

З. Л. Долабчян

Векториальное изучение электрических сил сердца при гипертонической болезни

(Представлено академиком АН Армянской ССР Л. А. Оганесяном 21/1 1963)

Векториальный метод анализа является попыткой внедрения в электрокардиологию точности и объективности количественных математических измерений. Такая попытка была впервые сделана еще Эйнтховеном, Фаром и де-Ваартом (1), когда они предложили определить электрическую ось сердца с помощью равнобедренного треугольника. В этом направлении определенную роль играли и работы Манна (2) по получению монокардиограммы из моментных осей электрокардиограммы в стандартных отведениях. Однако широкое и настоящее развитие векторкардиографии и вообще векториального принципа начинается лишь после применения электроннолучевой трубки в клинических кардиологических исследованиях (3-5).

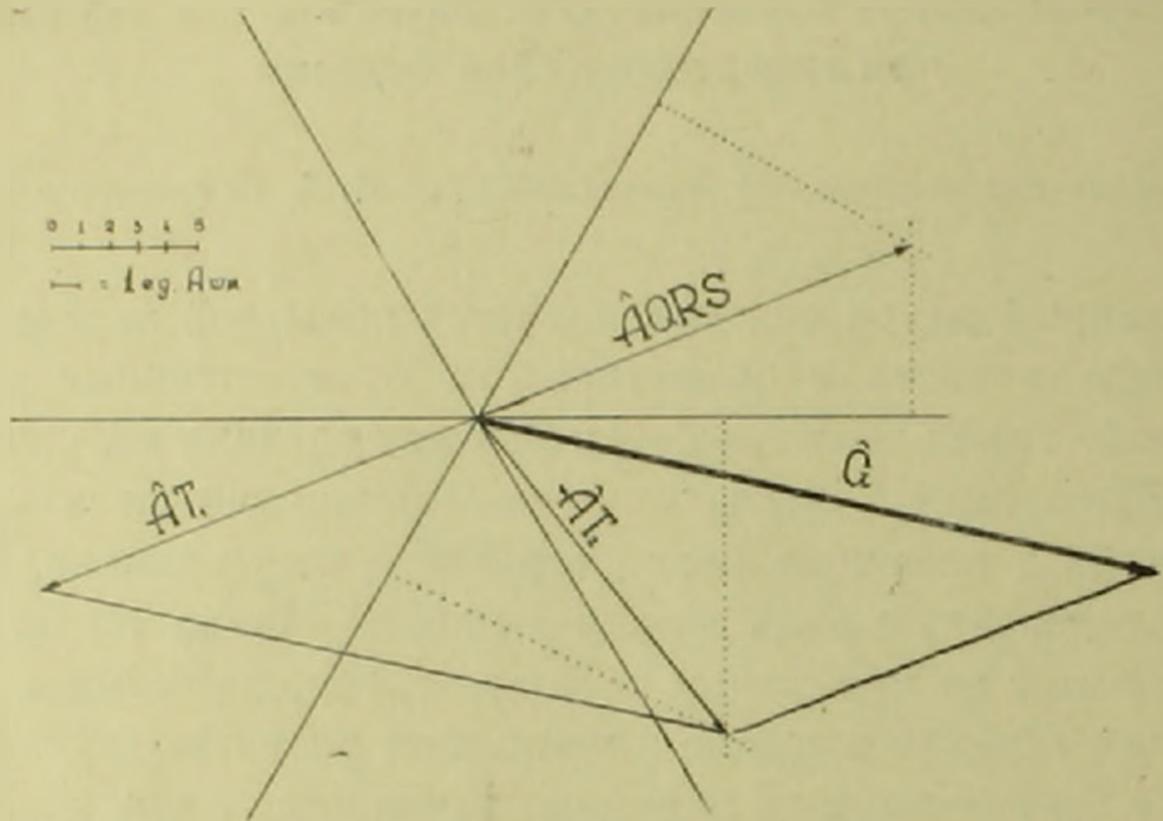
В настоящей работе мы задались целью изучить электрические силы сердца при гипертонической болезни с применением векториального метода анализа. Такое изучение в комплексе синтетической электрокардиологии (6) может значительно обогатить наши представления о сердечном механизме при артериальной гипертонии.

Под наблюдением было 130 больных гипертонической болезнью; первая стадия диагностирована у 33, вторая—у 62, третья—у 35 (по классификации Института терапии АМН СССР). Мужчин было 49, женщин 81. Возраст больных колебался от 20 до 70 лет, средний возраст 40—60 лет. Все больные подвергались детальному клиническому, лабораторному и инструментальному методам исследования. Было произведено подробное электрокардиологическое обследование методами электрокардиографии в 12 отведениях, векторкардиографии, баллистокардиографии и фонокардиографии. С целью проведения векториального анализа были рассмотрены следующие явления: электрические оси QRS и T, желудочковый градиент, пространственная векторэлектрокардиограмма и векторкардиограмма.

Электрическая ось была определена на фронтальной (RLF) плоскости путем планиметрического измерения площади QRS и T. Величина оси выражалась в единицах Ашмана (одна единица Ашмана = 4 микровольт-

секундам), а направление ее определялось по локализации на обычной системе координат; устанавливался угол QRS-T (фиг. 1).

Желудочковый градиент \hat{G} определялся следующим способом. Известно, что $\hat{AT} = \hat{G} - \hat{QRS}$. В случае отсутствия желудочкового градиента \hat{AT} будет равняться \hat{QRS} . Такой гипотетический зубец T обозначается как \hat{AT}_1 , а фактически регистрируемый как \hat{AT}_2 (7, 8). Характер \hat{AT}_2 зависит от взаимоотношения между \hat{AT}_1 и \hat{G} , причем, согласно правилам сложения векторов, можно считать, что \hat{AT}_2



Фиг. 1. Электрические оси QRS и T и желудочковый градиент у 6-ой Б. А. с гипертонической болезнью IIa стадии. Данные планиметрического измерения: $QRS_I = 14,8$ ед., $QRS_{III} = -12,5$ ед., $T_I = 7,8$ ед., $T_{III} = 5,7$ ед. Данные электрических осей: \hat{QRS} — величина 15,8 ед., сектор расположения -20° , \hat{AT} — величина 13,8 ед., сектор расположения -54° , угол QRS-T -75° . Данные желудочкового градиента: величина -23 ед., сектор расположения -13° , угол $\hat{QRS}-\hat{G} = 33^\circ$.

является диагональю параллелограмма, образуемого с помощью \hat{AT}_1 и \hat{G} . Как показано на фиг. 1, на обычную трехосевую систему стандартных отведений наносятся планиметрически установленные площади и выраженные в единицах Ашмана \hat{AT}_2 и \hat{AT}_1 (последний равняется размерам \hat{QRS} , но имеет противоположное расположение на 180°), и, имея в основе \hat{AT}_2 как диагональ и \hat{AT}_1 как одна сторона, рисуется параллелограмм. Та сторона, которая исходит из общей точки, представляет \hat{G} : измеряется его величина в единицах Ашмана, устанавливается его направление, измеряется угол $\hat{QRS}-\hat{G}$.

Пространственная векторэлектрокардиограмма была выведена из электрокардиограммы по следующему принципу. Известно, что электро-

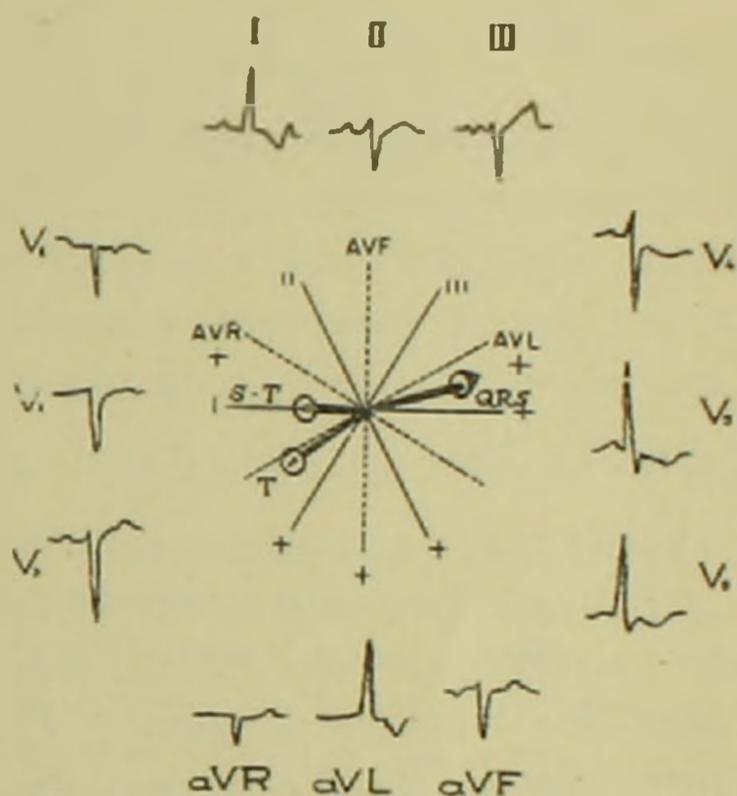
кардиографическое колебание является отражением среднего электрического вектора данной фазы возбуждения сердца и характер кривой в любом отведении зависит от соотношения между осью отведения и положением этого вектора. В общих чертах можно сказать, что амплитуда электрокардиографического колебания зависит от степени проецирования данного вектора на ось данного отведения: если вектор расположен параллельно к оси отведения, будет регистрироваться максимальное колебание, если он имеет перпендикулярное направление к оси отведения, колебания вообще не будет. Исходя из таких позиций, можно определить пространственное расположение QRS и T в фронтальной и сагиттальной плоскостях (фиг. 2), имея в виду, что оси двухполюсных или однополюсных отведений от конечностей расположены на фронтальной плоскости тела, а оси прекардиальных отведений локализованы на горизонтальной плоскости (9,10).

Векторкардиограмма записывалась по прекардиальной системе И. Т. Акулиничева аппаратом ВЭКС-1 (усиление 1 mv = 10 мм). Полученные петли в разных проекциях были подвергнуты детальному качественному и количественному анализу, располагая их по системе развернутого конверта.

Все количественные данные, полученные описанными методами, были обработаны методом вариационной статистики.

$\overset{\Delta}{A}QRS$ в подавляющем большинстве случаев был отклонен влево, причем это отклонение нарастает наряду с развитием тяжести болезни. $\overset{\Delta}{AT}$ часто расположен справа от $\overset{\Delta}{A}QRS$. Как видно из табл. 1, увеличение угла QRS-T постепенно нарастает по мере прогрессирования болезни; этот угол колеблется в больших пределах. Величина $\overset{\Delta}{A}QRS$ несколько больше чем в норме; во всех стадиях болезни она почти одинакова. Что касается величины $\overset{\Delta}{AT}$, то наблюдается постепенное ее уменьшение параллельно с развитием тяжести болезни.

Как показано в табл. 1, величина желудочкового градиента постепенно уменьшается по мере нарастания стадии болезни. Однако, если величина градиента в первой стадии значительно отличается от величины во второй стадии, то в третьей стадии она мало отличается от величины во второй стадии. Желудочковый градиент в первой стадии болезни расположен лишь в положительном секторе системы координат. Во второй



Фиг. 2. Получение пространственной векторэлектрокардиограммы из электрокардиограммы у 6-го В. К. гипертонической болезнью III стадии. Вектор QRS направлен влево назад, вектор T ориентирован вправо вперед; направление вектора RS-T параллельно вектору T.

Таблица 1

Компонент	Стадия болезни		
	первая	вторая	третья
Угол QRS-T (в градусах) . . .	$19,28 \pm 12,39$	$57 \pm 18,64$	$64,58 \pm 23,47$
Величина $\hat{A}QRS$ (в един. Ашмана)	$8,57 \pm 3,33$	$8,28 \pm 3,09$	$8,50 \pm 3,32$
Величина \hat{AT} (в един. Ашмана)	$8 \pm 3,75$	$6,87 \pm 2,99$	$5,70 \pm 3$
Сектор расположения \hat{G} (в градусах)	$+38,37 \pm 16,17$	$+32,4 \pm 15,16$ $-35 \pm 18,97$	$+38,33 \pm 19,72$ $-20 \pm 18,93$
Величина \hat{G} (в един. Ашмана)	$18,21 \pm 5,62$	$12,70 \pm 6,37$	$11,34 \pm 5,94$

стадии она отклоняется влево и в отдельных случаях располагается в отрицательном секторе. В третьей стадии расположение желудочкового градиента приближается к сектору первой стадии, но при этом учащаются случаи, когда градиент расположен в отрицательном секторе. По мере нарастания стадии болезни наблюдалось определенное увеличение угла $\hat{A}QRS-\hat{G}$. Этот угол колебался в больших пределах (от 0° до 145°), и градиент был чаще расположен справа от $\hat{A}QRS$.

Векторэлектрокардиографические данные указывают на перемещение вектора QRS влево и назад. Вектор T нередко принимает обратное направление — вправо и вперед. Угол QRS-T часто увеличивается и появляется вектор RS-T с направлением, параллельным вектору T. Означенные изменения несколько углубляются по мере нарастания болезни.

На векторкардиограмме (фиг. 3) часто наблюдаются изменения формы, контура и расположения петли QRS, увеличение угла QRS-T и расположение петли T вне пределов петли QRS, вплоть до появления полной дискордантности между ними. Трасса петли QRS довольно часто не меняется. Означенные изменения постепенно усиливаются по мере развития тяжести болезни. Такая стадийность хорошо выявляется со стороны главных показателей петли QRS (табл. 2).

Таблица 2

Компонент петли QRS	Стадия болезни		
	первая	вторая	третья
Сектор расположения (в градусах)	$+39,81 \pm 11,66$	$+33,52 \pm 12,33$	$+31,1 \pm 11,04$
Максимальный вектор (в см) . .	$1,95 \pm 0,79$	$2,13 \pm 0,87$	$2,63 \pm 1,04$
Максимальная ширина (в мм) . .	$5,13 \pm 3,76$	$7,59 \pm 3,98$	$9,20 \pm 5,01$
Площадь (в см ²)	$0,78 \pm 0,63$	$1,73 \pm 1,06$	$2,44 \pm 1,48$

Как видно из таблицы, по мере прогрессирования стадии болезни петля QRS постепенно поворачивается влево (следует еще иметь в виду, что в отмеченных средних величинах не приводятся случаи, особенно во второй или третьей стадии болезни, когда максимальный вектор петли QRS был

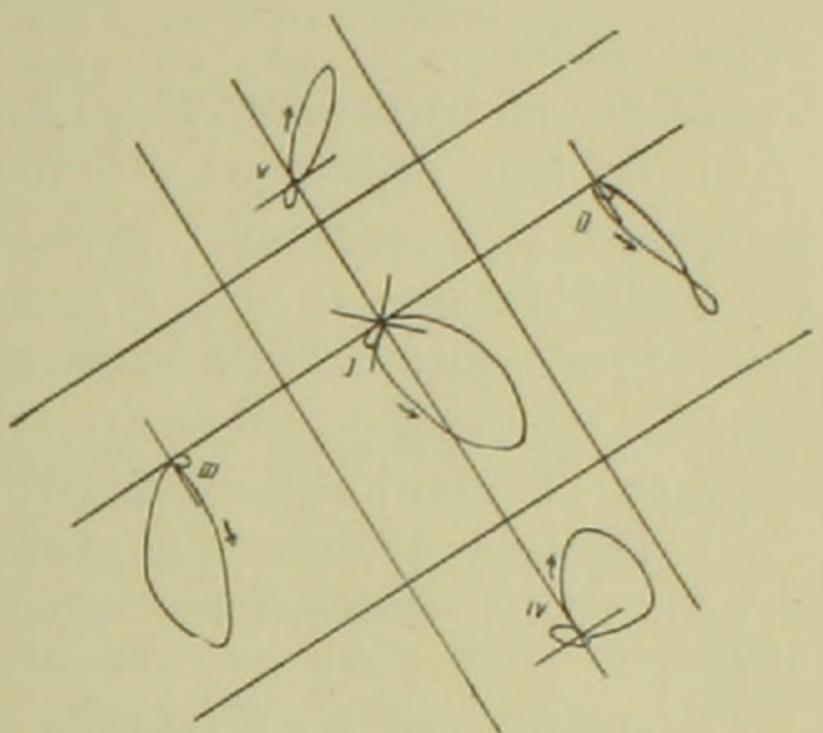
расположен на отрицательном секторе системы координат). Наряду с поворотом оси влево, отмечается постепенное увеличение максимального вектора, максимальной ширины и площади петли. При этом пространственное расположение петли ориентируется влево, вниз и назад; другое расположение встречается редко.

Картина желудочкового градиента дает важные сведения о характере патологически измененных зубцов Т. Полученные нами данные, в частности, в отношении угла $\angle QRS-T$ и величины градиента указывают на первичный характер изменений зубца Т при гипертонической болезни, т. е. эти изменения не обусловлены изменениями процесса деполяризации, они являются отражением диффузных патологических явлений в самом миокарде, в результате чего процесс реполяризации протекает не по нормальному механизму.

Постепенное уменьшение величины $\angle T$ обусловлено постепенным увеличением перенапряжения левого желудочка и ухудшением питания миокарда; об этом говорит и увеличение угла $\angle QRS-T$. Интересно, что при этом $\angle QRS$ увеличен в небольшой степени, но одинаково во всех стадиях болезни. Этот факт соответствует данным электрокардиографического исследования у этих же больных; гипертрофия левого желудочка у них была обнаружена начиная еще с первой же стадии болезни (II).

Синтез данных векторэлектрокардиографии и векторкардиографии указывает на то, что при гипертонической болезни постепенно увеличивается гипертрофия левого желудочка. Об этом свидетельствуют, в частности, данные угла $\angle QRS-T$, постепенное отклонение вектора QRS влево, увеличение параметров и площади петли QRS и пространственная ориентация ее влево, вниз и назад.

Повторные исследования в конце полного курса лечения выявляют небольшие изменения. Можно лишь отметить, что нередко уменьшается угол $\angle QRS-T$, иногда наблюдается определенное улучшение желудочкового градиента, векторкардиограммы и остальных показателей векторного разбора.



Фиг. 3. Векторкардиограмма у 6-го О. Г. гипертонической болезнью IIIa стадии. Петля QRS имеет форму эллипса в I и III проекциях; во II проекции имеется перекручивание. Петли замкнутые, контуры ровные; вращение луча в I и II проекциях против часовой стрелки, в III, IV и V проекциях по часовой стрелке. Петля Т в I, III, IV и V проекциях расположена вне пределов петли QRS . Количественные данные петли QRS в I проекции: сектор расположения 27° , величина максимального вектора 3,7 см, максимальная ширина 17 мм, площадь 4,15 см², угол $\angle QRS-T$ 76° . Петля QRS пространственно расположена влево вниз и назад. Электрокардиографическое заключение у данного больного: ритм синусовый, правильный, гипертрофия левого желудочка, изменения миокарда предсердий, некоторое нарушение питания миокарда.

Таким образом, векториальный метод анализа значительно дополняет данные обычного анализа электрокардиограммы в изучении сердечного механизма при гипертонической болезни. В этом отношении особенно ценное значение приобретает принцип синтеза данных ряда векториальных методов, который дает возможность обнаружить определенные закономерности. Такой способ оказался очень эффективным для изучения постепенности развития процессов гиперфункции сердца и явлений коронарной недостаточности.

Обобщая, можно сделать следующие выводы.

1. По мере нарастания стадии гипертонической болезни угол QRS-T увеличивается, величина $\dot{A}T$ уменьшается; $\dot{A}QRS$ одинаково увеличен в небольшой степени во всех стадиях болезни; меняется расположение и особенно величина желудочкового градиента; подробный анализ всех критериев желудочкового градиента определяет первичный характер изменений зубца T при гипертонической болезни.

2. По мере нарастания болезни вектор QRS ориентируется больше влево и назад; вектор T нередко приобретает противоположное направление.

3. Петля QRS часто деформирована, петля T расположена вне пределов QRS с увеличением угла между максимальными их векторами; по мере нарастания болезни увеличиваются максимальный вектор, максимальная ширина и площадь петли QRS, и она пространственно располагается влево, вниз и назад.

4. Векториальный метод анализа с применением методов определения всех показателей $\dot{A}T$, $\dot{A}QRS$, желудочкового градиента, векторэлектрокардиограммы и векторкардиограммы значительно дополняют данные обычного электрокардиографического разбора при изучении электрических сил сердца; при гипертонической болезни, в частности, этот метод значительно способствует выявлению динамики электрических процессов развития гипертрофии левого желудочка и коронарной недостаточности.

Институт кардиологии и сердечной хирургии
Академии наук Армянской ССР

Զ. Լ. ԴՈԼՍԻՋՅԱՆ

Սրտի էլեկտրական ուժերի վեկտորական ուսումնասիրությունը հիպերտոնիկ հիվանդության ժամանակ

Հիպերտոնիկ հիվանդությամբ տառապող 130 հիվանդի մոտ կատարված է սրտի էլեկտրական ուժերի վեկտորական վերլուծում: Այդ նպատակով բացի մանրամասն կլինիկական, լաբորատորային և էլեկտրոկարդիոլոգիական հետազոտությունից, ուսումնասիրված է QRS և T էլեկտրական առանցքները, փորձային դրադիենտը, տարածական վեկտորէլեկտրոկարդիոգրաման և վեկտորկարդիոգրաման:

Ատաջված տվյալները թույլ են տալիս կատարելու որոշ հետևություններ:

1. Հիպերտոնիկ հիվանդության զարգացման հետ զուգահեռ մեծանում է QRS-T անկյունը և $\dot{A}T$ -ի չափը. $\dot{A}QRS$ -ը հիվանդության բոլոր ստադիաներում հավասարաչափ է մեծացած, այն էլ ոչ մեծ չափերի. փոխվում է փորձային դրադիենտի դիրքը և հատկապես մեծությունը:

գրադիենտի բոլոր տվյալները ջույց են տալիս T ատամիկի փոփոխությունների առաջնային բնույթը:

2. Հիվանդության զարգացման հետ զուգահեռ QRS վեկտորը ուղղվում է ավելի ձախ և ևտ. T վեկտորը հաճախ բնդունում է հակառակ ուղղություն:

3. QRS օղակը հաճախ ձևափոխված է, T օղակը տեղափոխված է QRS օղակի սահմաններից դուրս և նրանց մաքսիմալ վեկտորների միջև եղած անկյունը մեծացած է. հիվանդության զարգացման հետ զուգահեռ մեծանում է QRS օղակի մաքսիմալ վեկտորը, մաքսիմալ լայնությունը, մակերեսը և նա տարածության մեջ տեղադրվում է դեպի ձախ, ցած և ետ:

4. Վեկտորական վերլուծումը զգալիորին լրացնում է սովորական էլեկտրոկարդիոգրաֆիական վերլուծման տվյալները. հիսլերտոնիկ հիվանդության ժամանակ նման մոտեցումը նպաստում է հայտնաբերելու ձախ փորոքի գերածի և պսակաձև անբավարարության զարգացման աստիճանականությունը:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ В. Эйнтховен, Г. Фар и А. де Ваарт, Arch. f. d. ges. Physiol. 150: 275, 1913.
² Г. Манн, Arch. Int. Med. 25: 497, 1937. ³ Ф. Шеллонг, С. Геллер и Е. Швингел, Ztschr. f. Kreislauforsch. 29: 497, 1937. ⁴ Ф. Н. Вильсон и Ф. Д. Джонстон, Am. Heart J. 16: 497, 1938. ⁵ И. Т. Акулиничев, Практические вопросы векторкардиоскопии, М., 1960. ⁶ З. Л. Долабчян, Тез. докл. 5-й кардиолог. конф., Кисловодск, 1961, 43-44. ⁷ R. P. Grant, Clinical Electrocardiography. The Spatial Vector Approach. McGraw-Hill Book Co., New-York, 1957. ⁸ Е. Л. Кушинский, Тер. арх., 1959, 7, 61-69. ⁹ R. P. Grant and E. H. Estes, Spatial Vector Electrocardiography, The Blakiston Division, 1951. ¹⁰ J. W. Hurst and G. C. Woodson, Atlas of Spatial Vector Electrocardiography, The Blakiston Co., 1952. ¹¹ З. Л. Долабчян, Журнал экспер. и клин. мед., Ереван, 1962, 3, 49-56.

