神経筋肉接続部に於ける興奮伝導 (副腎摘出蛙)の季節的変動について(Ⅰ)

関西医科大学生理学教室 (主任 幸塚嘉一教授)

木 村 保 子

Seasonal Variation in Conduction of Excitation upon the Neuro-muscular Junction of Adrenalectomised Frog (II)

Yasuko Kimura

(Department of Physiology, Kansai Medical School, Osaka)

Adrenal glands of frog were extirpated bilaterally following the Kotsuka's operation. The conduction systems of excitation upon the neuro-muscular junction of adrenalectomised frog were examined with the same method as described previously. Results obtained were as follows:

- 1) The conduction system were heterodromic or apparently non-conductive. From June to December, heterodromic system was dominant. On the other hand, from January to May apparently non-conducting system was relatively dominant.
- 2) After a certain period following the adrenalectomy, the isodromical conduction system could not be found.
- 3) The conduction systems of adrenalectomised frog could be turned into the isodromical conduction system under certain condition e.g. administration of adrenaline.

1. ま え が き

蛙薄股筋標本の興奮伝導様式を1ヶ年にわたって連日観察した結果、既報の如く季節的な変動のあることを見出したが、著者は更に副腎摘出の影響をしらべたので報告する。

2. 実 験 方 法

(1) 実験動物

前報と同様トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) の体重 20~50g のものを用い、対照蛙としては出来るだけ体重の等しいものを使用した。副腎摘出後は、夏期には観察箱の水草中に安置し、冬期には冬眠箱の土砂中に保存しすべて自然に近い状態とした。

(2) 副腎摘出法

1. 蛙を腹位に固定。
2. 蛙の頭部を蔽える位の大きさの箱をパラフィンで作りその中にエーテルを浸した脱脂綿を入れてエーテル

麻酔を施す。

3. 背側腺皮膚隆起の直ぐ外側を腸骨の頭側端を中心として上下に 1.5~1.8cm の切開を加える。

4. 腸骨の外側 0.5~0.7cm の部位を腸骨に沿い 1.5~1.8cm 切開する。これで外腹斜筋と内腹斜筋の一部を切断したこととなる。

5. 4 と同様の位置、大いさで Membrana subvertebralis を切開する。

6. ミュラー氏管を外側に索引すると腎臓が現れる。(第1図参照)。

7. 肺、卵巣、腸等の臓器はリンゲルに浸した綿花で圧抵する。

8. 副腎は腎腹側に黄色附着物として肉眼的に明かに区別されるから(第2図)眼科用鉗と微細ピンセットを用いて摘出する。摘出時の出血は乾綿球の圧迫により容易に止血出来る。

9. 腎臓を元の位置に戻して筋肉及び皮膚を縫合して手術を終る。

第 1 図

第 1 図 説 明

第 2 図

第 3 図 興奮伝導様式の季節的変動

10. 以上の操作を他側にも加えるが手術に要する時間は約15分である。

(3) 対照動物

副腎摘出の影響を明かにするため次の対照動物を用意した。

1. 開腹動物

副腎摘出手術と同様の侵襲を与え副腎は摘出せずに残存せしめる。

2. 開腹出血動物

開腹手術を行い種々な程度に出血せしめて薄股筋標本興奮伝導に及ぼす影響を観察する。

3. 一側の副腎のみの摘出動物

4. 何等手術的侵襲を加えない自然のままの対照動物を用意したことは勿論である。

(4) 薄股筋標本作製法

蛙の脳、延髄をゾンデで破壊後背位に固定し、大腿部の皮膚を切開し薄股筋を露出して特に作製した微細鉗及びピンセットを用いて周囲筋群より剝離する。薄股筋支配運動神経枝を出来るだけ長く取り出し前報で報告した如く薄股筋標本作製した。標本は直ちにシャーレ内のリンゲル液に浸した脱脂綿の上に移し表面が乾燥せぬ様留意し、リンゲル液は常に酸素で飽和されている様に頻回の通気を行った。又アドレナリンの作用観察に際してはシャーレ内のリ

第1表 (夏期観察例)

時 間	興 奮 伝 導 様 式
18/Ⅶ 5.17 P.M.	右側薄股筋摘出
.20	右側薄股筋摘出
.35	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₊ K ₊ L ₊
.50	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊ (N.S.)
6.20	K ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₊ K ₊ L ₊
.43	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₊ K ₊ L ₊ L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊ (N.S.)
.46	アドレナリン加(10 ⁻⁵) 対 照
.47	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₊ K ₊ L ₊
.50	L ₊ K ₊ L ₊ K ₋
7.00	L ₊ K ₊ L ₊ K ₋ L ₊ K ₊ (N.S.) K ₊ L ₊
.05	L ₊ K ₊ L ₊ K ₋ K ₊ L ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)
トノサマガエル♀ 体重: 21 g 脂肪体: 0.1 g 室温: 26.5°C 副腎摘出術後 8 時間経過	

第2表 (冬期観察例)

時 間	興 奮 伝 導 様 式
26/Ⅰ 9.55 A.M.	左側薄股筋摘出
.57	右側薄股筋摘出
10.20	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
.40	L ₋ K ₋ (N.S.) L ₋ K ₋ (N.S.)
11.00	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
.20	K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
.30	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ L ₋ K ₋ (N.S.) L ₋ K ₋ (N.S.)
.50	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
12.30 P.M.	L ₊ K ₋ L ₊ K ₋ K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
1.00	L ₋ K ₋ (N.S.) L ₋ K ₋ (N.S.)
.30	K ₊ L ₋ K ₊ L ₋ L ₊ K ₋ L ₊ K ₋
.50	K ₊ L ₋ K ₊ L ₋
.55	対 照 アドレナリン加(10 ⁻⁵)
.56	L ₊ K ₋

.57	K ₊ L ₊
.59	L ₊ K ₊
2.04	K ₊ L ₊
.15	L ₊ K ₋ L ₊ K ₊ K ₊ L ₋ L ₊ K ₊ (N.S.)
.20	アドレナリン加(10 ⁻⁵)
.22	K ₊ L ₊ L ₊ K ₋
.25	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊ (N.S.)
.30	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊
トノサマガエル♀ 体重: 23 g 脂肪体: 0.18 g 室温 8°~11°C 副腎摘出術後 69時間10分経過	

第3表 (開腹動物・夏期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式
7/Ⅶ 5.58 P.M.	左側薄股筋摘出
6.01	右側薄股筋摘出
.08	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊ (N.S.)
.12	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.16	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.20	L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊ (N.S.)
.24	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.28	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.32	K ₊ L ₊ K ₊ L ₊
.36	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.46	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
.55	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊
7.10	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ K ₊ L ₊ K ₊ K ₊
トノサマガエル♀ 体 重: 27 g 脂肪体: 0.1 g 室温 31°~30.5°C 単なる開腹手術後 4 時間50分経過	

第4表 (開腹動物・冬期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式
9/Ⅲ 11.05 A.M.	左側薄股筋摘出

.10		右側薄股筋摘出
.35	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
12.06 P.M.	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
1.05	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊
2.20	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.50	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
4.12	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
6.50	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)
10/X 9.35 A.M.	L ₊ K ₊	L ₊ K ₋
11.50	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₋ L ₊ K ₊ (N.S.)
2.45	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊	L ₊ K ₋ K ₊ L ₊
トノサマガエル♀ 体 重: 25 g 脂肪体: 0.1 室温 11.2°~13°C 単なる開腹手術後41時間20分経過		

第5表 (開腹出血動物・夏期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
11/V 4.48 P.M.	左側薄股筋摘出	
.52		右側薄股筋摘出
.56	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.58	L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ (N.S.)
5.00	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.02	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.05	L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ (N.S.)
.08	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.10	L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ (N.S.)
.12	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.15	K ₊ L ₊	K ₊ L ₊
.18	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.21	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.25	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.30	K ₊ L ₊	K ₊ L ₊
.33	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
トノサマガエル♂ 体 重: 32 g 脂肪体: 0.4 g 室温 30.8°C 開腹手術時腹腔内に多量出血せしめて4時間経過		

第6表 (開腹出血動物・冬期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
31/X 11.03 A.M.	左側薄股筋摘出	
.06		右側薄股筋摘出
.30	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
12.30	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
1.10	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.40	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
2.40	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
3.20	L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊	L ₊ K ₊ (N.S.) L ₊ K ₊
.50	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
4.20	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.55	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
5.25	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊	L ₊ K ₊ K ₊ L ₊
.55	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
6.25	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.55	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
7.25	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.55	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ L ₊ K ₊ (N.S.)
トノサマガエル♀ 体 重: 21.5 g 脂肪体: 0.2 g 室温 18°~20.5°C 開腹手術時に無理に血管を損傷して腹腔内出血せしめ、術後42時間55分経過		

第7表 (一側副腎摘出例・秋期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
21/X 2.20 P.M.	左側薄股筋摘出	
.25		右側薄股筋摘出
.50	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
3.10	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.20	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.30	K ₊ L ₊	K ₊ L ₊
.40	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
4.00	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊
.10	L ₊ K ₊ (N.S.)	L ₊ K ₊ (N.S.)
.20	L ₊ K ₊	L ₊ K ₊

.50	L+K+	L+K+
5.00	L+K+	L+K+
	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
	トノサマガエル♀	
	体 重: 35.5 g	
	脂肪体: 0.2 g 室温25°~23.5°C	
	左側副腎のみの摘出術後27時間経過	

第8表 (一側副腎摘出例・冬期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
24/XII 10.55 A.M	左側薄股筋摘出	
11.00	右側薄股筋摘出	
.20	L+K+	L+K+
.30	L+K+	L+K+
.40	L+K+	L+K+
.50	L+K+	L+K+
12.00 P.M	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
.20	L+K+	L+K+
.40	L+K+	L+K+
1.00	L+K+	L+K+
.20	L+K+	L+K+
.30	K+L+	K+L+
2.00	L+K+	L+K+
.15	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
.45	L+K+	L+K+
3.00	L+K+	L+K+
.20	L+K+	L+K+
.40	L+K+	L+K+
4.10	L+K+	L+K+
.40	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
5.10	L+K+	L+K+
6.10	L+K+	L+K+
	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
	トノサマガエル♀	
	体 重: 27 g	
	脂肪体: 0.25 g 室温 10.5°~9.5°C	
	右側のみの副腎摘出術後46時間 10分経過	

第9表 (副腎残存例・夏期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
21/VII 4.17 P.M	左側薄股筋摘出	
.22	右側薄股筋摘出	
.24	L+K+	
.26	L+K+	L+K+
	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
.28	L+K+	L+K+
.30	L+K+	L+K+
.32	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
.36	L+K+	L+K+
.41	K+L+	K+L+
.48	L+K+	L+K+
.53	L+K+	L+K+
	トノサマガエル♀	
	体 重: 30 g	
	脂肪体: 0.3 g 室温: 30.5°C	
	副腎摘出術後5時間30分の成績 で剖検上, 左側腎に小点状の黄色 組織の遺残するを認めた.	

第10表 (副腎残存例・冬期)

時 間	興 奮 伝 導 様 式	
8/XII 9.15 A.M	左側薄股筋摘出	
.17	右側薄股筋摘出	
.40	L+K+	L+K+
10.10	L+K+	L+K+
	K+L+	K+L+
12.25 P.M	L+K+	L+K+
3.00	L+K+	L+K+
.55	L+K+	L+K+
	L+K+(N.S.)	L+K+(N.S.)
	トノサマガエル♀	
	体 重: 26.5 g	
	脂肪体: 0.2 g 室温11°~12.2°C	
	副腎摘出術後42時間40分経過	
	剖検上左側腎上に針頭大の点状 副腎組織遺残を認めた.	

ンゲル液をアドレナリン加リンゲル液 (10^{-6}) と置換して観察した.

副腎摘出より薄股筋標本作製までの時間は季節により一定しないが, 夏期は4~15時間, 冬期は24~80時間後

第 11 表

月		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
♂		2	10	3	0	6	3	5	6	4	3	3	1
♀		34	21	20	6	14	29	26	35	14	32	15	29
計		36	31	23	6	20	32	31	41	18	35	18	30
脂肪体重量 (平均, g)		0.11	0.13	0.14	0.06	0.08	0.08	0.29	0.64	0.82	0.49	0.23	0.15
第 1 系	例 数	4	11	2	2	5	4	5	6	3	2	1	1
	%	11	36	9	33	25	13	16	15	17	6	6	3
第 3 系	例 数	12	7	12	1	9	24	26	33	14	33	15	19
	%	34	22	51	17	45	74	84	80	77	94	82	64
第 4 系	例 数	20	13	9	3	6	4	0	2	1	0	2	10
	%	55	42	40	50	30	13	0	5	6	0	12	33

(月別実験成績, 総数 321 匹)

に行つた。即ち四肢筋の緊張低下を目標として実験を開始した。

(5) 刺戟及び反応の測定法

標本の刺戟は特に作製した微小ピンセットによる機械的単一刺戟と幸塚の「グリセリン点塗法」を用いた。

興奮伝導は前報同様 1 部の無神経線維部, k 部の任意の 1 点及び支配運動神経枝にピンセットで単一機械的刺戟を与えて観察した。

3. 実験成績

(1) 副腎摘出蛙の薄股筋標本に於ける神経筋肉間興奮伝導の時間的経過による変化は次の如くである。1 年を通じ総数 321 例について実験を行つた。夏期及び冬期に於ける代表例は第 1 表及び第 2 表の如くであつた。尚対照実験として行つた開腹動物、開腹出血動物及び一側副腎摘出動物に於ける実験結果は第 3 表～第 8 表の如くであつた。

副腎摘出が充分に行われたか否かは実験毎に剖検により確めた。剖検により副腎残存が判明した場合の実験成績は第 9 表、第 10 表の如くであつた。

(2) 副腎摘出蛙の興奮伝導の季節的変動

副腎摘出蛙薄股筋標本について 1950 年 10 月より 1951 年 9 月まで 1 年間にわたり連日観察した成績を総括すると第 11 表の如き結果になつた。これを図示すれば第 3 図の如き変動を示した。即ち 6 月より 12 月にかけて幸塚の第 3 系が最も多く認められ 12 月より翌年 5 月にわたり幸塚の第 4 系が多く認められた。之に対し前篇にて述べた如く健常蛙では 6 月より 12 月にかけて第 3 系は殆んど認め

られず又 12 月から翌年 5 月にかけて第 4 系の出現も僅少であつた。

4. 考 察

蛙の副腎は腎上の黄斑として肉眼的にも明かに認められ又機械的に容易に剝離出来る。尚組織学的には腎臓内部にも副腎組織が存在するとみなされているが、副腎の機能は第 2 図に示す帯黄色部分の摘出によつて消失するものと思われる。第 9 表及び第 10 表に掲げた如く剖検の結果帯黄色の組織の残存が認められた実験例に於ては充分に除去された例に比して明らかな相違が認められた。従つて副腎摘出は肉眼的に帯黄色部分を切除することにより目的を達するものと思われる。

副腎摘出蛙の薄股筋標本に於ける興奮伝導様式は健常蛙のそれに比して幸塚の第 4 系及び第 3 系を示すものが著しく多く観察された。従つて蛙薄股筋の興奮伝導様式は副腎機能と密接な関聯があるものと推測される。

開腹手術、開腹出血手術及び一側副腎摘出例では薄股筋に於ける興奮伝導様式は健常蛙に比して変化が認められなかつた。従つて第 1 表、第 2 表及び第 3 図に示した変化は副腎機能喪失による特有な変化と考えられる。

5. 総 括

副腎摘出蛙に於て薄股筋標本の興奮伝導様式を 1 ケ年連日観察を行い、健常蛙のそれに比して興味ある差異を認めた。即ち 6 月より 12 月にかけて幸塚の第 3 系が最も多く認められ 12 月より翌年 5 月にかけては第 4 系が比較的多く認められた。この現象は種々な対照実験により副

腎機能と密接な関係があるものと思われる。

本論文の要旨は第29回日本生理学総会に於て発表した。尚本研究は文部省科学研究費による。

終りに臨み終始御懇篤なる御指導をいただきました恩師幸塚嘉一教授に謹んで御礼申し上げます。

文 献

- 1) K. Kotsuka : H. Ishikawa's Collected Papers, 134, 1938,

- 2) W. Kühne : Zeitschr. f. Biol. Bd. 22. 305, 1886.
- 3) K. Meys : ibid. 355, 1886.
- 4) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 13 : 7, 1951.
- 5) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 14 : 251, 1952.
- 6) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 14 : 422, 1952.
- 7) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 15 : 93, 1953.
- 8) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 16 : 258, 1954.
- 9) 幸塚, 他 : 日本生理誌, 16 : 682, 1954.
- 10) 福田, 他 : 日本生理誌, 17 : 208, 1955.