1964

Под редакцией заслуженного деятеля науки РСФСР
профессора Д. И. Гольдберга

О ТЕХНИКЕ РЕОГРАФИИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

В. Б. АЛЬБИЦКИЙ, Б. А. ГЛАДКИХ

Из кафедры госпитальной хирургии имени акад. А. Г. Савиных (проф. кафедры К. Н. Зиверт) Томского медицинского института и Томского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института им. С. М. Кирова (ректор проф.-доктор А. А. Воробьев)

Если измерять электрическую проводимость какой-либо части тела с помощью мостика переменного тока, то обнаруживаются ритмические ее изменения, синхронные с пульсацией кровеносных сосудов. Манн (1937), впервые обнаруживший это явление, предложил использовать его в качестве изучения периферического кровообращения. Особый интерес метод представляет для съемки реограмм у теплокровных животных и человека, когда сосуды исследуемого органа расширяются вследствие притока крови. Изменения объема органа, вызванные сдвигами в кровенаполнении его сосудов, сопровождаются изменениями электропроводности данного участка тела. Это явление лежит в основе электроплетизмографии (ЭПГ). В настоящее время существует две, принципиально отличные, разновидности ЭПГ: импедансная и диэлектрическая. В первой из них живая ткань рассматривается как электрический проводник, обладающий ионной проводимостью, а показателем изменений кровообращения служат колебания полного электрического сопротивления (импеданса) изучаемого органа; во второй — живая ткань рассматривается как

циэлектрик. Теоретическое обоснование и развитие импедансная ЭПГ (реография) получила благодаря работам А. А. Кедрова, А. И. Науменко, Найбора, Кайндля, Г. А. Шминке, Ю. Е. Москаленко, В. И. Аксентьева и других.

В настоящее время можно считать доказанным, что одним из главных факторов, определяющих электропроводность участка тела, расположенного между двумя электродами, является степень кровенаполнения сосудов. Физическое объяснение состоит в том, что кровь обладает значительно более высокой электропроводностью, чем остальные ткани, поэтому увеличение кровенаполнения приводит к уменьшению электрического сопротивления данного участка тела. Кроме того, в опытах А. А. Кедрова и А. И. Науменко (1954) было показано, что электрическое сопротивление крови уменьшается при увеличении скорости кровотока и увеличивается при его замедлении.

Описываемый метод связан с проведением через объект исследования электрического тока. Поэтому выбор величины и частоты тока имеет существенное значение. Поскольку сопротивление тканей, расположенных под кожей, хорошо выявляются при исследованиях токами высокой частоты, можно полагать, что оптимальной частотой для исследования сопротивления в сосудах органов поддиафрагмального пространства следует считать частоту порядка 150—200 кГц. Это получило экспериментальную проверку при проведении нашей работы. При применении тока в диапазоне низких звуковых частот снимается его раздражающее действие. Регистрация изменений электропроводности тканей может быть осуществлена осциллографом, самопишущим гальванометром или электрокардиографом. Воспринимающая часть реографа представляет собой; металлические электроды различной формы и размеров, в зависимости от задач исследования. Технические требования к прибору заключаются в достаточной чувствительности установки, в прямолинейности характеристик по амплитуде и частоте и в надежной защите установки от влияния посторонних электрических полей, а также от механических сотрясений, что достигается применением проводников в виде полужесткого фидера. Детали схемы располагаются симметрично и экранируются.

Мы в нашей работе для определения импеданса органов поддиафрагмального пространства применили собственную схему прибора, представленную на рис. 1. Прибор представляет из себя мостовую схему, работающую на токе высокой частоты. Благодаря балансу моста постоянная слагающая тока не попадает в измерительную систему и последняя измеряет только ток дисбаланса, пропорциональный среднему значению сопротивления исследуемого органа. Мост составлен из сопротивлений в 680 ом и сопротивления измеряемого органа. Сигнал, снимаемый с диагонали моста, детектируется полупроводниковым диодом и записывается на электрокардиографе (ФЭКП-2). Одновременно по шкале гальванометра можно прочесть среднее значение сопротивления исследуемого органа. Кроме того, в схему введен мост постоянного тока — МВУ-49, позволяющий контролировать определяемое по гальванометру сопротивление органа. Ток высокой частоты подводится к объекту от генератора ЗГ-11. Для сопоставления реограмм, записанных при различных условиях в схеме предусмотрена калибровка. При переключении тумблера в положение «калибровка» ко входу схемы подключается постоянное сопротивление в 470 ом, имитирующее сопротивление измеряемого органа, включенное последовательно с небольшим (0,1 ома) сопротивлением. При нажатии кнопки «калибровка» сопротивление в 0,1 ома «закорачивается» и на кривой записывается зубец определенной высоты. Таким образом, реограмма может быть проградуирована непосредственно в единицах сопротивления. В схеме имеется переключатель диапазонов, позволяющий определять сопротивление сразу по четырем каналам.

Теоретическое обоснование такой схемы представляется нам следующим образом. При реографии интересно знать как среднее значение сопротивления измеряемого органа, так и изменение его во времени. Причем эти изменения составляют очень небольшую, порядка 0,1—0,5%, долю полного сопротивления. Регистрация таких незначительных отклонений представляет известную трудность, так как стабильность амплитуды высокочастотных колебаний, подводимых к измерительной схеме, значительно ниже. Для измерения электрического сопротивления живой ткани обычно используется схема, в которой источник высокочастотных колебаний подклю-

чается последовательно с измеряемым сопротивлением органа и известным сопротивлением. Изменение сопротивления измеряемого органа вследствие изменений кровенаполнения приводит к амплитудной модуляции тока, протекающего через известное сопротивление. Низкочастотная составляющая напряжения на сопротивлении и есть полезный сигнал, несущий информацию об изменении сопротивления органа. Сила тока в цепи:

$$I = \frac{E}{R_x + R},$$

где E — амплитуда напряжения генератора (внутренним сопротивлением его мы пренебрегаем). Напряжение на сопротивлении:

$$U = IR = \frac{ER}{R_x + R}.$$

Изменение напряжения, вызванное изменением сопротивления органа:

$$dU = - \frac{ER}{(R_x + R)^2} dR_x. \quad (1)$$

Однако, сигнал U будет зависеть также и от напряжения питания E . Отклонение его на некоторую величину dE вызовет изменение напряжения U на величину dU :

$$dU = \frac{R}{R_x + R} dE. \quad (2)$$

Изменение напряжения U , вызванное изменением сопротивления органа (1), можно понимать как полезный сигнал, а изменение его за счет нестабильности питающего напряжения (2), как «шум», искажающий полезный сигнал и который необходимо, по возможности, устранить. Из формулы (2) видно, что «шум» будет тем меньше, чем меньше стандартное сопротивление. Однако при уменьшении его снижается и чувствительность схемы. Понимая под чувствительностью изменение напряжения на сопротивлении, к вызвавшему его изменению сопротивления органа, имеем:

$$S = \frac{dU}{dR_x} = - \frac{ER}{(R_x + R)^2}. \quad (3)$$

Мы видим, что функция напряжения имеет максимум при равных величинах сопротивления моста и органа, т. е. при этом условии чувствительность схемы максимальна. Отсюда следует, что чувствительность и помехоустойчивость этого метода находятся в противоречии друг с другом. Приведем такой численный пример: пусть сопротивление органа равно 300 ом; $E = 10$ в; сопротивление моста — 300 ом. Тогда, при изменении сопротивления органа на 0,1 ома сигнал изменит свое значение на

$$dU = - \frac{ER}{(R_x + R)^2} dR_x = \\ = \frac{10 \cdot 300}{(300 + 300)^2} \cdot 0,1 = 0,0008\text{в} = 0,8\text{мв}.$$

Такое же отклонение даст случайное изменение питающего сопротивления на 1,6 мв, что более чем вероятно при применении обычных непрецизионных генераторов.

Значительное уменьшение величины «шумов», вносимых нестабильностью питающего напряжения, можно достигнуть, применяя мостовую схему измерения сопротивления, в которой напряжение U :

$$U = E \left(\frac{R}{R_x + R} - \frac{1}{2} \right).$$

Сигнал от изменения сопротивления органа на некоторую величину dU равен:

$$\frac{dU}{dR_x} = - \frac{ER}{(R_x + R)^2}.$$

Мы видим, что чувствительность остается той же самой, однако, мешающее действие «шумов» значительно снижается. Действительно:

$$dU = \left(\frac{R}{R_x + R} - \frac{1}{2} \right) dE = \frac{R - R_x}{R + R_x} dE.$$

При равном изменении напряжения питания на dU мы имеем выигрыш в помехоустойчивости мостовой схемы по сравнению с последовательной в k раз, где

$$k = \frac{R \cdot (R + R_x)}{(R + R_x)(R - R_x)} = \frac{R}{R - R_x}.$$

Теперь уже чувствительность и помехоустойчивость не противоречат друг другу, а наоборот, когда чувствительность максимальна, т. е. при равных значениях сопротивления, что имеет место при балансировке моста, изменение напряжения вообще не влияет на сигнал.

Итак, при исследовании электропроводности тела животного можно зарегистрировать и измерить (выразив ее в единицах сопротивления) колебания этой электропроводности, связанные с пульсовыми колебаниями объема тела или отдельных его органов.

Отсутствие инерции и большая чувствительность прибора — основные преимущества метода.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Г. А. К а л а ч е в — К вопросу о коллатеральном и редуцированном кровообращении ободочной кишки в эксперименте	3
Э. К. Х а р з с е в — К вопросу о коллатеральном и редуцированном кровообращении толстого кишечника кошки	8
Н. А. С м о л е н с к а я — К вопросу об участии вагуса в регуляции электрической активности сердца во время голодной периодики организма	12
И. Г. П а щ е н к о — Действие натриевой соли пастки на секреторную деятельность желудка собак	17
В. И. Т а р а б р и н — Желчевыделение после полного удаления желудка с сохранением правого блуждающего нерва	23
А. С. Л о х а т ю к, В. И. Т а р а б р и н — О чрезбрюшинной наддиафрагмальной ваготомии у собак	31
Т. Г. К а м н е в а, В. И. С а д о в н и к о в а — Состояние ДНК и РНК в клетках печени при острой лучевой болезни, вызванной различными источниками излучения	37
Н. М. М а л ы ш е в а, В. И. Т е т е р и н а — Картина крови, костно-мозговое кровотоление и патогистологические изменения при фенилгидразиновой анемии	42
Л. А. Ф е д о р о в а — Ингибиторы гемагглютининов вируса клещевого энцефалита в сыворотках человека и животных	48
В. С. Н е с т е р о в — Динамика иммунитета при различных формах клещевого энцефалита по показателям иммунологических реакций	53
В. Б. А л ь б и ц к и й, Б. А. Г л а д к и х — О технике реографии внутренних органов в эксперименте	59
Е. А. М е л ь н и к о в — К механизму гипотензивного действия дензонала и бензамила	66
Г. И. Ф е о к т и с т о в а, Б. Ю. С а л ь н и к, В. А. Т е л е ш е в а — Влияние экстрактов элеутерококка и левзеи на некоторые показатели азотистого и белкового обмена при дозированной нагрузке	71
Б. Ю. С а л ь н и к, В. А. Т е л е ш е в а, Э. А. Д а м б у е в а — Влияние экстрактов элеутерококка и левзеи на некоторые показатели углеводно-фосфорного обмена мышц и крови при дозированной нагрузке	75

Б. Ф. Облецов — Действие экстракта элеутерококка на координацию движений спортсменов-игровиков	78
Г. Е. Барковская — Влияние камфары на фосфорный обмен миокарда при гипоксии	82
В. К. Горшкова — К механизму холмолитического действия камфары	85
Л. П. Горбенко — Онкотическое давление больных злокачественными новообразованиями	89
Л. Н. Лаврентьева — Антипиретическое противовоспалительное действие ацилпроизводных 4-аминоантипирина	93
Н. П. Тимакин, С. П. Медведев — Картина красной крови, содержание железа и меди в сыворотке крови у больных с частичной резекцией желудка до операции и в ранний послеоперационный период	96
Н. П. Тимакин — Содержание меди, негемоглобинного железа и их соотношение в сыворотке крови у больных, перенесших частичную резекцию желудка, по данным спектрального анализа	101
В. Г. Могильников — Содержание меди и железа в сыворотке крови и спинно-мозговой жидкости больных острой формой клещевого энцефалита	105
В. Г. Могильников — Содержание микроэлементов (меди и железа) в сыворотке крови и спинно-мозговой жидкости у лиц, перенесших клещевой энцефалит в 1962 году	109
Н. А. Смоленская — Изменение электрокардиограммы в разные фазы голодной периодической деятельности организма у больных тиреотоксикозом	112
И. М. Монсенко — Электрокардиографические исследования при туберкулезе легких	118
Л. М. Остапченко — Функциональное состояние свертывающей системы крови больных ревматическими пороками сердца с недостаточностью кровообращения 2—3 стадий	124
М. А. Подоров — Влияние туберкулостатических препаратов на свертывающую систему крови, резистентность кожных капилляров больных туберкулезом легких	131
А. В. Якутенок — Функциональное состояние свертывающей и фибринолитической систем крови во время беременности, родов и в послеродовом периоде	137
В. Д. Михайлов — Функциональное состояние свертывающей системы крови у больных, страдающих раком матки	145
Л. Б. Павлова — Содержание меди и железа в сыворотке крови детей по данным спектрального эмиссионного анализа	149
Л. П. Шульга — Изменение эритрограмм при хронических пневмониях у детей	153
Б. С. Оксенов — Некоторые факторы неспецифического гуморального иммунитета при псориазе и красной волчанке	160
Ю. И. Лоншаков и Н. В. Беляев — О некоторых клинических особенностях высыпаний после оспопрививания	164
В. И. Рыбников — Лабораторная диагностика трихомоноза	169
В. И. Рыбников — Некоторые новые данные о морфологии влагалищных трихомонад	171

Н. Н. Паршип — Изменения некоторых гемодинамических показателей при внутривенном и трахеобронхальном введении ксилокаина	174
Р. С. Карпов — Сравнительная диагностическая ценность некоторых иммунологических и биохимических тестов в распознавании активности ревматического процесса у больных с пороком сердца	179
М. Е. Зверев — О выделении стероидных гормонов с мочой у больных ревматизмом и инфекционным неспецифическим полиартритом при лечении их гормональными препаратами (АКТГ, кортизон, преднизолон)	188
Т. В. Матковская — К вопросу функционального состояния коры надпочечников у детей, больных ревматизмом	193
Б. Н. Покровский — Ближайшие и отдаленные результаты операции резекции легких у 100 больных легочным туберкулезом	198
Н. Я. Розенфельд — К вопросу о предшествующей торакопластике, как методе профилактики остаточных полостей после резекции легких у больных легочным туберкулезом	204
В. Б. Альбицкий — О потенцировании при местном обезболивании в условиях районной больницы	210
Г. И. Мендринга — Из истории переселенческой медицины в Сибири	214
В. К. Мишип — Нарком здравоохранения Н. А. Семашко о курортах Сибири	225
С. Ф. Григорьев — К вопросу о стационарном обслуживании в г. Томске	231
Л. Б. Павлова — Гигиеническая характеристика питания в школах-интернатах г. Томска	236
С. Е. Квасов — К вопросу о санитарной охране подземных водонсточников города Томска	242
С. Е. Квасов — Река Томь как источник централизованного водоснабжения г. Томска	246

МАТЕРИАЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ
МЕДИЦИНЫ, вып. 4.

Томск, Изд. ТГУ, 1964 г. 254 с.

Редактор издательства Л. Г. Мордовина
Корректоры У. П. Гавинская и Л. П. Цыганкова.

КЗ01647. Сдано в набор 1/VIII-64 г. Подписано к печати 16/XI-64 г.
Формат 84×108^{1/32}; печ. л. 7,62; усл.-печ. л. 12,5; уч.-изд. л. 12.
Заказ 4666. Тираж 600 экз. Цена 84 коп.
г. Томск, Издательство ТГУ, просп. Ленина, 34.

Областная типография № 1 Управления по печати,
г. Томск, Советская, 47.