

ガマおよびコイ心房筋活動電位と 先行休止との関係

東京女子医科大学第二生理学教室 (主任 菊地鎌二教授)

齊 藤 建 彦 ・ 田 中 一 郎
サイ トウ タケ ヒコ タ ナカ イチ ロウ

(受付 昭和41年9月8日)

I. 緒言

田中らは長時間休止後のハツカネズミおよびウサギの心房筋について、最初に誘発された活動電位は plateau 相の著しい短縮を示し、ある頻度の反復刺激によって著明な plateau 形成が生ずることを報告した⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

一方、冷血脊椎動物の心固有筋活動電位の波形に関する報告は多いが³⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾、特に長時間休止後の活動電位に注目して検討した報告はない。著者らは、温血動物心筋で得られた現象が、冷血脊椎動物において見いだされるかどうかを検討するため、自動能を全く有しないガマおよびコイ心房筋標本を用いて実験を行なった。

その結果は、長時間休止後の温血心活動電位にみられるような Plateau 相の短縮は認められなかつたので、その結果をここに報告する。

II. 実験方法

実験動物は、ガマとコイを用い、心臓摘出後心房部を約 $2 \times 5 \text{ mm}^2$ の自発性興奮の全くない条片標本として、各々に対する生理的塩類溶液中におき実験に供した。

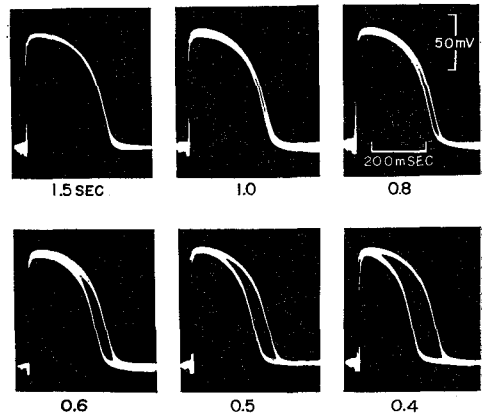
用いた生理的塩類溶液は次のごとくである。ガマ用: NaCl 0.65%, KCl 0.014%, CaCl_2 0.012%, NaHCO_3 0.012%。コイ用: NaCl 0.75%, KCl 0.02%, CaCl_2 0.02%, NaHCO_3 0.002%。

細胞内電位の誘導は懸垂法により行ない、刺激は外部電極より与えた。これらの装置はすでに報告した温血動

物におけるものと同様である⁹⁾。実験は夏期室温で酸素供給下において行なつた。

III. 実験結果

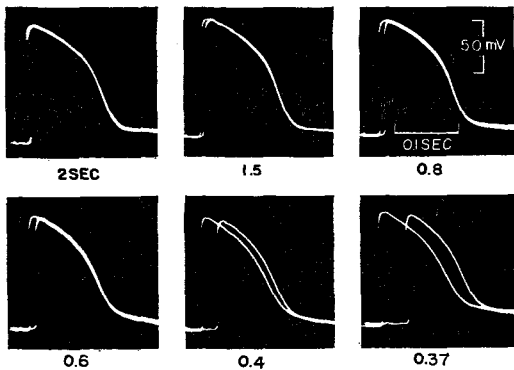
第1図は休止後のガマの心房条片に種々の間隔で2回の反復刺激(条件および試験刺激)を与え、誘発された活動電位の重畳記録である。各々



第1図 種々間隔の2回刺激によるガマ心房筋活動電位の重畳記録。各記録の下の数字は刺激間隔(秒)を示す。各々の記録間の休止期間はすべて2分である。

の記録の下に記された数字は刺激間隔(秒)であり、各記録間の休止期間は両図とも常に2分とした。保たれた静止電位および長時間休止後の活動電位はそれぞれ90mVおよび105mVで、すでに報告されたものと同様である³⁾⁸⁾⁹⁾。試験刺激に対する活動電位は、条件刺激に対するものに

Takehiko SAITO and Ichiro TANAKA (Department of Physiology, Tokyo Women's Medical College):
Atrial action potentials of toad and carp heart in relation to preceding pause.



第2図 種々間隔の2回刺激によるコイ心房筋活動電位の重畳記録。各記録下の数字は刺激間隔(秒)を示す。各々の記録間の休止期間はすべて2分である。

比べて刺激間隔約1 sec以下では漸次短縮し、大きさを減ずる。この関係は横田⁹⁾による報告におおよそ一致する。1 sec以上では両者はほぼ一致し、1.2 ~ 1.5 secでは完全に重畳する。それ以上間隔を長くしても両者の波形の差は認められなかった。この刺激間隔の短縮による活動電位の短縮、大きさの減少は、脱分極時間、潜時および閾値の上昇を伴い、不応期における活動電位の変化である。

また第2図は全く同様の実験をコイ心房筋において行なった記録例である。静止および活動電位の大きさ、波形は、コイについてすでに報告されているものと同様である¹⁾²⁾。この例では、活動電位の波形はガマに較べて plateau がやや短く、やや急な再分極に続く陰性後電位が著明である。刺激間隔が2 sec以上では、常に条件および試験刺激によるものと全く一致し、それ以下になると、試験刺激による活動電位は、条件刺激のものと比較してその持続時間の短縮と大きさの減少が認められた。なおこの際脱分極時間潜時の延長が伴うことは、ガマの場合と同様である。この例ではガマの例に較べ plateau 相が短いにもかかわらず、不応期が長い。

以上の結果は、不応期をこえた種々の時間休止した後のガマおよびコイの心房筋活動電位は変化を示さず、不応期に入り、はじめて短縮することを示している。

更に、これらの標本に2 sec以上の間隔で数回反復刺激を与えても活動電位波形の変化はみられなかった。また長時間酸素供給を遮断しても、各

先行休止に対応する活動電位波形に変化は認められなかった。

IV. 総括ならびに考察

温血動物心固有筋において、長時間休止後、最初に誘発された活動電位は plateau が著しく短く、ある頻度の反復刺激によつて plateau の延長が起こるので、冷血脊椎動物心、ガマおよびコイ心房筋における本実験の結果、不応期における活動電位以外は先行休止期間と無関係に一定の波形を示した。

温血心において活動電位の波形、特に plateau 形成は活動電位発生初期条件、すなわちそのときの形質膜のイオン透過性に依存すると考えられる。このイオン透過性は、活動電位終了後経時的に変化し、陰性後電位の変化はその経過を示すものであろう。これらのことから、今回行なったガマおよびコイ心房筋では、不応期以後は形質膜のイオン透過性の変化は、温血心に較べ著しく小さく、かつ酸素張力の変化に対しても安定なものであると思われる。

文 献

- 1) 後藤昌義・玉井 忠：平滑筋、心筋の諸問題。金芳堂 東京 (1960)
- 2) 四位恒夫：淡水魚の心筋細胞内電位その他に関する研究。鹿兒島医誌 32 445 (1959)
- 3) 田中一郎・横田庸男：心筋反復興奮および興奮性回復に関する研究。東女医大誌 28 927 (1958)
- 4) 田中一郎・登坂恒夫・北条太久磨：反復刺激による持続の延長した心筋の活動電位について。日生理誌 24 338 (1962)
- 5) 田中一郎・新村日出夫・斉藤建彦：ウサギ心筋活動電位と先行休止との関係。東女医大誌 36 648 (1966)
- 6) Tanaka, I., T. Tosaka, K. Saito, H. Shinmura and T. Saito: On atrial action potentials of the rabbit heart after various periods of rest. Jap J Physiol (in press) (1967)
- 7) Trautwein, W., U. Gottstein and J. Duddel: Der Aktionsstrom der Myokardfaser im Sauerstoffmangel. Pflügers Arch ges Physiol 260 40 (1954)
- 8) 山中妙子：超微小電極法によるガマ心筋線維の電気生理学的研究。第1報 静止電位と活動電位およびその温度効果。東女医大誌 27 520 (1957)
- 9) 横田庸男：ガマ心筋線維の不応期に関する研究。東女医大誌 30 2363 (1960)
- 10) Woodbury, L.A., M.M. Hecht and A.R. Christopherson: Membrane resting and action potentials of single cardiac muscle fibers of the frog ventricle. Amer J Physiol 164 307 (1951)