

子宮電図に関する研究

東北大学医学部産科婦人科学教室（主任 九嶋勝司教授）

研究生 氏 家 康 秀

概要 細胞外電極法にて子宮平滑筋の活動電位変化を追求することによりどの程度子宮筋の病態生理学的諸性状を分析的に表現し得るかを知らるため、諸種 hormone 投与時及び妊娠分娩各期のラット子宮筋の活動電位変化とその収縮曲線とを同時記録しその波形、放電振巾、interval diagram, burst 間 interval, 放電数、伝播速度、伝播範囲等の点から分析判定した。自発活動電位観察の傍ら全例に atonin を投与しその影響を観察した。

1) 波形はED型、P型、ET型波形の3種に分類出来ることが判った。ET型波形は分娩時の波形と極めて近似のものであった。

2) 平均振巾はED、ET投与時、及び分娩時に大で1.0～2.5mV、P投与時、妊娠時に小で0.05～0.5mVであった。

3) interval diagram は400～3000m secの範囲にあるが、ED適量投与時では約700m sec ET大量投与時、分娩時には1200～2000m sec、と延長した。

4) burst 間 interval は40～100 sec を示し hormone の差異によりあまり有意の差を認めなかつた。

5) 放電数はED、P適量投与群では25～30個と多いが、ET大量投与時、分娩時には特異的に減少して10個前後となつた。

6) 伝播速度はED群で約6.2～10.8cm/sec、ET群で9.8～13.6cm/sec、分娩直後で約12.6～15.8cm/secであった。

7) 伝播範囲はED群では1.5cm以下、P群では0.5cm以下、ET群では時として1.5cm以上伝播するが、分娩時には更に良好であった。

以上の様な各項目についての新しい分析を行えば子宮筋の作用態度を判定出来、ひいては未知の子宮材料の hormone 環境を推定することが可能である。又分娩時極めて多量に排泄されるETの子宮体筋に対する生理学的作用は全く不明であつたが、子宮体筋に対してはもちろん、分娩発来機序の観点からも極めて重要な役割を果していることを明らかにした。

I. 緒 言

平滑筋は横紋筋と諸性状を異にするため、横紋筋では容易に得られる筋活動電位も平滑筋では極めて困難なものとなつている。然し子宮電図の研究は子宮筋の機能的疾患、ホルモン性疾患、妊娠分娩時の収縮異常等の分野において既存の手技とは別の範疇に属する新診断法として期待され、臨床側からも実用化が要望されていた。子宮電図には細胞内電極法と細胞外電極法があり、細胞内電極法は生理学的分析を行うに適するが、その手技の複雑さの故に臨床に用いられる可能性はないので、分析能力は劣るが手技が比較的容易である細胞外電極法を開発することが子宮電図実用化に於ける最も重要な問題である。然るに現在迄細胞外電極法に関する内外の業績は殆んど進展を見ず、未だ分析的手法を確立するに至らない

でいる。以上の事由から私は細胞外電極法による子宮電図の分析を企図し興味ある知見を得たので茲に発表する。

II. 実験材料

本研究には Wistar 系雌ラッテを次の区分によつて使用した。

1) 去勢処置群：70～80gr 前後の若いラットを去勢し14～21日目に実験に供した。

2) estradiol 処置群：6群（1群5匹、以下同様）とし、夫々去勢ラットの術後14～21日経過したものに ovahormon benzoate suspension 0.3, 0.9, 1.5, 3, 12, 24 γ を3日間に亘り分割筋注した。

3) progesterone 処置群：6群とし、夫々去勢ラットに progenin 30, 90, 300, 900, 1500, 3000 γ を3回

に分割筋注した。

4) estradiol progesterone 処置群： 6群とし同様の去勢ラットに前処置として ovahormon benzoate suspension を2日間に2γ投与しておき，それに続いて翌日より progenin 60, 150, 300, 900, 1500, 3000 γを3日間に分けて分割追加した。

5) estriol 処置群： 6群とし夫々去勢ラットに estriol suspension 15, 30, 90, 150, 300, 600 γを3回に分割筋注した。

6) 妊娠群： 3群とし，交尾後7日前後のもの，交尾後14日前後のもの，分娩予定日間近のもの，(19～21日目)を用いた。

7) 分娩群： 分娩進行中のラット，又は分娩直後のものを使用した。

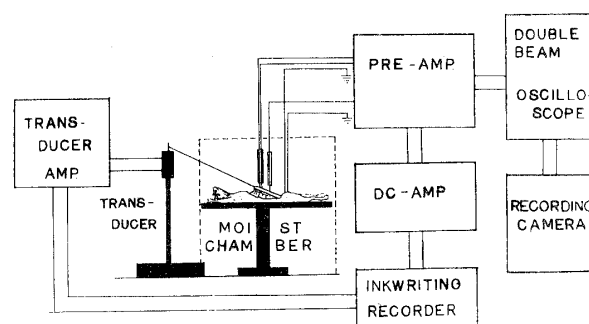
8) 産褥群： 2群とし，産褥2日目のもの，産褥7日目のものを用いた。

ホルモン処置群の実験は最後の注射後6時間後に行った。

III. 実験方法

ラットにネンプタール 3～5 mgを腹腔内投与すると2～3時間の安静が得られて実験に非常に好都合であり，教室一条等¹⁾の報告によれば浅ネンプタール麻酔は子宮頸を弛緩させるが，子宮体収縮は抑制しないので全例にネンプタール麻酔を施した。ラットは背位に固定し腹壁を正中線で切開し子宮を露出し in situ で実験を行った。実験に際して寒冷と乾燥は子宮筋運動に悪影響を及ぼすので湿度90%以上，温度28～31℃前後に保持した moist chamber を使用した。子宮収縮曲線の記録は卵管側子宮端を細い絹糸で結び optimal tension の負荷の下に，mechano-electric transducerに導き DC-Amp. (三栄測器製 DA-111) で増巾し isometric contraction としてインク書き オッシログラム (三栄測器製 IR-102) で記録した。活動電位の記録は直径70μ位の enamel coated 銀線を毛細ガラス管内に固形パラフィンで封入して作った電極を目的により単極誘導，又は双極誘導として子宮上に軽くのせて誘導を行った。不関電極は銀板電極を脂肪組織に密着させて使用した。増巾装置は日本光電製 MM-21 A 及び AD2-20 を使用してインク書き オッシログラム (IR-102) に導き，収縮曲線と活動電位変化を同時記録した。インク書きオッシログラムを使用した際の総合特性は入力インピーダンス10 MΩ，最高感度10μV/cm, noise, level 5 μV，時定数 2.0, 0.3, 0.1, 0.08, 0.01各段切換，高域は30 cps迄平坦である。

Fig. 1. 実験装置



以上の誘導系統を図示すると Fig. 1 の如くなる。子宮筋の自発活動電位を観察したあと，全例に atonin を投与してその活動電位に及ぼす影響を見た。atonin は帝國臓器製 atonin-s を用い，稀釈したもの1滴(約0.0005単位)をラットの腹腔中に子宮に触れない様に滴下し，効果のない時は更に追加した。

IV. 実験成績

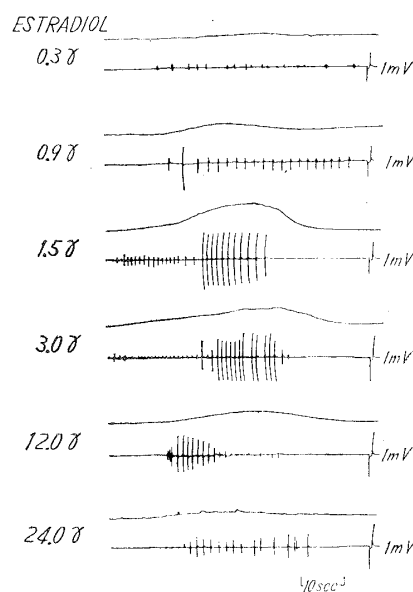
ラットの子宮活動電位に関する一般的事項は既に発表²⁾³⁾⁴⁾した通りであり，種々の波形のものがあるが，本文では3相性或多相性の spike 放電群を対象として研究を行った。

1) estradiol 処置群：

Fig. 2 に estradiol (以下EDと略す) 処置群の活動

Fig. 2. Estradiol 処置群の子宮活動電位左の数字は投与量を示す。

各々について上の曲線は収縮曲線を，下の曲線は活動電位曲線を示す。



電位の種々相を示した。EDによる最も典型的と思われる波形は振巾の小さな前駆放電群と3相性の振巾の大きい主放電群の組合わさったものであり、時には前駆放電群を欠除する。これをED型と呼ぶことにする。又ED群においては屢々2又は3の興奮部位からの放電が多少の時間のズレを持って混合することがあり、このことはED群の興奮伝播性は子宮全体が1つの興奮単位として活動する分娩時や、それと近似の状態を示すestriol（以下ETと略す）投与群より低下していることを暗示している。Fig. 2のED 3γの波形も典型的なED型のものであるが子宮収縮の極期に活動電位の脱落が認められ、脱落部に不発した活動電位と思われる小起伏が現われる。斯る現象は子宮が強い収縮を営む場合、又はそれらに atonin を滴加した際に屢々見られる。最近の細胞内電極法の知見⁵⁾によれば伸展が過度に至る時は spike が abortive となると云われているが、上記の所見はこの

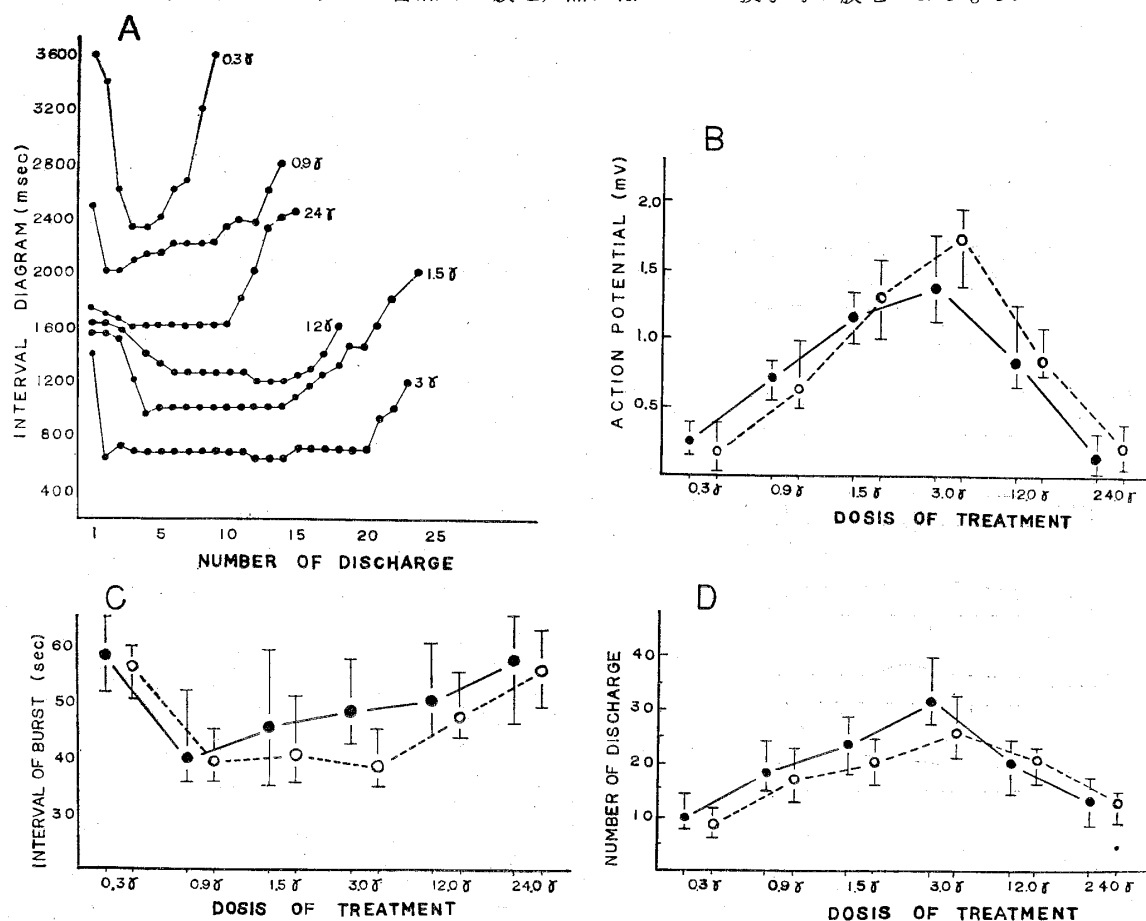
様な知見と関係があるものとして興味深い。ED投与時の interval diagram をFig. 3 Aに示したが、ED投与量が少量中は放電間隔が延長しているが、投与量の増大と共に短縮し、3γ前後で最短で約700m sec 位となる。更に投与量が増大すると放電間隔は再び延長する。放電の平均振巾を算出する方法として私は次の方法が結果的に最も良く現象を分析出来ることを知った。即ち先ず振巾の算術平均値を求め、次にその平均値の1/3未満の小振巾の放電を切捨てて残余の振巾値についてもう一度算術平均値を求めそのラットに於ける平均振巾とした。斯る算出法を行つたわけは小振巾の電位は収縮の認められない時にも屢々出現すること、従つて小振巾電位の総べてを加えて算術平均値を算出することは収縮の electric activity を表わすのに不合理であることによる。この様にして求めた平均振巾を Fig. 3 B に示した。ED投与量が増すにつれて振巾は増大するが、

Fig. 3. Estradiol 処置群子宮活動電位の性状

A. interval diagram B. 平均振巾

C. burst 間 interval D. 1 burst の平均放電数

B, C, D図の実線は自然時の放電、点線は atonin 投与時の放電によるもの。

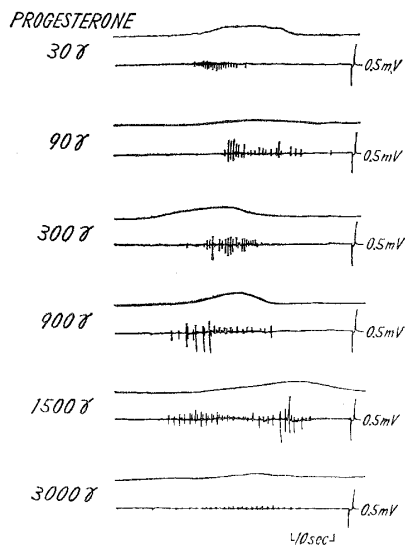


ED 1.5~3 γで約 1.4mVの最大値を示し、これ以上投与量を増加しても振巾は大きくならず却って減少した。atonin はED 1.5~3 γ群に効果があり、振巾を増大させた。私は一子宮収縮に際して発生する一放電群を burst of discharge (以下 burst と略す)と呼んでいるが、この burst 間の interval を Fig. 3 C に示した。ED群では極く少量投与群を除いて burst は子宮収縮と全く一致して現れ、ED 1.5~3 γ群の burst interval は40~50 sec であった。atonin 投与により interval は減少したが、あまり著明なものでなかった。一burst の放電数の平均値を Fig. 3 D に示した。ED 0.3 γの少量投与群では平均10個だった放電数は投与量の増大と共に増加し、ED 3 γ投与群では平均30個で最多となり、更に投与量が増加すると放電数は減少した。atonin 投与により放電数はわずかに減少する傾向が見られた。次にラット子宮の1側の2カ所より同時誘導を行い、棘波の伝播の時間的ズレから伝播速度を計測するとED群では 6.2~10.8cm/sec の値を得た。又適量のED投与群で電極間距離を 1.5cm以上に離すと棘波は伝播しなくなった。この値は伝播域を示すものであるが、ED群では可成り大である。

2) Progesterone 処置群

progesterone (以下Pと略す) 群の活動電位の波形を Fig. 4 に示したが一般的に云って放電振巾の縮小、double spike や波形の多相化、放電数の増加、逆向き放

Fig. 4. Progesterone 処置群の子宮活動電位
左の数字は投与量を示す。
各々について上の曲線は収縮曲線を、
下の曲線は活動電位曲線を示す。



電の混在などがその特徴と云えよう。掲図には収縮曲線と一致する burst を集録したが、両者間にズレが認められるもの、無関係なものも多数記録出来た。interval diagram を Fig. 5 A に掲げたが、一般的傾向としてPの少量投与では放電間隔は小さく 400~800 m sec であるが投与量の増加と共に interval も増加し1500 γ前後で最大となり1600~2100 m sec. となつた。投与量を増して3000 γとすると放電の多相化が著明となつて interval は見掛上短縮する傾向を示し、更に投与量をふやして行くとPによる強い放電抑制が現われ放電数は減少し interval は又延長する傾向を認めた。P群の平均振巾を Fig. 5. B に示した。30~90 γの比較的少量では0.03~0.05mV と極めて小さく、投与量の増加につれて増大し、1500 γ前後で0.35mV となり peakを示したが、更に投与量を増すと振巾は逆に減少した。atonin は平均振巾を増大させず、むしろ減少させる作用を示した。burst 間 interval はPの増量と共に延長した (Fig. 5 C), 1 burst の放電数の平均値 (Fig. 5D) はPが30 γでは13個前後と少いが、投与量が90~3000 γでは大体20~30個位で一定した。atonin 投与により放電数は減少する傾向を示した。伝播性は非常に低下しており多くの場合 5~7 mm以上の距離は伝播しないことが判つた。筋細胞間の機能的結合が减弱している結果であろう。以上から明らかな様にPは必ずしも活動電位を抑制するものでなくむしろ少量のPは或る程度去勢子宮を賦活して活動電位発生を亢進させることを証明したが、子宮筋細胞の發育にはE, P共に必要であり、去勢子宮の如く、両ホルモンの欠乏した状態にあつては、Pを投与することによつても電氣的活性を助長することが出来ると考えられる。然し大量のPはことごとく活動電位の発生、活動電位の伝播を抑制するものであつた。

3) estradiol progesterone 処置群

(以下EP群と略す). さきに私はP単独投与が去勢子宮の電氣的活性を亢めることを見たが、ここでED感作子宮の活動電位をPがどの程度に賦活し、或いは抑制するのか検討してみた。去勢後ED 2 γを前処置として投与した子宮はED型の活動電位の諸性質を示す。これに種々の量のPを加えた場合の活動電位を Fig. 6 に示した。大体に於てP 900 γ位までは前処置として与えたEDの影響が強く現われ、ED型の活動電位を記録出来ることが非常に多いが、Pの投与量を更に増すと波形はP型の様相を帯びて来る。interval diagram (Fig. 7. A)でOと書いてあるのはED 2 γ前処置だけの対照であるが約

Fig. 5. Progesterone 処置群活動電位の性状

A. interval diagram. B. 平均振巾

C. burst 間 interval D. 1 burst の平均放電数

B, C, D図に於ける実線は自然時の放電. 点線は atonin 投与時の放電によるもの.

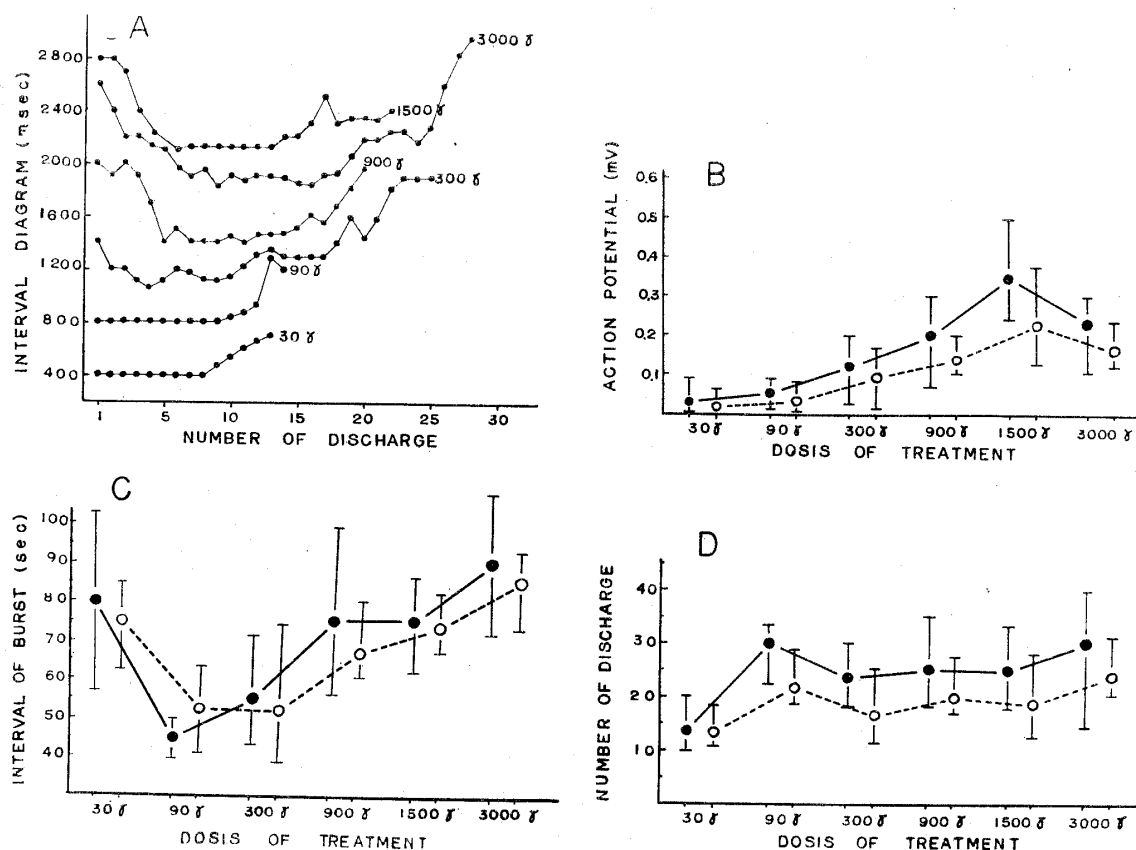
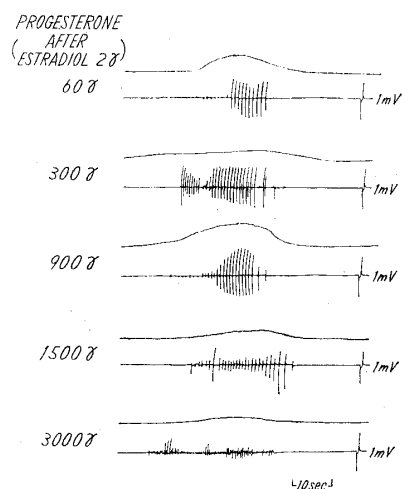


Fig. 6. Estradiol 2γ 処置後, Progesterone 投与した場合の子宮活動電位

左の数字は Progesterone の投与量を示す. 各々について上の曲線は収縮曲線を, 下の曲線は活動電位曲線を示す.



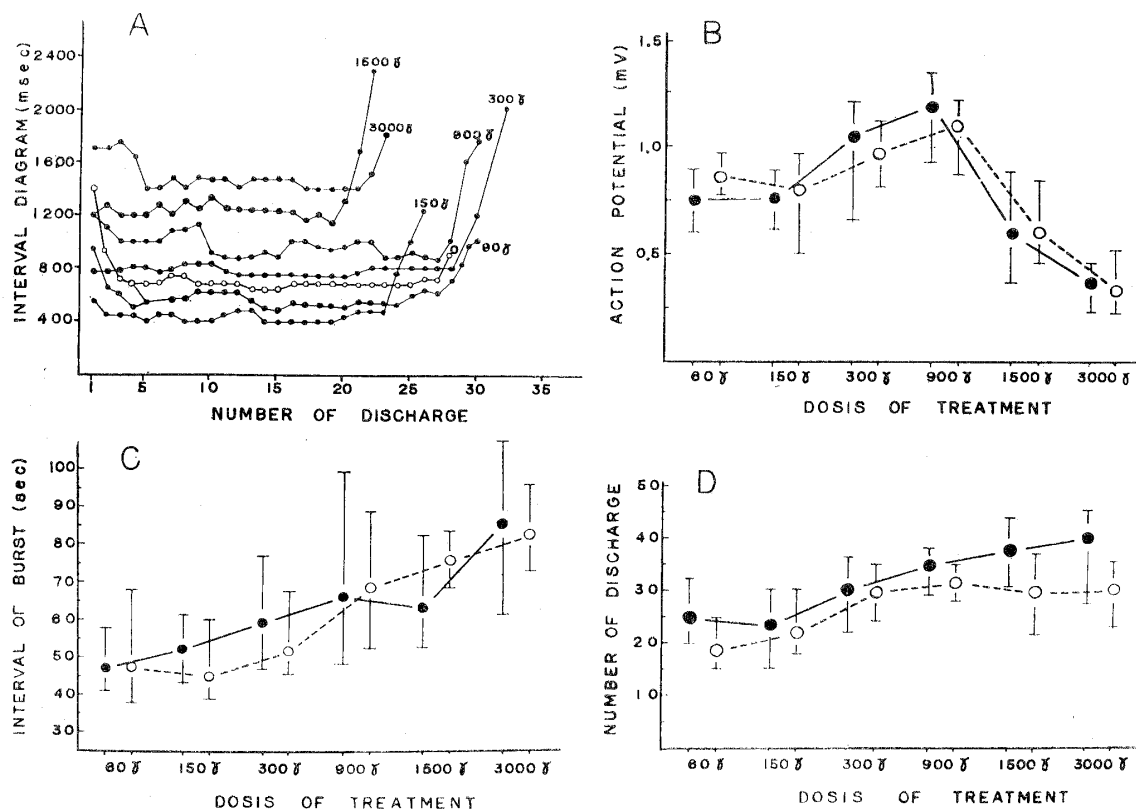
700m sec. 位である. P 300~ 900 γ 位までは強い E D作用のため対照と余り変らない (400~ 900m sec.) 投与量が増すと interval は延長し, P1500 γ では1200~ 1900m sec. となった. 平均振巾 (Fig. 7 B) は P60~ 150 γ では約 0.75mV であるが 投与量を増し P 300~ 900 γ とすると 1~ 1.2mV と増大した. 然し更に P を増し1500~ 3000 γ とすると却つて縮小し 0.4~ 0.6mV となった. E D と P は同時投与でなく E D 前処置後 P だけを投与しているのので E D の効果は実験日までの 3 日間に減弱するはずである. 事実対照として E D 2 γ 前処置後 P を投与せず 3 日後に行つた実験では平均振巾は 0.64 mV であつた. 然し P 300~ 900 γ 投与により相変わらず大きな, E D 型の放電が見られるのであるからあまり大量でない P には E D により獲得した放電能力をそのまま保持する作用, 又は減弱して行く E D の効果を補う作用と云つたものもある様に思われる. burst 間 interval

Fig. 7. Estradiol 2 γ 処置後 Progesterone 投与時の子宮活動電位の性状

A. interval diagram B. 平均振幅

C. burst 間 interval D. 1 burst の平均放電数

B, C, D図の実線は自然時の放電. 点線は atonin 投与時の放電によるもの.



(Fig. 7. C) はPの増量と共に延長する. burst の平均放電数 (Fig. 7. D) はPの増加と共に増える 傾向があり, atonin はその放電数を幾分減少させた.

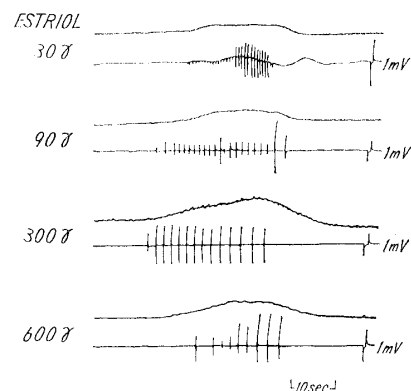
4) estriol 処置群

曾てETはEDや estron の metabolite²⁷で生物学的作用はないものと考えられていたが, Puck (1956²⁸) の発表以来子宮下部の腺及び結合織に選擇的に作用することが知られて来た. 然し子宮体の筋に対する作用に就ては何らの知見も得られていない. 私はET投与下の子宮よりED型の波形とは質的に異つた活動電位が記録出来ることに注目し本実験を行つた. 概括すると Fig. 8の如くETの少量投与群(15 γ ~90 γ)では極めてED群に似た活動電位が得られ, 大量投与群(300~600 γ)では分娩時の活動電位に極めて類似のものが得られた. 即ち大量投与群では子宮収縮によく合致した主放電が現われ, 一般に前駆放電を伴わないものが多かつた. 波形はほぼ全例に於て最も単純な2相性又は3相性を示し, spikeの持続時間は延長し放電間隔も (Fig. 9 A) 延長

Fig. 8. Estriol 処置群の子宮活動電位

左の数字は投与量を示す.

各々に於て上の曲線は収縮曲線を, 下の曲線は活動電位を示す.



した. atoninを併用すると分娩時の放電間隔1300~1700 m sec に一層近い値が得られた. 平均振幅 (Fig. 9 B) はET15~30 γ では小さく0.5~0.75mVであるがET90~300 γ で peakを示し約1.4mVとなり, ET600

昭和40年2月1日

氏 家

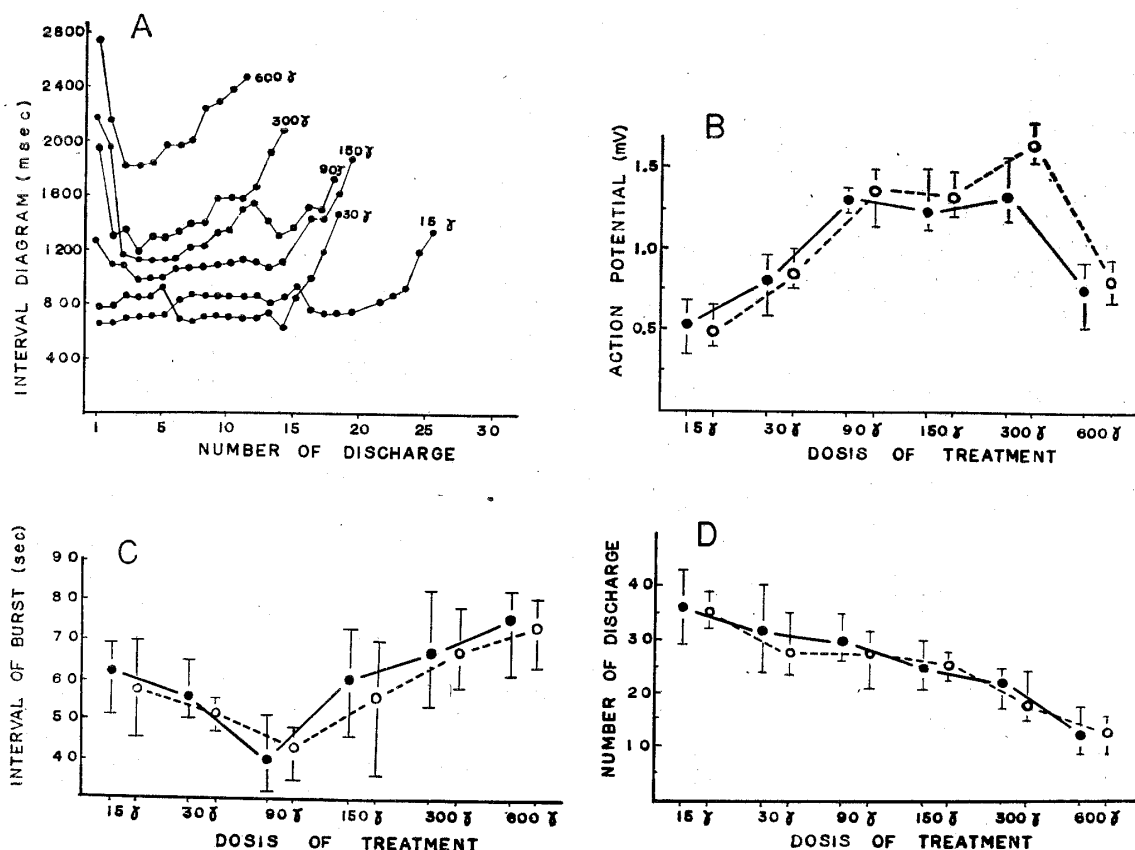
115—13

Fig. 9. Estriol 処置群活動電位の性状

A. interval diagram B. 平均振巾

C. burst 間 interval D. 1 burst の平均放電数

B, C, D図に於ける実線は自然時の放電. 点線は atonin 投与時の放電による.



γではかえって小さくなった. atonin は E T 90 γ 以上のものに効果があり振巾の増大をもたらすが, E T 300 γ のものに特に効果が著明であった. これは筋細胞間の coordination が更に良くなった結果であろう. burst 間 interval (Fig. 9. C) は 90 γ 処置群を最小としてその前後に於て増大を示した. burst の平均放電数 (Fig. 9. D) も特徴的で E T 15~30 γ 投与群では 30 個以上だったものが投与量が増すと減少し始め, E T 300~600 γ では平均 11 個となった. この値は分娩時の値とほぼ等しい. 活動電位の伝播性は E T 投与により極めて良好になり, 子宮全域が一体となって収縮, 弛緩する態勢を示した. 伝播速度は E T 中等量投与群では 9.8~13.6 cm/sec の値を示した. 以上の様に E T 群の活動電位は分娩時のそれに近似するが, atonin は更に両者を接近させる作用を示した.

5) 妊娠, 分娩, 産褥群

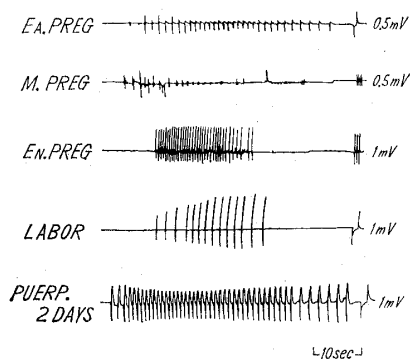
妊娠初期の活動電位の波形は Fig. 10 の EA. Preg.

Fig. 10. 妊娠・分娩・産褥時の子宮活動電位

EA. PREG. は妊娠初期

M. PREG. は妊娠中期

EN. PREG. は妊娠末期を夫々示す.



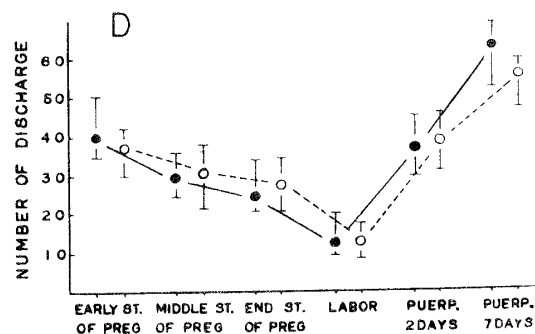
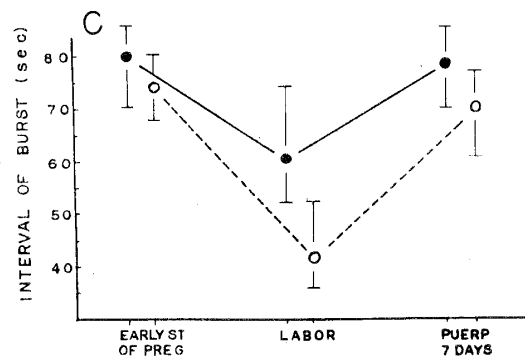
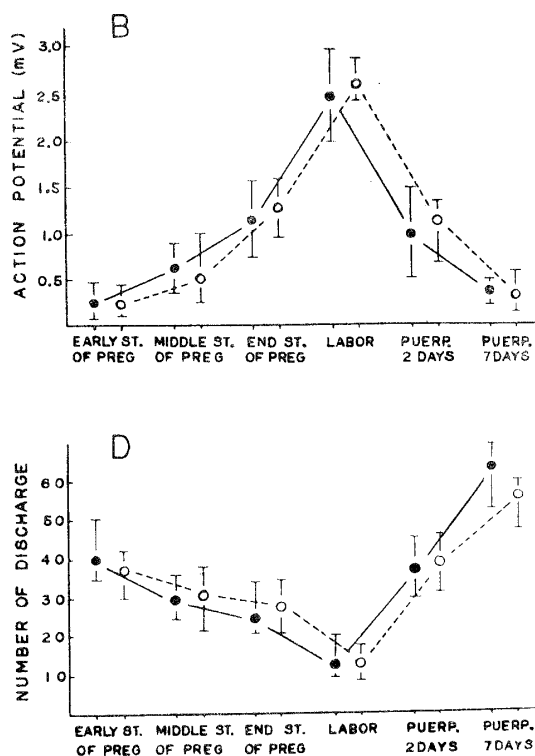
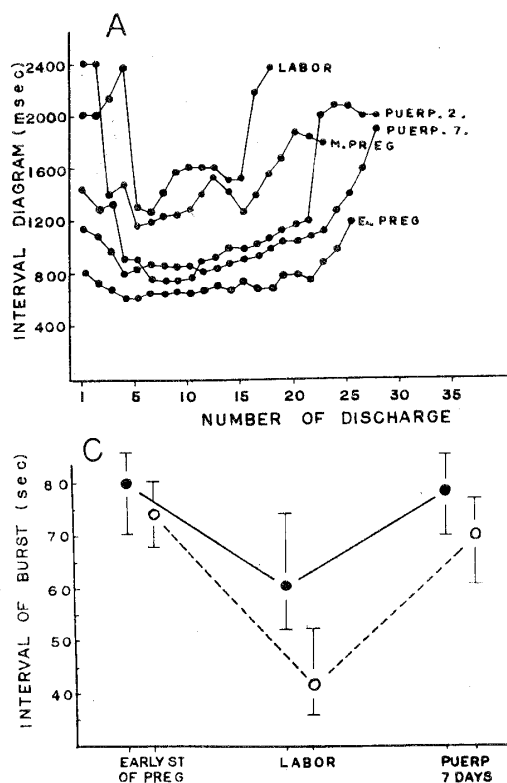
に示した. この波形は妊娠初期によく見られるもので, 比較的規則正しく, 小振巾の波形が出現するが, 個々の spike が多相性となっているものが多い. 時として burst が延長し, 数十秒から数分におよぶものもあつた. これ

Fig. 11. 妊娠・分娩・産褥時活動電位の性状

A. interval diagram. B. 平均振巾

C. burst 間 interval D. 1 burst の平均放電数

B, C, D図に於ける実線は自然時の放電. 点線は atonin 投与時の放電によるもの.



は妊娠初期の子宮は運動性に乏しく、収縮変化よりも緊張変化が主体となっていることを示すものであろう。次に妊娠中期のものは種々の速波や遅波が全く不規則に出現し、burst の持続は比較的短く、又 P 投与時と同様に個々の波形や放電間隔等を明確にしがたく、かつ正負の spike が混在しているものが多かった。これは P. dominant の子宮と同様個々の筋の興奮性の無秩序化や incoordination の状態を暗示している。分娩予定日が近づくと放電波形は妊娠初・中期のものに比べて大部変化し、妊娠末期のもの即ち Fig. 10 E_N. Preg. で示すように、時折り 2～3 相性の大きな振巾の spike が短い放電間隔で出現するようになる。妊娠末期の活動電位にはこの他 E_D 型的、E_T 型の性格の窺えるものや、E_P 群に類似の波形も得られた。分娩時の活動電位は Fig. 10 labor に示したが、ほぼ 2 相性の極めて規則正しいもので、放電振巾は 1～2 mV であり、spike の持続時間がやや短縮し、放電間隔の延長や放電数の減少等が見られる。放電は収縮と完全に一致して卒然と始まり 10 数個の放電の

のち卒然と消失した。burst と burst との間には全く放電は現れず、間歇期には electric silence の状態を示した。分娩時の波形は Fig. 8 の E_T 300～600 γ 投与時の波形とほとんど同じである。産褥 2 日目の波形は burst の放電数も多く、振巾も E_D、E_T 型の活動電位と同様の傾向を示したが、7 日目になると放電は極めて小振巾となり、かつ不規則となった。atonin は分娩予定日のもの、分娩中のもの、産褥 2 日目のもの等に振巾増大作用を示したが、この作用は著明なものでなく、atonin の投与量を増して行くと却つて放電振巾は小となり不規則性を増し、burst も不規則に延長して contracture の状態に移行した。これ等の子宮電図の性格は Fig. 11 に示した通りである。分娩直後の活動電位は全く coordinate しており伝播速度を計算すると 12.6～15.8 cm/sec であった。この様に分娩時に於ては E_T 群よりも更に伝播速度、伝播範囲は増大しており、子宮収縮は端から端まで一斉に、同一の興奮となつて収縮を行うことが知られた。

V. 総括並びに考按

1) 細胞外電極法と細胞内電極法

細胞内電極法による後藤ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾の知見によれば、E及びP共に減退した分娩3～4日後の家兎子宮膜電位は極めて低く平均35 mV 程度であるが、E 50 γ /day を3回投与すれば膜電位は増大し約48 mV に、P 5 mg/day も同時に投与すれば55 mV まで増大したと云う。即ち産褥家兎では静止電位は異常に低く、従つて強い陰極抑制現象 (cathoden depression) のために活動電位は小さく子宮の自発運動も著しく減退しているが、E処置により筋細胞の膜静電位は増大し、抑制がとれて子宮平滑筋の正常活動に適した状態がもたらされる。これにPを投与すると静止電位を更に増大させ、却つて今度は膜を過分極に陥れて陽極抑制 (anodal depression) の状態にし興奮閾値の増大から活動電位の発生は抑制され、興奮伝播の安全率は低下し、興奮は局所的となり、各細胞の coordinate は低下すると考えられる。Jung¹⁰⁾¹¹⁾ や Marshall²⁾ もラットで同様の知見を得ている。私が本実験を通じて述べた細胞外電極法による活動電位の諸性質は、この様な諸家の細胞内電極法による報告と根本的に合致するものである。即ち細胞外電極法でも、典型的ED・ET型波形の活動電位は interval diagram, 振巾, 放電頻度, 伝播速度の点から分析して, depolarize された去勢子宮がホルモンにより著明に repolarize される状態を良くとらえており、P型波型及びEに対して大量のPを用いた場合のE P型波形は共に hyperpolarization によつて anodal block された状態を良く反映していると見做することが出来る。従つて緒言に述べた如く細胞内電極法は分析能力が優れている反面操作が困難で、到底臨床応用の可能性がないが、本研究から操作の容易な細胞外電極法が之に代つて充分診断的価値のあることが立証され、子宮電図に於ける臨床応用の面に端緒が開かれたものと云えよう。

2) 細胞外電極法による子宮電図の分析法に就て

骨格筋に於ては放電頻度がその収縮力と平行して密接な関係にあることは周知の事実であるが、子宮筋ではこの関係が多少異なる。即ち強力な子宮収縮時に放電間隔が比較的延長し放電数が減少しており、他方P大量投与時の如く収縮力が弱い時期にむしろ放電間隔は短縮し放電数が多いからである。これは興奮の伝播性や motor unitやその他の性状が平滑筋と骨格筋で相違していることに依るものであろう。従つて私は細胞外電極法による子宮電図の分析法に平滑筋の生理学的特性を良く表現す

るものとして interval diagram, 振巾高, 一burstの放電数, burst間の interval, 伝播速度の5項目を採用し、その各々の解釈並びに算出法を前述の如く規定した。以上の5項目の検討を行えば内分泌環境の状況に応じてED型, ET型・EP型・P型及び妊娠各期の子宮電図を分類することが出来、同様にして未知の子宮資料から内分泌の作用態度を判定することが可能である。各数値に関しては将来人子宮電図で追試したいと考えている。内外文献を通覧するに従来斯る分析法を行つたものに接しないので、本法は細胞外電極法による子宮電図の分析法として嚆矢となるものであろう。

3) 分娩機序に於ける estriol の意義

ETが妊娠経過中、他ホルモンに比して数倍多く分泌されることが Streit¹³⁾ 及び Tsutsulopulos¹⁴⁾ 等によつて報告され、そのETは主として胎盤で産出されることが知られている。然らば斯る大量のETは妊娠、分娩の生理上如何なる意義を有するのであろうか。Puck & Hübner⁶⁾ が強調している様に妊娠末期に於ける多量のETが骨盤軟部組織の軟化、頸管及び腔腔の拡大を促進する事実は既に承認されているが、然し筋生理学的意義については未だ知られていない。私は斯る意味でET投与時の活動電位を追求して来たが、その結果、ETの比較的少量投与時の波形は極めてED型波形に類似するが、大量投与時の波形はED型と異なり全く分娩時の活動電位と近似することを知つた。EDやPを単独に、又はこれらを如何なる比率に混合投与しても決して分娩時の如き活動電位を得ることは出来ないから、分娩時の子宮筋の電気生理学的活性にETが極めて重要な位置を占めていることが想像される。又ET型活動電位は分娩時活動電位に近似のものであるが、これを一層近似のものとするのは後葉ホルモンの併用であることを認めた。ETの活動電位に関する報告は細胞外電極法にも細胞内電極法にも全くなく、その点本研究は新しい領域と思われる。只人体と異なり、ラット生体ではETの存在がそれ程重要性をもつておらず、ETが分娩時活動電位の発生に極めて有効であると云えても、必須の要因であると云うことは出来ない。従つて、ETの分娩機序に於ける意義は更に人体に依つて追試されねばならない課題である。

4) progesterone の子宮筋活動電位賦活作用

細胞外電極法によるPの作用はEDとは逆に子宮平滑筋に対して抑制因子として働くものと云われて来た。然るに私の成績では放電間隔が延長している去勢子宮にP

を作用させるとその間隔を縮小させることが見られ、P単独の場合、又はED処置したものにPを追加した場合振巾増大作用があり、殊にPの少量又は中等量では賦活因子となることが証明された。この所見はPに関する細胞内電極法的知見とも一致するものである。然し何れにせよPの大量は必ず抑制因子として作用した。

5) 後葉ホルモンの子宮筋活動電位に及ぼす作用

Goto¹⁵⁾等が細胞内電極法で観察した知見では atonin は膜電位を脱分極させる作用がある。atonin の作用は膜電位以外に Ca^{++} やその他の影響を受けるので速断を許されないが、私の細胞外電極法に於ける成績は atonin の脱分極作用の事実と良く一致した。即ち去勢子宮・少量のP・ED・ET投与子宮では活動電位活性を抑制し、中等量のED・ET投与子宮では亢進せしめた。前者では元々膜電位が小であるところを atonin が更に脱分極してCathodal blockを深め、後者では過分極に陥りつつあった細胞を atonin が適度に脱分極して活性を亢めたと解することが出来る。要するに後葉ホルモンは常に電位活性を賦活するのではなく、性ホルモンの支配環境によつて作用を異にすることを知った。又大量の atonin を投与すると細胞外電位は消失するが、この時の子宮筋は contracture を起しており、膜電位は過脱分極を起している事実と併せて考えると良く理解出来る。

VI. 結 語

estradiol, estriol, progesterone, estradiol progesterone 各投与時及び去勢、妊娠、分娩、産褥各期に於けるラット子宮電図から次の所見を得た。

1) 子宮電図を細胞外電極法で誘導する際、波形、振巾、interval diagram, burst 間 interval, 放電数、伝播

速度、伝播域の諸項を検討することにより子宮筋の性状を診定し得ることを知り、適当な分析法を選べば臨床的利用が可能であることを認めた。

2) Progesterone は電氣的活性を抑制するばかりでなく、少量では亢進的に作用することを知った。

3) estriol は分娩時子宮電図に見られる特異像を他の hormone に比して最も良く再現するもので、分娩発来機転上注目すべき見解を得た。

4) 後葉ホルモンは性ホルモンの影響を受けて促進的にも抑制的にも作用することを認めた。

終りに九嶋勝司教授及び一条元彦講師の御指導を深謝し、尚本研究に御指導、御助力をいただいた東北大学第二生理学教室本川弘一教授、田崎潤三助教授に感謝致します。

文 献

- 1) 一条他：日産婦，13：1213，1961。 —2) 一条，氏家：日不妊，5：8，1960。 —3) 一条，氏家：日不妊，5：108，1960。 —4) 一条，他：臨婦産，15：595，1961。 —5) Goto, M. & Woodbury, J.W.: Federation Proc. 17：58，1958。 —6) Puck, A. & Hübner, K.A.: Acta Endocrinol. 22：191，1956。 —7) 後藤他：生体の科学，10：231，1959。 —8) Goto, M. & Csapo, A.: Biol. Bull. 115：335，1958。 —9) Goto, M. & Csapo, A.: J. Gen. Physiol. 43：455，1959。 —10) Jung, H.: Arch. Gyn. 191：224，1958。 —11) Jung, H.: Arch. Gyn. 129：96，1959。 —12) Marshall, J.M.: Biol. Bull. 177：419，1959。 —13) Streit, K.: Zbl. Gyn. 62：1252，1938。 —14) Tsutsulopulos, G.: Arch. Gyn. 167：403，1938。 —15) Goto, M.: Jap. J. Physiol. 10：427，1960。

(No. 1729 昭39・4・6 受付)