

TADEUSZ PETELEZ, STANISŁAW KOSMIDER

ELEKTROKARDIOGRAM KRÓLIKA

Z II Kliniki Chorób Wewnętrznych Śl. A. M. w Zabrze-Rokitnicy
Kierownik: prof. dr W. Zahorski

W toku badania wpływu ostrego zatrucia ołowiem oraz wpływu promieni X na narząd krążenia królika wyłoniła się konieczność ustalenia dokładnych norm elektrokardiograficznych. W literaturze są opisane ogólnie normogramy dla ssaków (*Marek, Mocsy*) i szczegółowo u psów (*Bober, Nagórski, Montemagno* i wsp.), szczurów (*Sysa, Herman*) i kótów (*Wendt*). Elektrokardiogram u królików omawia dostępne nam piśmiennictwo mało wyczerpująco. *Holand* i *Burn* przytaczają obraz migotania przedsionków wyosobnionego serca królika. *Hervonen* omawia w takim samym doświadczeniu wpływ temperatury i elektrolitów na obraz krzywej elektrokardiograficznej. Badania *Chabinki* i wsp. analizowały fragmentarycznie dane z elektrokardiogramów królików. *Mroziński* i *Woźniawska* przeprowadzali badania elektrokardiograficzne królików celem stwierdzenia wpływu hipotermii doświadczalnej na organizm. *Zuckerman* podaje także kąt nachylenia wektorów okresu depolaryzacji i repolaryzacji komór w elektrokardiogramie królika. *Lepeschkin* w swojej monografii przytacza dość dokładnie niektóre normy elektrokardiograficzne u królika, lecz nie wystarczające do wykrywania wszystkich zmian patologicznych w mięśniu sercowym. *Slapak* i *Hermanek* podkreślają konieczność badania elektrokardiograficznego królików, które mają być poddane doświadczeniom kardiologicznym. Stwierdzili oni bowiem u klinicznie zdrowych królików patologiczne krzywe elektrokardiograficzne, których przyczyną było samoistne śródmiąższowe zapalenie mięśnia sercowego potwierdzone badaniem histopatologicznym.

Autorzy ci opisują przedłużenie czasu trwania zespołu QRS, obniżenie odcinka ST, spłaszczenie i odwrócenie załamka T, nie podają oni jednak jak i inni wymienieni autorzy norm elektrokardiograficznych. Z tych względów przeprowadziliśmy własną serię badań elektrokardiograficznych zdrowych królików przed rozpoczęciem doświadczeń.

METODYKA

Przeprowadziliśmy 89 badań elektrokardiograficznych u 47 królików rasy mieszanej, obu płci, pochodzących z zakupu, wagi od 2,5 do 3,5 kg. Elektrody wkłuwaliśmy pod skórę w narkozie ewipanowej, w ułożeniu na prawym boku, przy uziemieniu naskórnym z prawego podudzia. Podawaliśmy do żyły brzeżnej ucha przeciętnie 30 mg ewipanu na 1 kg wagi ciała. W doświadczeniu posługiwaliśmy się aparatem elektrokardiograficznym pięciokanałowym typu „Clinic” notującym równocześnie trzy odprowadzenia, w którym przy 1 mV na wejściu wzmacnialiśmy napięcie wyjściowe w zakresie odpowiadającym od 5 do 20 mm na krzywej elektrokardiograficznej. Wartości napięcia załameków przeliczaliśmy na 1 mV = 10 mm.

U każdego królika wykonywaliśmy odprowadzenia dwubiegunowe kończynowe I, II, III, oraz odprowadzenia jednobiegunowe z klatki piersiowej przy użyciu elektrody Wilsona nazwane przez nas V_2 , V_6 , V_8 . Elektrody dla odprowadzeń I, II, III wkłuwaliśmy po zewnętrznej stronie obu ramion oraz lewego uda. Miejsca wkłucia elektrod dla odprowadzeń jednobiegunowych nazwanych V_2 , V_6 , V_8 nie odpowiadają ściśle tym samym u człowieka, gdyż leżą niżej w stosunku do serca. Określiśmy je tak celem łatwiejszego wyobrażenia sobie ich położenia na klatce piersiowej. Punkty te ustaliliśmy następująco: V_2 — 1 palec na lewo od mostka na wysokości 1 palca powyżej szczytu kąta żebrowego. V_6 — cztery palce powyżej brzegu lewego łuku żebrowego w linii przebiegającej przez górno-zewnętrzny kąt łopatki lewej. V_8 — 1 palec na lewo od linii kręgosłupowej i tuż poniżej górno-środkowego kąta łopatki lewej.

WYNIKI

Wykonaliśmy badania elektrokardiograficzne 47 królików. U 41 królików stwierdziliśmy podobne krzywe elektrokardiograficzne i na nich oparliśmy normy. Odrzuciliśmy elektrokardiogramy 6 królików, gdyż różniły się wyraźnie od pozostałych. Prawidłowy elektrokardiogram królika ma następujące cechy (ryc. 1 i ryc. 3).

W krzywej elektrokardiograficznej analogicznie jak u ludzi wyróżniamy załamki P, Q, R, S, T.

Rytm podstawowy we wszystkich przypadkach był zatokowy, miarowy, o częstotliwości od 200 do 330 skurczów na minutę, z czego połowa w granicach od 275 do 300 uderzeń na minutę.

Załamek P: czas trwania od 0,02 do 0,04 sek., napięcie od śladu załamka do 0,15 mV, kierunek wychyleń I i II we wszystkich przypadkach dodatni, III, V_2 , V_6 w większości elektrokardiogramów (3/4) dodatni, V_8 głównie ujemny.

Ós elektryczna załameków przedsionkowych (ÅP) waha się od $+10^\circ$ do $\pm 80^\circ$. Odchylenia powyżej i poniżej wykraczają poza granice normy, o ile nie jest to następstwem pionowego lub poziomego ułożenia serca, co idzie w parze z równoczesnym wysokim lub niskim kątem ÅQRS; ÅT przy prawidłowym gradiencie komorowym (ryc. 2).

Odstęp PQ: czas trwania od 0,05 do 0,08 sek. (najczęściej 0,06 sek.).

Odstęp QT: wykazuje czas trwania od 0,12 do 0,16 sek. Jest on odwrotnie proporcjonalny do szybkości akcji serca. Zależność tę wyraża wzór Bazetta oraz Hegglicha i Holzmann (Kwoczyński, Zuckermann).

Na podstawie naszych obliczeń stała K równa się 0,304, jest więc niższa niż u człowieka, a granica odchyłeń wynosi $\pm 0,01$. A zatem w elektrokardiogramie królika odstęp $QT = K\sqrt{R-R} \pm 0,01$. Zespoły QRS: czas trwania od 0,02 sek. do 0,03 sek. Napięcie I i II od 0,25 mV do 1,1 mV, III od 0,25 mV do 0,8 mV (na ogół niskie). Minimalna suma wychyleń: $I + II + III = 1,0$ mV. Kształt: w I i II najczęściej typ „qRs”, a także typy „qR”, „Rs” w III najczęściej typ „rs”. W odprowadzeniach przedsercowych amplituda napięć waha się od 0,2 mV do 1,5 mV. W 3/4 przypadków V_2 i V_6 zbliżone są do odprowadzeń, które u człowieka obejmujemy określeniem odprowadzeń o charakterze lewokomorowym, zaś V_8 ma charakter prawokomorowy. W pozostałej 1/4 elektrokardiogramów V_2 , V_6 i V_8 są niecharakterystyczne dla lewej lub prawej komory, mają charakter przejściowy.

Odcinek ST: W związku z szybką akcją serca może być niewyraźny, krótki, łączy się zwykle z ramieniem bliższym T, często skośny, miseczkowato wklęsły. Na ogół w linii izoelektrycznej, od której odchyła się ku górze o nie więcej niż 0,1 mV i ku dołowi nie więcej niż 0,05 mV. Podobnie zachowuje się punkt J.

Załamek T: czas trwania 0,06 sek. do 0,09 sek. (najczęściej 0,08 sek.).

Napięcie: I, II od 0,05 mV do 0,4 mV; III, V_2 , V_6 , V_8 ślad do 0,6 mV.

Kierunek: I, II i V_2 są zawsze dodatnie, III dodatni lub ujemny, V_6 w większości dodatni, lecz może być ujemny lub równy 0, V_8 zawsze ujemny.

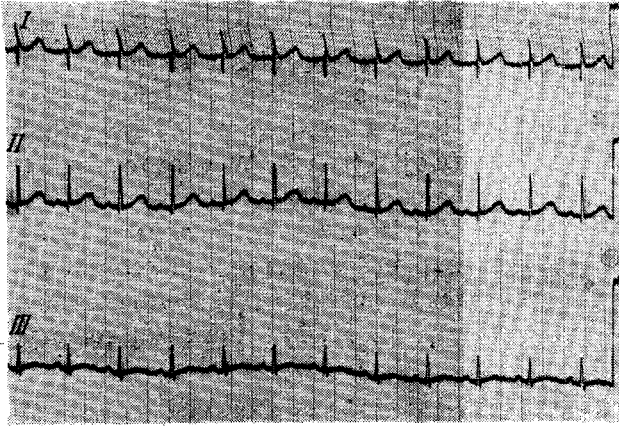
Kształt: na ogół symetryczne, czasami ramię bliższe mniej strome na skutek zlewania się z ST. W pojedynczych odprowadzeniach pojawiło się na szczycie „plateau” do 0,03 sek.

Kąt wychylenia chwilowej osi elektrycznej: w większości przypadków (ponad 3/4) ustawienie pośrednie w granicach od $+10^\circ$ do $+60^\circ$, maksymalne wychylenie w lewo do -15° , w prawo do $+100^\circ$ (ryc. 2).

Gradient komorowy: ma wartość 5—20 mikrovoltosekund (mVs), kąt waha się w granicach od -15° do $+85^\circ$, z zastrzeżeniem, że dla wartości ponad $+65^\circ$ i poniżej -5° wartości kąta gradientu można uznać za fizjologiczne o ile w granicach normy jest wartość i kąt odchylenia gradientu, a zatem jest to wynikiem tylko ułożenia osi serca. AQRST odchyła się AQRS w 2/3 przypadków w lewo maksymalnie do kąta 60° , w 1/3 przypadków w prawo maksymalnie do kąta 40° .

Oznaczenie wartości kąta gradientu komorowego oraz jego odchylenia w elektrokardiogramie królika jest trudne ze względu na krótki czas trwania zespołu QRS. Dlatego, aby nie obliczać w każdym przypadku gradientu

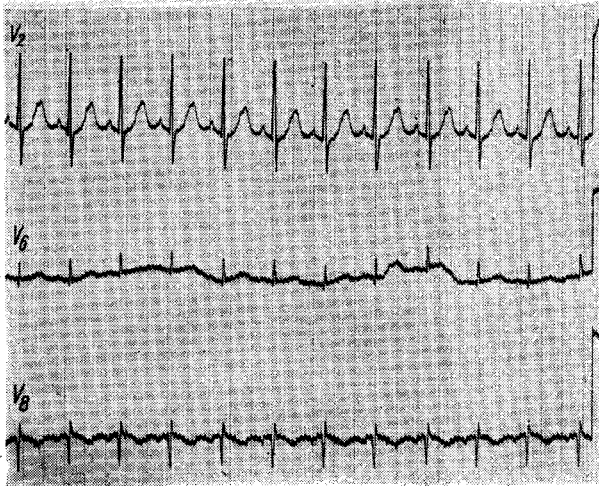
komorowego opracowaliśmy prócz $\dot{A}QRS$ też zakres wychylenia chwilowej osi elektrycznej dla załamków okresu repolaryzacji komór, tzn. \dot{AT} , który waha się najczęściej w granicach od 0° do $+60^\circ$ i maksymalnie w lewo do -10° , w prawo do $+80^\circ$ (ryc. 2).



Ryc. 1 a.

Ryc. 1. Elektrokardiogram zdrowego królika nr 21. A — odprowadzenia kończynowe dwubiegunowe I, II, III. B — odprowadzenia przedsercowe jednobiegunowe V_2 , V_6 , V_8 .

Fig. 1. Elektrokardiogram of healthy rabbit, No. 21. A — the bipolar limb leads I, II, and III. B — the unipolar chest leads V_2 , V_6 , and V_8 .

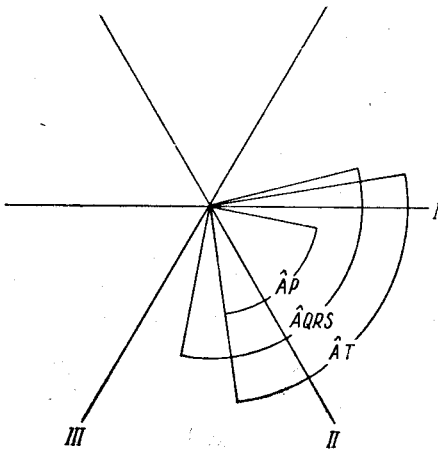


Ryc. 1 b.

Aby stwierdzić w jakim stopniu układ wegetatywny wpływa na kształtowanie się krzywej elektrokardiograficznej, przeprowadziliśmy próby: ergotaminową, atropinową i adrenalinową. Pod wpływem atropiny (0,5 mg)

nie stwierdziliśmy odchyień od normy. Po ergotaminie (ergotaminum tartaricum 0,5 mg) wystąpiło wyraźne zwolnienie akcji serca z proporcjonalnym wydłużeniem odstępu QT oraz zaostrenie i podwyższenie załameków T.

Po adrenalinie (0,1 mg) wystąpiło u jednego z królików w momencie podawania zwolnienia akcji serca, a następnie zupełna niemiarowość wywołana salwami skurczów dodatkowych węzłowych oraz lewo- i prawokomorowych. Po 3 minutach pojawiał się często skurcz około 400 uderzeń



Ryc. 2. Zakres wychylenia kątów chwilowych osi elektrycznych przedsionków (AP), i komór (A Q R S) oraz repolaryzacji komór (AT).

Fig. 2. The angles of the vectors of heart muscle depolarization and repolarization periods.

na minutę pochodzenia węzłowego. Jednak elektrokardiogram tego królika przed podaniem adrenaliny wykonany, wykazywał odchylenia od normy.

Na 47 badanych królików u 41 stwierdziliśmy obrazy elektrokardiograficzne mieszczące się w granicach podanych przez nas norm. Sześć królików (co stanowiło niecałe 13%) wykazywało wyraźne odchylenia od normy, które oceniliśmy jako cechy świadczące o uszkodzeniu mięśnia sercowego. Wykonane badanie histopatologiczne wykazało zmiany o charakterze zapalenia z przewagą zmian uszkadzających, co będzie przedmiotem późniejszego doniesienia.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionego materiału można stwierdzić, że krzywe elektrokardiograficzne królików cechują się dużą stałością i przez to nadają się bardzo dobrze do prowadzenia doświadczeń nad układem krążenia. W porównaniu z elektrokardiogramami psów są łatwiejsze do tłumaczenia ze względu na dużą stałość obrazu krzywej w okresie repola-

ryzacji komór. Podobnie, mają większą wartość w porównaniu z elektrokardiogramami szczurów u których załamki są naszym zdaniem zbyt mało zróżnicowane. Jedyną ujemną stroną badań naczyniowo-sercowych u królików jest stwierdzana w naszym materiale duża ilość wykrywania elektrokardiograficznie (w 13%) królików wykazujących zmiany w mięśniu sercowym. Być może jest to uzależnione od diety, przeżytych chorób, czy warunków bytowych zwierząt. Przed każdym zatem doświadczeniem dotyczącym układu naczyniowo-sercowego u królików, należy wykonywać badania elektrokardiograficzne celem wyeliminowania zwierząt ze zmianami w mięśniu sercowym.

T. Petelenz, S. Kośmider

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА КРОЛИКА

Содержание

Авторы на 47 здоровых кроликах провели электрокардиографические исследования.

Провели эрготаминовую, адреналиновую и атропиновую пробы и приводят описание методики экспериментов.

В работе приведены электрокардиографические нормы для кроликов, определяются предельные величины продолжительности отдельных интервалов и зубцов, а также их потенциалы.

Определены углы векторов периодов деполяризации и реполяризации сердечной мышцы (AP, AQRS, A3) а также величина, угол и отклонение желудочкового градиента (G). В материале авторов у около 13% здоровых кроликов наблюдаются электрокардиографические изменения в сердечной мышце.

Авторы рекомендуют предварительно, перед каждым опытом на сердечно-сосудистой системе у кроликов, провести электрокардиографическое исследование с целью элиминирования животных с заболеваниями сердечной мышцы.

T. Petelenz, S. Kośmider

ELECTROCARDIOGRAM OF RABBITS

Summary

The authors recorded electrocardiograms for 47 healthy rabbits. They made the ergotamine, adrenaline, and atropine tests and describe the experimental methods. They give the normal electrocardiographic values, the time values and potentials of particular intervals and waves, the angles of the vectors of heart muscle depolarization and repolarization periods (AP, AQRS, and AT), and the value, angle, and deflection of the ventricular gradient (G). In roughly 13 percent of the seemingly healthy material, electrocardiograms revealed changes in the heart muscle. There-

fore, in experimental work on the cardiovascular system of rabbits, the authors recommend electrocardiograms to be taken routinely in order to eliminate animals with heart disorders.

PISMIENNICTWO

1. Bober S.: Elektrokardiogram psa. *Acta Physiol. Pol.* 1956, 7, 477.
2. Chabinka W., Król W., Oszacki J.: *Pol. Tyg. Lek.* 1953, 2.
3. Hirvonen L.: *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.* 1953, 37, 7 (5—96).
4. Holand W., Burn J.: *Brit. Med. J.* 1957, 5026, 1031.
5. Kwoczyński J.: *Atlas elektrokardiografii*, PZWL, Warszawa, 1957.
6. Lepeschkin E.: *Das Elektrokardiogram*. Verlag T. Steinkopff Dresden-Leipzig 1947.
7. Marek J., Mocsy J.: *Klinische Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere*. G. Fischer V. Jena 1951.
8. Montemagno F., Pagano R., Vitocca L.: *L'elettrocardiogramma normale del cane*. *Folia cardiol.* (Milano) 1956, 15/3, 311.
9. Mroziński S., Woźniawska M.: *Acta Physiol. Pol.* 1956, 7, 393.
10. Nagórski F.: *Med. Wet.* 1953, 7, 311.
11. Slapak L., Hermanek P.: *Z. Ges. Exp. Med.* 1955, 125/1, 46.
12. Sysa J., Herman Z.: *Med. Pracy* 1958, 1, 41.
13. Wendt L.: *Die physikalische Analyse des Elektrokardiograms vom gesunden und kranken Herzen*. Thieme, Lipsk 1946.
14. Zuckermann R.: *Grundriss und Atlas der Elektrokardiographie*. Thieme, Lipsk 1957.

Otrzymano: 22. 6. 1960.

Adres autora: II Klinika Chorób Wewn. Śląskiej Akad. Med. Zabrze,
ul. 3 Maja 13.