



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

蛇の心電図に関する研究：
誘導方法とその標準値についての検討

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 章, 開訓, 大野, 勝利, 葛野, 浩 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5744

蛇の心電図に関する研究

誘導方法とその標準値についての検討

章 開訓*・大野勝利・葛野 浩

家畜生理学研究室 (1988年8月1日受理)

Electrocardiographic studies on Snakes.

Lead methods and Standard Values

Kai-Xun ZHANG, Katsutoshi OHNO and Hiroshi KADONO

Laboratory of Veterinary Physiology

(Received July 31, 1988)

SUMMARY

Little information exists on the electrocardiogram (ECG) of snakes. This study describes the lead methods and the standard values of the snake ECG.

Ten striped snakes (*Elaphe quadrivirgata*), weighing from 142.5 to 259.5g were used. Based on the anatomical situation of the snake heart, 4 lead points were selected, in both sides of the 25th and 34th abdominal scales. Needle electrodes were inserted in those 4 points at 5mm depth (Fig. 1). The lead methods used in this study were the standard limb lead (I, II, III) and the augmented limb leads (aVR, aVL, aVF), as in human or domestic animals.

The results were as follows. The mean heart rate of ten snakes was 40.5 ± 4.1 /min, and rhythmicity showed sinus rhythm in all snakes. The mean electrical axis of P wave showed a range from -30° to -166° , and its mean was $-89.4^\circ \pm 54.7^\circ$, Therefore the electrical axis of P wave is oriented upward. The mean electrical axis of QRS wave ranged from 60° to 82° , and the mean was $72.4^\circ \pm 8.6^\circ$, so the electrical axis of QRS wave was oriented right downward, contrary to that of P wave.

P wave was positive from I, II, aVR and aVL, and negative or diphasic in all leading methods. The mean duration of P wave was 60 ± 8.0 msec, and the amplitude was prominent in I, II and aVR.

QRS complex showed various forms. QRS in lead aVR and aVL showed Qr type, and II, III and aVF displayed Rs type in all cases, while that in lead I showed Rs or R type. The mean duration of QRS complex was 151 ± 17.8 msec, and amplitude of R wave was larger in leads II, III and aVF than in other leads.

T wave showed positive from the standard limb lead and aVF, but was negative in aVR and aVF. Amplitude of T wave was larger in II, III and aVF, and aVR (negative) than in the other leads.

The mean P-R interval was 394 ± 6.4 msec, the Q-T interval was 926 ± 17.3 msec, and the R-R

* 現在：中華人民共和国浙江農業大学牧畜獸医学部勤務

interval was 1466 ± 36.8 msec. Mean duration of T wave was 114 ± 21.3 msec.

The authors discussed the best leading points to record the ECG in the snake, and characteristics of QRS complex based on the animal phylogenesis.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (53) : 345—351, 1988.

要 約

蛇の心臓の解剖学的位置と、これにともなう腹鱗の相対的位置を確認したうえで、誘導電極の位置を設定し、心電図を誘導記録した。本研究に用いた誘導法は操作が比較的簡便で、かつ記録した心電図の各波形は明晰であった。そこで得られた資料をもとに心電図学的に各種の分析を試みた結果、爬虫類蛇科の心臓の系統発生的な研究および生理学的な検討に有意義な方法であると結論した。

1. 調律：P波は全例で認められた。したがって、正常な心機能を有する蛇の心臓は洞性調律である。洞性P波はIIIおよび aVF を除く各誘導で陽性を示した。また、陰性および二相性P波は総ての誘導で認められた。

2. 心拍数：安静状態下の心拍数は32~46/分で、その平均値は 40.5 ± 4.1 /分であった。

3. 電気軸：P波の平均電気軸は $-30^\circ \sim -166^\circ$ にあって、その平均値は $-89.4^\circ \pm 54.7^\circ$ であった。QRS波の平均電気軸は $60^\circ \sim 82^\circ$ にあって、その平均値は $72.4^\circ \pm 8.6^\circ$ であった。したがって、両者の電気軸は相反する方向を指向している。

4. P波の持続時間と振幅：持続時間の平均値は 60 ± 8.0 msecである。振幅は陽性成分ではaVRで $106.0 \pm 34.4 \mu V$ 、陰性成分ではIIで $114.3 \pm 24.8 \mu V$ と比較的優勢に導出された。

5. P-R間隔：その平均値は 394 ± 6.9 msecであった。

6. QRS波の持続時間、振幅および形態：持続時間の平均値は 151 ± 17.8 msecである。振幅はQ波はaVRで、R波はI, II, IIIおよびaVFで優勢である。S波はaVRおよびaVLを除く各誘導で導出されるが、いずれも小さい。形態はaVRおよびaLVでは総てQr型を示し、II, IIIおよびaVFでは総てRs型を示した。また、IでRsおよびR型を示した。

7. Q-T間隔：その平均値は 926 ± 17.3 msecであった。

8. T波の持続時間、振幅および形態：持続時間の平均値は 114 ± 21.3 msecである。振幅は陽性波ではII, IIIおよびaVFで、陰性波はaVRおよびaVLで優勢に導出される。形態はII, IIIおよびaVFでは総て陽性型、aVRおよびaVLでは総て陰性型を示す。Iは主として陽性型を示すが、陰性を示すものもある。

9. R-R間隔：その平均値は 1466 ± 36.8 msecであった。

緒 言

蛇類の心電図に関する報告はみられない。蛇の心臓は静脈洞、心房および心室に区分される。心房は左右に完全に分化しているが、心室は不完全な隔壁を備える段階にとどまっている。なお静脈洞は退化傾向を示しており、かつ不完全な双性循環を形成している。したがって、心電図学的な検討をおこなうことによって、動物の系統発生的な検討に資するために貢献するものと考えられる。そこで著者らはトカゲ目蛇科のシマヘビの胸部体表から比較的簡単にかつ再現性のある心電図を導出し、この記録にもとづいて各種の分析を試み、若干の知見が得られたのでここに報告する。

材料および方法

(1) 供試動物：本研究には日本産のシマヘビ (*Elaphe quadrivirgata*) 10匹を用いた。蛇の体重は142.5~259.5gで平均体重は178.0gであった。また体長は92.0~117.0cmで平均体長は99.6cmであった。なお雌雄の鑑別は実施しなかった。

(2) 測定方法：電極の設置は蛇の心臓の解剖学的位置に準拠した。すなわち喉下から腹鱗を算定しながら、指先で腹部体表をたどっていくと、若干の脹みを触知すると同時に拍動を感知する部位が確認でき

る。この位置は腹鱗の26~32枚目に相当する^{1,2)}。したがって蛇の頸部と腹部を粘着性の枠で保定した後、腹鱗の25枚目と34枚目の側腹部に5mmの深さで電極を刺入した(図1)。

電極は静脈用1/3注射針の針体を10mmの長さで切断し、先端を鈎針状したものに導線を接続した。

心電図の記録は多用途計測装置(POLYGRAPH SYSTEM, 日本光電KK製)を使用し、心電図の誘導法は標準肢誘導および増高単極肢誘導を用いた。誘導電極の接続方法は次の通りとなる。

標準肢誘導 I : R-L II : R-LF III : L-LF

増高単極肢誘導 aVR : R aVL : L aVF : LF

誘導条件は時定数を0.3secとし、記録速度は25mm/secを原則としたが、実験時の状況によっては条件を変更して記録を行い分析の補足資料とした。なお心電図の測定時の室温は21~22℃、平均21.5℃の環境室温で実施した。

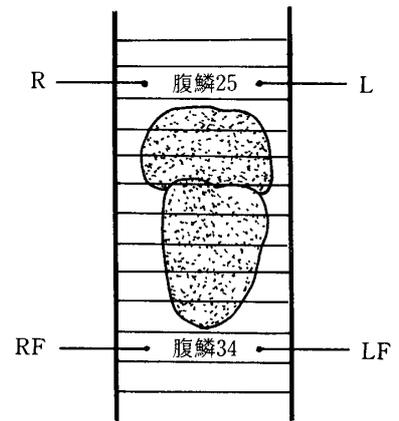


図1 心電図の誘導部位

結 果

蛇の体表心電図の記録は各波形いずれも極めて明瞭であった。各誘導の典型的な例を図3に示した。

- (1) 調律：P波は全例において出現した。したがって調律は洞性調律をもっている。
- (2) 心拍数：安静状態での心拍数は32~46/分で、その平均値は 40.5 ± 4.1 /分であった。10例すべての蛇について異なった日時での安静状態における反復誘導による心拍数は46/分を越えることはなかった。しかし、頭部や尾部に鉗圧刺激などを加えて興奮させた場合には、心拍数は最高53/分に達した。
- (3) 平均電気軸：心房(P波)の電気軸は $-30^\circ \sim -166^\circ$ で、その平均値は $-89.4^\circ \pm 54.7^\circ$ であった。心室(QRS波)の電気軸は $60^\circ \sim 82^\circ$ で、その平均値は $72.4^\circ \pm 8.6^\circ$ であった。したがって心房と心室のベクトルは相反する方向を指向している(図2)。
- (4) P波の形態および振幅について：IおよびaVLでは半数以上が陽性の波形を示した。各誘導とも陰性の波形を示すものが認められるがIIIおよびaVRでは比較的多い。aVFでは二相性を示すものがほとんどで、ついでIIIが半数以上を占めた(表1)。
- (5) P波の振幅は陽性波ではaVRが高く、IIIで低い。陰性波ではIIが高く、aVRで低い(表2)。
- (6) QRS波の形態および振幅について：QRS波はすべての例で陽性成分をもって記録された。そのうちII、IIIおよびaVFでは全例がRs型を示した。なおIでは個体によってRs型およびR型を呈する。またaVRおよびaVLでは全例がQr型を呈した(表3)。

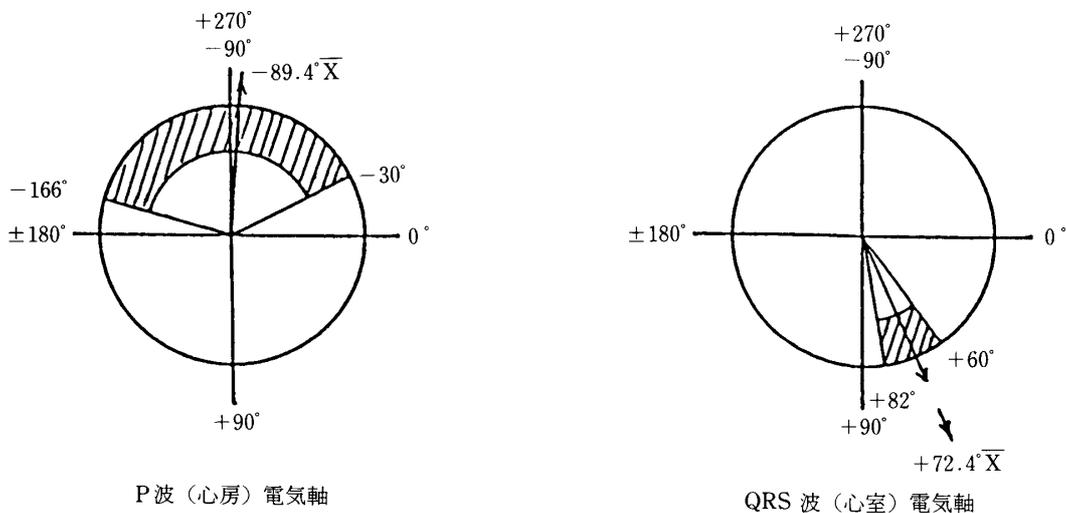


図2 平均電気軸

QRS波の振幅はQ波ではaVRが高く、aVLで低い。R波はIIで最も高く、これについてIIIおよびaVFが優勢で、aVLでは低い。S波はaVRおよびaVLを除く各誘導で出現するが、いずれも振幅は低い。すなわちS波はRs型として導出される(表4)。

(6) T波の形態および振幅について：T波は誘導法により陽性か陰性を示すが、基本的にはQRS波の主成分と同じ方向を示した。T波は総ての誘導で单相性の形態を呈する。かつ、II、IIIおよびaVFでは全例が陽性の波形を示し、aVRおよびaVLは全例が陰性の波形を示した。T波の振幅は陽性波ではIIで高く、陰性波ではaVRで高い(表5)。

(7) P、QRS およびTの持続時間について：表6に示した結果が得られた。すなわち、P波は 60 ± 8.0 msec、QRS波は 151 ± 17.8 msec、T波は 114 ± 21.3 msecの各平均値が得られた。

(8) R-R、P-RおよびQ-T間隔について：表6に示した結果が得られた。すなわち、R-Rは 1466 ± 36.8 msec、P-Rは 394 ± 6.9 msec、Q-Tは 926 ± 17.3 msecの各平均値が得られた。

表1 P波の形態

誘導	陽性		陰性		二相性	
	出現例数	%	出現例数	%	出現例数	%
I	6	60	2	20	2	20
II	4	40	2	20	4	40
III			4	40	6	60
aVR	2	20	4	40	4	40
aVL	6	60	2	20	2	20
aVF			2	20	8	80

表3 QRS波の形態

誘導	Qr		Rs		R	
	出現例数	%	出現例数	%	出現例数	%
I			6	60	4	40
II			10	100		
III			10	100		
aVR	10	100				
aVL	10	100				
aVF			10	100		

表2 P波の振幅 (μV)

誘導	陽性	陰性
I	53.3 ± 35.7	109.0 ± 48.0
II	70.5 ± 27.0	114.3 ± 24.8
III	40.3 ± 26.6	92.2 ± 67.4
aVR	106.0 ± 34.4	42.8 ± 22.2
aVL	68.8 ± 42.7	60.5 ± 14.9
aVF	76.0 ± 60.0	96.4 ± 54.5

平均値±標準偏差

表4 QRS波の振幅 (μV)

誘導	Q波	R波	S波
I		660.6 ± 603.5	57.0 ± 12.1
II		1865.6 ± 777.2	127.8 ± 78.7
III		1264.2 ± 318.0	103.6 ± 49.8
aVR	1163.6 ± 610.5	107.2 ± 106.8	
aVL	322.0 ± 154.9	58.6 ± 48.8	
aVF		1521.4 ± 540.8	103.6 ± 55.7

平均値±標準偏差

表5 T波の形態および振幅 (μV)

誘導	陽性			陰性		
	出現例数	%	振幅	出現例数	%	振幅
I	8	80	105.5 ± 167.7	2	20	50.0 ± 0
II	10	100	439.2 ± 377.7			
III	10	100	272.8 ± 252.6			
aVR				10	100	349.2 ± 159.7
aVL				10	100	127.8 ± 55.4
aVF	10	100	353.4 ± 177.4			

平均値±標準偏差

表6 P, QRS, T波の持続時間およびR-R, P-R, Q-T 間隔 (msec)

項 目	持 続 時 間			間 隔		
	P	QRS	T	R-R	P-R	Q-T
I	48±22.8	124±57.3	76±26.1	1440±186.5	400±56.6	896±81.7
II	68±26.8	164±45.6	124±21.9	1440±186.5	396±51.8	928±90.1
III	56±16.7	168±52.2	120±24.5	1440±186.5	382±53.1	916±95.3
aVR	64±26.1	148±39.0	124±29.7	1492±212.9	400±48.9	940±92.7
aVL	56±16.7	136±38.5	104±16.7	1492±212.9	390±36.0	936±91.0
aVF	68±17.9	164±49.8	136±21.9	1492±212.9	396±56.8	940±76.2
総平均値	60± 8.0	151±17.8	114±21.3	1466± 36.8	394± 6.9	926±17.3

平均値±標準偏差

考 察

心臓は自動能を有するから、これを独立した一つの臓器とみなすことができるが、動物の進化という点からみると、それは血液循環という共通点を有しているものの、形態的にも機能的にもいろいろの差異をもっている。したがって、各種の動物のもっている心臓を画一的な独立臓器とみなすことはできない。すなわち、心臓は分化の上から、1心房1心室の不完全心から、2心房2心室の完全心になるが、その間には2心房1心室の不完全ないわば移行型的心臓を有する動物種も存在する。また、これにともなう刺激伝導系の分化形成も異なり、多様性を有している³⁾。それ故、心臓の活動に伴って発生する電気現象である心電図も動物種による特異性を有するものと考えられる。

心電図は心臓の刺激伝導系に沿った興奮伝導が体表に波及したものを一定の法則性にもとに記録したものである。したがって、心臓を中心とした循環器系の動態を解析する上でも、また、心機能検査法としても重要なものである。しかしながら、動物の系統発生的な面と心電図学的方法をあわせた論議はかならずしも充分なものとはいえない。ことに爬虫類以下の動物の心電図に関する系統的な研究はみられない。

そこで著者らは Einthoven の三角形と Baily の六軸基準系の原理にもとづき、供試動物の心臓を解剖学的位置から三角形の中心点に想定し、人の誘導法のうち汎用される標準肢誘導および増高単極肢誘導を選択して心電図を記録した。これにより心電図学的に各種の分析を試みて、標準値を得るとともにあわせて系統発生的な心臓の特性についても若干の解明をしようとしたものである。

動物の心電図を誘導する場合には、体動などをともなうために、ことに安静状態の記録は困難となる。本研究は蛇の心臓の解剖学的位置にもとづいて、心臓と腹鱗との相対的な位置関係から、誘導電極の設置場所を決定した。すなわち、第25番目および第34番目の腹鱗に設置して、心電図の誘導が定常的にできるよう工夫した。なお、体動を防止する目的で頸部および腹部に粘着性のテープを装着し、これをクランプにより保定する方法を採用した。保定の当初は心拍数からみても、明らかに興奮状態を示すが、刺激を避けしばらく放置することによって、心拍数は減少し安静状態が得られた。その結果心電図の各波形は明晰に現れて弁別し易く、また反復性が良好で再現性の高い心電図が記録できた。したがって、蛇の心電図を記録する場合に採用でき、各種の心電図学的分析に有効な方法であると結論した。

心電図の QRS 波の波形は動物種により相違がある^{3,4)}。そこで系統発生的にこれらの特徴をみると、完全心と不完全心との区別にかかわらず爬虫類以下の動物種では Rs 型を示し、哺乳類のうちでは肉食類以上で Rs 型または RS 型を示す。鳥類と有蹄類に限り rS 型を示す。いいかえれば、QRS 波の波形は Rs 型を原型として動物種により Rs 型あるいは rS 型などを示すようになる。著者らの成績では供試した蛇の総てが II で Rs 型を示した。したがって、澤崎⁵⁾が論じているものと一致する。ただし、これには蛇の心電図の成績は述べられているのではなく、系統発生的な位置からこれを示唆しているにすぎない⁶⁾。それ故に著者らの今回の研究によって蛇が Rs 型であることを証明した。また、本研究で得られた資料から各

種の分析を試みたが、これによって蛇の心電図について若干の知見が得られたものとする。

本研究では P 波と QRS 波から心房と心室の平均電気軸を算定した。その結果心室の電気軸は腹側左下方にベクトルが形成されている。これに対して心房の平均電気軸は心室のそれとはほぼ逆位相のベクトルが形成される。この点に関しては心房の興奮の広がりや伝導についてさらに検討を加えるべきであろう。

心電図波形は P, QRS および T の順序で記録されることから、静脈洞をペースメーカーとして心房から心室に刺激が伝導し、収縮もその順序に従うことが説明できる。

心臓の波形は不完全心では刺激伝導系も未分化の状態にある。また、分化したそれを具備する完全心の心臓とを比較すると後者のほうが単純な波形となる。すなわち、心房の興奮に対応する P 波、心室の興奮に対応して QRS 波および再分極の過程に対応する T 波から成立するのが基本波形となる。不完全心での心電図では動脈円錐の脱分極過程を示す B 波や、静脈洞のそれを示す V 波が記録されるといわれる⁷⁾。著者らの供試した蛇も不完全心に属するが、これに相当する波形は記録されなかった。

謝 辞

本研究の実施にあたって、葛 根賢氏（浙江人民病院）に多大なご協力をいただいたことを深謝いたします。

文 献

- 1) 中村健児・上野俊一：“原色日本両棲爬虫類図鑑”，大阪：保育社，144-146，1980.
- 2) 広島大学生物学会：“日本動物解剖図説”，大阪：日本出版社，図版18，1957.
- 3) 澤崎 担：心臓の比較生物学—医学と生物学の谷間から—科学，**47**，114-119，1977.
- 4) 澤崎 担：動物種による心機能の特性，*Exp. Anim.* **33** (2)，131-139，1984.
- 5) Sawazaki, H., and Hirose, H. : Comparative Electrocardiographical studies on the Conduction Time of Heart in Vertebrates. *Jpn. J. Vet. Sci.*, **36**, 412-426, 1974.
- 6) 澤崎 担：“比較心臓学”，東京：朝倉書店，46-62，1985.
- 7) 澤崎 担：“比較心臓学”，東京：朝倉書店，158-168，1985.



図3 標準肢誘導（I. II. III）および増高単極肢誘導（aVR. aVL. aVF）の例