

Нормальна просторова векторкардіограма у лабораторних тварин (собак, кішок, кроликів) і методика її запису¹

М. Є. Квітницький

Лабораторія фізіології кровообігу Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ; Інститут отоларингології, Київ

Векторкардіографія (ВКГ) є порівняно новим сучасним методом дослідження біострумів міокарда, за допомогою якого можна вивчити просторову динаміку електричного поля серця. Як показали опубліковані останнім часом праці [1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12], метод ВКГ має деякі переваги над звичайною електрокардіографією і багато в чому доповнює її, зокрема, він робить можливою більш ранню діагностику функціональної патології міокарда і коронарного кровообігу, більш тонку топічну діагностику вогнищевих уражень і дифузних змін міокарда, гіпертрофії шлуночків серця тощо. Проте метод просторової векторкардіографії досі як слід не вивчений і все ще залишається об'єктом дослідження.

Якщо свого часу розвиткові клінічної електрокардіографії багато в чому сприяли експериментальні дослідження, то ВКГ-дослідження провадяться переважно в клініці. Експериментальні праці з цього питання поодинокі [9], причому питання методики запису і нормативів ВКГ у експериментальних тварин в літературі не висвітлені.

В нашій праці наведені результати вивчення нормальних варіацій елементів ВКГ у собак, кішок і кроликів.

Методика досліджень

ВКГ записували в різному положенні (на спині, животі) і стані (із застосуванням наркозу та без нього) лабораторних тварин. Запис провадили за триплощинною ортогональною прекардіальною системою І. Т. Акуліничева (на триканальному векторкардіоскопі ВЕКС-3) і за системою Донзело і Миловановича на триканальному апараті Visocard-multivector.

При реєстрації ВКГ за системою Акуліничева електроди вводять під шкіру усіх чотирьох кінцівок і в такі точки на грудній клітці: в позиції запису грудних однополюсних відведень V_2 і V_5 , праворуч біля мечовидного відростка і ззаду в точці, навпроти грудної позиції V_2 . Полярність підключення відведень додержували таку саму, як і при записуванні ВКГ у людини.

При записуванні за ортогональною триплощинною системою Донзело і Миловановича електроди накладали в точках C_2 , C_6 і LF . В трьох інших — проводи підводили до спеціальних гнізд на апараті, якщо застосовували однополюсні відведення; при застосуванні двополюсних відведень, крім відзначених трьох точок, до яких підводили проводи з позитивною полярністю, електроди накладали також у діаметрально протилежні три точки (рис. 1). ВКГ у собак записували в стоячому стані в станку, без наркозу або в лежачому стані на спині (без наркозу і під наркозом — морфінно-хлоралозним або нембуталовим). ВКГ у кішок записували лише під наркозом (нембуталовим

¹ Доповідь на науковій конференції Інституту отоларингології 16.III 1963 р.

або гексеналовим). У кроликів ВКГ записували без застосування наркозу; тварин (кроликів і кішок) фіксували в станку на спині.

Ми вивчали ВКГ у 36 собак, 25 кішок і 64 кроликів. Запис ВКГ у тієї самої тварини багаторазово повторювали. Місця вколювання електродів при динамічних дослідженнях вистригали і позначали спеціальним маркуванням.

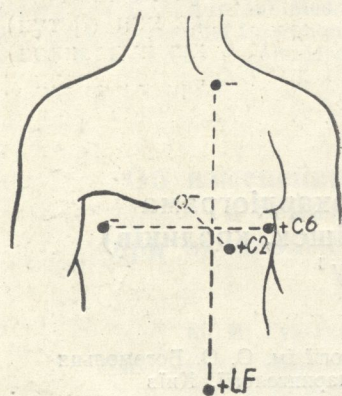


Рис. 1. Схема накладання електродів при реєстрації ВКГ за методикою Донзело і Миловановича.

ВКГ у собак записували при $1\text{ мв} = 10\text{ мм}$ (за Акуліничевим) і при $1\text{ мв} = 5\text{ мм}$ (за Донзело і Миловановичем), а у кішок і кроликів при $1\text{ мв} = 20\text{ мм}$ (за обома методиками). Крім ВКГ, у всіх тварин реєстрували ЕКГ в стандартних, посиленних однополюсних відведеннях від кінцівок за Гольдбергом і грудних однополюсних відведеннях (в трьох позиціях грудного електрода — V_1, V_2, V_3) за Вільсоном.

Криві ВКГ вивчали в такому порядку: форма і величина петель P, QRS і T , їх взаєморозташування, площа петель QRS і T (планіметрично), величина і напрямок головних (максимальних) векторів QRS і T , кут їх розходження (кут β), напрям руху променя (за розгорткою кривих), швидкість формування петлі QRS (за частотою відміток часу). Відзначені вимірювання провадили в прямокутній системі координат з відповідною полярністю.

Результати оброблені за правилами варіаційної статистики.

Результати досліджень

Аналіз одержаних векторкардіограм показав, що форма петлі QRS (А)¹ у лабораторних тварин була варіабільною; найчастіше вона мала вигляд вузького подовженого еліпса, плоско-витягнутої форми, переважно у кроликів і кішок і, в основному, в III проекції (рис. 2). В I і, особливо, в II проекції петля QRS була широкою, листовидною або округлою і часто, особливо у собак, наближалась до форми, спостережуваної у людини. На відміну від нормальної ВКГ людини, у лабораторних тварин, найчастіше у кроликів, рідше у кішок і ще рідше у собак відзначалась звивиста траса променя петлі QRS , форма «вісімки» (в III проекції), великі додаткові полюси (особливо часто кінцеве і дещо рідше початкове відхилення). Це необхідно мати на увазі при вивченні ВКГ-характеристики гіпертрофії відділів серця в експерименті.

Такий характер петлі QRS у векторкардіограмі лабораторних тварин (вона близька за своїм виглядом до ВКГ, записаних у новонароджених і маленьких дітей) почасти пояснюється особливостями гістоархітекtonіки міокарда тварин; водночас це залежить від методики записування ВКГ: петлі ВКГ, одержані за методикою Донзело і Миловановича, а почасти і Акуліничева, навіть у людей розташовані горизонтальніше і значно витягнуті спереду назад, що пояснюється надто близьким розташуванням електрода передньо-заднього компонента (V_2) до серця та його більшим потенціалом порівняно з іншими (Донзело, Милованович, Регнієр, Такарді, Сисоев).

ВКГ (ДМ) завжди розташована у тварин горизонтальніше і більше звернута ліворуч, ніж ВКГ (А). Форма і величина петлі QRS певною мірою змінювалась при переході тварини із стоячого положення в лежаче (рис. 2) у відповідності з фазами дихання, тому слід записувати не менше п'яти-шести кадрів. При повторних дослідженнях у здорових тварин, якщо місця прикріплення електродів були такими ж са-

мими, характер ВКГ змінювався. Незамкнені петлі ВКГ у нормальних здобували форму вузького, іноді була не спостерігали.

Петля T , як правило, мала форму вузького, іноді була не спостерігали.

Петля P , зазвичай, мала погано диференційовану форму, щої її диференціювання спеціальними підсилювачів до кардіографів.

Швидкість формування петлі QRS , визначена за часом, була майже однаковою в середній частині петлі, іноді також в початковій частині.

У векторкардіограмі правило, у лабораторних тварин, у напрямку руху променя петлі QRS виступає проти стрілки годинника в III площині і в стрілках годинника в I і II площинах, де в поодиножних проекціях значено обертає стрілку годинника. У векторкардіограмі в горизонтальній проекції промінь завжди рухається в напрямку стрілки, в стрілках годинника в III площині — як за стрілками. У деяких тварин при вузькій довгастій петлі QRS зміні положення променя руху променя у собаки Пушка відзначено рух стрілки годинника за стрілкою годинника.

Дуже важливо, що ВКГ є взаємороз'язковими з T . Найчастіше

Рис. 2. ВКГ лабораторних тварин, записані за методикою Акуліничева.

а — собаки Лайка в лежачому стані; б — кішки (1 мв = 20 мм).

в середині петлі QRS її частину. В чотирьох проекціях і Миловановичем відзначався вихід петлі

¹ В дальшому для скорочення елементи ВКГ при записуванні за методикою Акуліничева позначатимуться літерою А, а за Донзело і Миловановичем — літерами ДМ.

мими, характер ВКГ майже не змінювався. Незамкненості петлі *QRS* у нормальних здорових тварин ми не спостерігали.

Петля *T*, як правило, мала форму вузького, подовженого еліпса, іноді була неправильної форми.

Петля *P*, за нашою методикою, погано диференціювалась. Для кращої її диференціації необхідне застосування спеціальних додаткових підсилювачів до звичайних векторкардіографів.

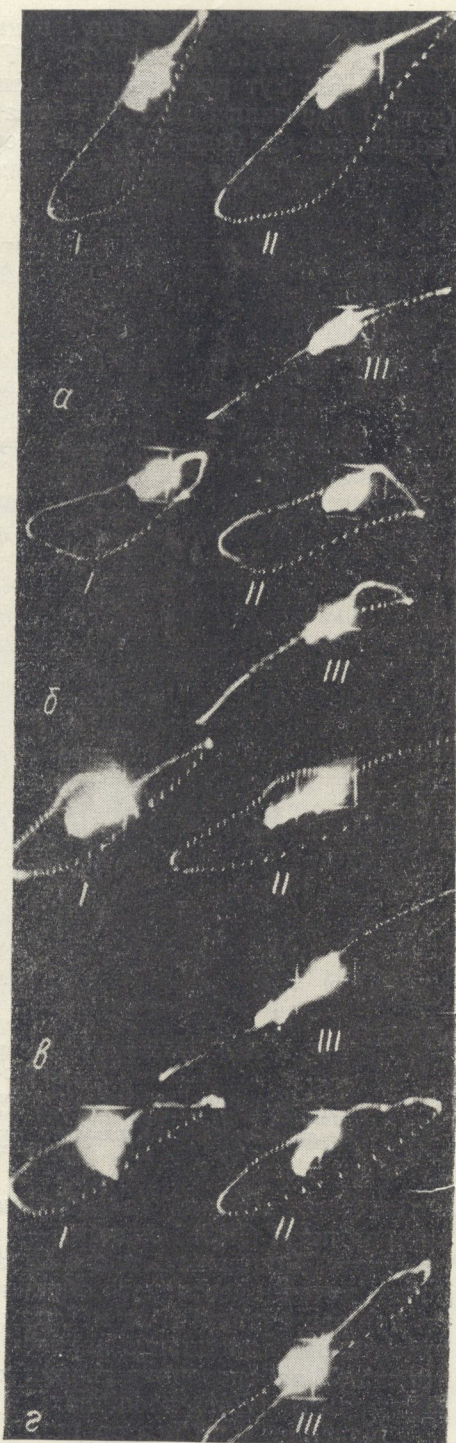
Швидкість формування петлі *QRS*, визначена за частотою відміток часу, була максимальною переважно в середній частині цієї петлі, іноді також у її кінцевій або початковій частині.

У векторкардіограмі *A*, як правило, у лабораторних тварин напрямок руху променя здійснюється проти стрілки годинника в III площині і найчастіше проти стрілки годинника в I і II площинах, де в поодиноких випадках відзначено обертання за стрілкою годинника. У векторкардіограмі *DM* в горизонтальній площині промінь завжди рухається проти годинникової стрілки, в сагітальній — за стрілкою годинника, у фронтальній площині — як за, так і проти цієї стрілки. У деяких тварин, особливо при вузькій довгій петлі *QRS*, при зміні положення змінювався напрямок руху променя (наприклад, у собаки Пушка в лежачому стані відзначено рух променя проти стрілки годинника, а в стоячому — за стрілкою годинника).

Дуже важливим показником ВКГ є взаєморозподіл петель *QRS* і *T*. Найчастіше петля *T* була

Рис. 2. ВКГ лабораторних тварин, записані за методикою Акуліничева:

a — собаки Лайки в стоячому і *б* — в лежачому стані (1 мв=10 мм); *в* — кішки (1 мв=20 мм); *г* — кролика (1 мв=20 мм).



всередині петлі *QRS* або нашаровувалась на кінцеву (або початкову) її частину. В чотирьох випадках (при записуванні ВКГ за Донзело і Миловановичем) і в трьох випадках (за Акуліничевим) відзначався вихід петлі *T* за межі петлі *QRS* в одній або в двох площинах.

Слід, проте, відзначити, що і в цих випадках кут розходження максимальних векторів петель QRS і T не перевищував $20-30^\circ$.

Взагалі кут розходження максимальних векторів петель QRS і T (кут β) при записі ВКГ за обома методиками не перевищував $28-30^\circ$ (коливання від 0 до 30°). Ми звертали увагу також на величину кута β , позначаючи його знаком $+$ (плюс), якщо максимальний вектор петлі

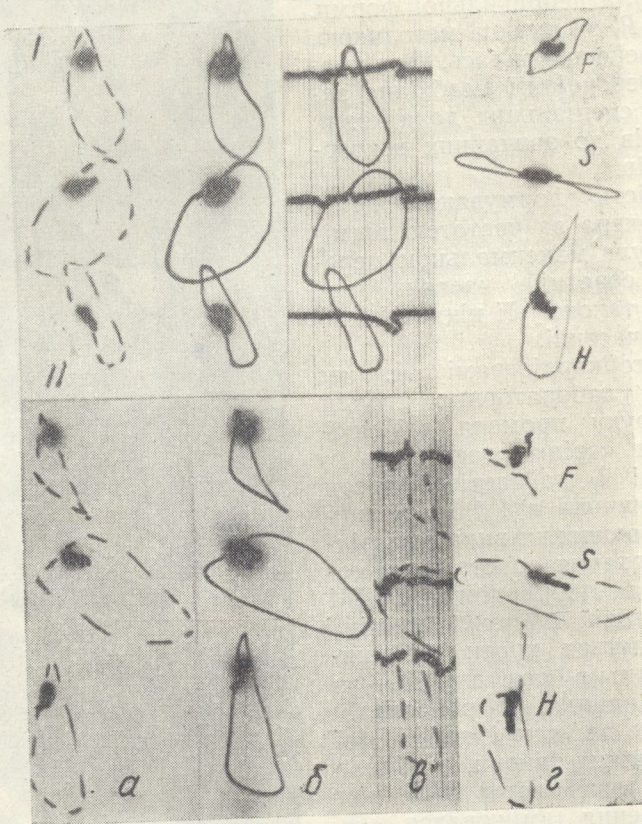


Рис. 3. ВКГ лабораторних тварин, записані за методикою Донзело і Миловановича:

I, a — у собаки Каштана в стоячому положенні — з відміткою часу; *б* — без відмітки часу; *в* — при розгортці кривих; *г* — кролика. *II, a* — собаки Пірата в стоячому положенні з відміткою часу; *б* — без відмітки часу, *в* — при розгортці кривих, *г* — кішки.

T був розташований за стрілкою годинника далі від максимального вектора петлі QRS , і знаком $-$ (мінус), якщо їх взаємовідношення було іншим. Доцільність цього була доведена нами ще в 1952 р. при вивченні методів векторного оброблення ЕКГ. У векторкардіограмі людини при записуванні її за методом куба [8, 11] кут β у фронтальній і горизонтальній площинах найчастіше позитивний, в сагітальній — негативний. У лабораторних тварин кут β найчастіше негативний в I (А) і фронтальній (ДМ) площинах.

Максимальний вектор петлі QRS (А) розташований в I площині в секторі від 110 до 178° , в II площині — в секторі від 103 до 174° , в III площині — в секторі від 108 до 170° .

Максимальний вектор петлі QRS (ДМ) розташований у фронтальній площині в секторі від 12 до 108° , в сагітальній площині — в секторі від 13 до 70° , в горизонтальній — від 20 до 110° .

Отже, петля ВКГ (А) більш (ДМ) більш горі у тварин часто мо причому спрямова

Якщо тварина рот петлі QRS лі

Петля T май петлі QRS ; промі QRS ; напрямом м прямку максимал редньої електрич теризують межі с T в різних площ

Ми вимірюва тель QRS і T . Ц площі петель (с тора петлі QRS ша за величину рази.

Істотний інте що площа найпо

Площа петлі рин в межах від III площині від площині була в $0,1$ до $3,6 \text{ см}^2$, в ренційовані і ста дені в таблиці. I му в три-чотири

1. Акулиничев
2. Быков И. И.,
3. Квитницький
4. Кечкер М. И.
5. Кянджунце
6. Сысоев В. Ф.
7. Тартаковск
8. Юрасов В. п. 113.
9. Voineau J.
10. Duchosal P.
11. Nowit G. La
12. Wenger R. K

Отже, петля *QRS* у лабораторних тварин розташована при записі ВКГ (*A*) більш вентрально, каудально і праворуч; при записі ВКГ (*DM*) більш горизонтально, каудально і ліворуч. Слід відзначити, що у тварин часто можна виділити по два і більше максимальних вектора, причому спрямовані вони взаємно протилежно (особливо у кроликів).

Якщо тварина лежить на спині, то у неї часто відзначається поворот петлі *QRS* ліворуч і дорзально.

Петля *T* майже завжди була спрямована в бік початкової частини петлі *QRS*; промінь описував її в тому самому напрямку, що і петлю *QRS*; напрямок максимального вектора петлі *T* був близьким до напрямку максимального вектора петлі *QRS*; залежав від напрямку середньої електричної осі серця, корелюючи з нею. Показники, що характеризують межі секторів, в яких розташовані максимальні вектори петлі *T* в різних площинах, наведені в таблиці.

Ми вимірювали також лінійні величини максимальних векторів петель *QRS* і *T*. Ці величини виявились досить значними при невеликій площі петель («вузькі» петлі ВКГ). Величина максимального вектора петлі *QRS* у всіх трьох площинах (за обома методиками) більша за величину максимального вектора в середньому в три-чотири рази.

Істотний інтерес становить визначення площі петель *QRS* і *T*, тому що площа найповніше характеризує петлю незалежно від її форми.

Площа петлі *QRS* (*A*) в I площині коливалась у лабораторних тварин в межах від 0,6 до 14,7 см², в II площині — від 0,4 до 18,8 см², в III площині від 0,4 до 11,8 см². Площа петлі *QRS* (*DM*) у фронтальній площині була в межах від 0,1 до 2,2 см², в сагітальній площині — від 0,1 до 3,6 см², в горизонтальній — від 0,2 до 6,0 см². Докладніші, диференційовані і статистично оброблені показники площ петель ВКГ наведені в таблиці. Площа петлі *QRS* більша за площу петлі *T* в середньому в три-чотири рази (з дуже великими варіаціями).

ЛІТЕРАТУРА

1. Акулиничев И. Т., Практические вопросы векторкардиоскопии, М., 1960.
2. Быков И. И., Клин. мед., 8, 1958, с. 81.
3. Квитницкий М. Е., Врач. дело, 10, 1952, с. 953.
4. Кечкер М. И., Шургая Ш. И., Клин. мед., 8, 1958, с. 87.
5. Кянджунцева Э. А., Маколкин В. И., Терап. арх., 3, 1958, с. 39.
6. Сысоев В. Ф., в кн. «Вопросы ревматизма и болезней суставов», М., 1959, с. 12.
7. Тартаковский С. Б., Труды I Всерос. съезда терапевтов, М., 1960.
8. Юрасов В. С., Булычев В. В., Прейгер В. П., Cor et Vasa, 4(2), 1962, п. 113.
9. Boineau J. P., Spach M. S., Harris J. S., Amer. H. J., 60, 1960, p. 924.
10. Duchosal P. W., Amer. H. J., 56, 1958, p. I.
11. Howit G., Lawrie, Brit. H. J., 22, 1960, p. 61.
12. Wenger R., Klin. Vectorcardiographie. Darmstadt, 1956.

Надійшла до редакції
19.VI 1963 р.

Нормальная пространственная векторкардиограмма у лабораторных животных (собак, кошек, кроликов) и методика её записи

М. Е. Квитницький

Лаборатория физиологии кровообращения Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев; Институт отоларингологии, Киев

Резюме

В работе приведены результаты изучения нормальных вариаций элементов ВКГ у 36 собак, 20 кошек и 64 кроликов. Запись ВКГ производилась в различных положениях и состояниях животных. ВКГ записывалась по трехплоскостным системам Акулиничева, Донзело и Миловановича на аппаратах ВЭКС-3 и Visocard-multivector. У одних и тех же животных запись ВКГ проводилась многократно.

В работе приводятся наиболее характерные кривые, встречающиеся у лабораторных животных.

Запись вполне отчетливых кривых ВКГ у лабораторных животных возможна и весьма целесообразна. Наиболее близка к ВКГ человека векторкардиограмма собаки. Более отчетливы элементы ВКГ при записи кривой в положении животного стоя в станке.

Normal Spatial Vectorcardiogram in Laboratory Animals (Dogs, Cats, Rabbits) and Its Recording Procedure

М. Е. Kvitnitsky

Laboratory of circulatory physiology of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

The results are presented of a study of the normal variations of vectorcardiogram (VCG) elements in 36 dogs, 20 cats and 64 rabbits. VCG recording was carried out at various positions and states of the animals. The VCG was recorded by means of the three-plane system of Akulichev, Donzelo and Milovanovich on VEKS-3 and Visocard-multivector apparatuses. VCG recording was carried out several time on the same animals.

The most typical curves encountered in laboratory animals are presented in the paper.

Recording of quite distinct VCG curves in laboratory animals is possible and very expedient. The dog VCG is closest to that of man. The VCG elements are most distinct on recording the curve with the animal standing.

Характер з

Лабораторія

Стискання ас
ті, так і в клініці
інших судин, Де
1963, та ін.).

Встановлено,
10—60 хв можуть
органів. Природу
так званої «пері
головною причин
цівок і тазових
«Являється ли пер
безопасным вмер
згаданих поруше
теорія виникненн

Праці фізіоло
канню нових під
при стисканні ас
В. Ю. Первушин

Як правило,
були локалізовані
вузлів, які знахо
ного мозку. Як
ється поздовжні
rior) та попереч
стисканні черевн
ві по поздовжні
стискання аорти
(1953), при пере
ся виявити морф
на рівні її триф
мальне, а між т
змінюється.

На думку Г
рефлекторних ре
ти, залежать від
шелева зареєстр
них волокнах, я
більшість дослід
звертали увагу н
ня стискання, т