Ballistocardiogram に関する臨床的研究

第3報 二、三降圧剤使用時の変化

東京大学医学部分院内科（指導 坂本秀夫教授）

山 田 満 雄

CLINICAL STUDIES ON THE BALLISTOCARDIOGRAM

(3 REPORT) BALLISTOCARDIOGRAPHIC RESPONSES IN HYPERTENSIVE PATIENTS TO ACUTE EXPERIMENTS OF DEPRESSOR DRUGS

BY

Mitsuo Yamada

Medical Department of Branch Hospital,
the University of Tokyo, School of Medicine
(Prof.: Hideo Sakamoto)

This study concerns the longitudinal and lateral ballistocardiographic responses of 20 hypertensive patients to parenteral administration, in acute experiments, of 1-hydrazinophthalazine, pentolinium tartarate, benzyliimidazoline and amobarbital sodium.

Each drug proved capable of producing a striking changes of abnormal ballistocardiographic pattern toward normal and of increasing IJ amplitude in certain patients. With respect to qualitative improvement in the ballistocardiogram the order was: 1-hydrazinophthalazine, pentolinium tartarate, benzyliimidazoline and amobarbital sodium (listed in decreasing order). With respect to increasing of IJ amplitude the following was the order: 1-hydrazinophthalazine, pentolinium tartarate, amobarbital sodium and benzyliimidazoline. But the ballistocardiographic changes did not always paralleled the hypotensive response of blood pressure. However, benzyliimidazoline produced the marked ballistocardiographic response without lowering the blood pressure.

緒 言

Ballistocardiography は心電図、心カテーテル法などの検査法とは全く異なつた性質の検査方法であつて、Starr¹⁾ の発表以来多くの研究成績が発表されていることは、すでに述べたが、その装置が歪を伴ない易いことを指摘されて、今までに本法に関して物理的、または、機械的研究が行われ、最近になつて、ようやく、歪の少ない、臨

床的に満足し得る装置を von Wittern²⁾, Scarborough³⁾, Deuchar⁴⁾, 米山⁵⁾, 笹本⁶⁾ らが報告している。そして、これらの装置を用いて種々の臨床成績が発表されている。わたくしは、すでに、米山の発表した装置を利用して正常健康人、本態性高血圧症患者より得られた成績を述べたが、本報においては、高血圧患者に 1-Hydrazinophthalazine, Pentolinium tartarate, Benzyli-

midazoline, および Amobarbital natrium を使用して認められる Ballistocardiogram の変化について検索を行なつたので報告する.

検査対象

収縮期圧が 180mmHg 以上, 拡張期圧が 120mmHg 以上の高血圧患者20例を本実験の対象とした. 性別は男子13例, 女子7例で, 年齢は40~59才, 平均52.3才である. 心電図検査では心肥大, 冠不全, あるいは, 心筋硬塞の如き異常を示すもの, X線検査によつて心陰影, 縦隔洞に変化のあるもの, 心臓部聴診により心雑音を聴取し得るもの, 蛋白尿のあるもの, および, 已往に心不全, または, 心喘息を起した症例は本研究の対象より除外した.

検査方法

装置は前に述べたように, 米山の vector Ballistocardiograph を用いた. 被検者は已報の通り, 少なくとも, 食後3時間以上を経過し, Ballisto-

cardiograph 上で, 少なくとも20分は安静を保たせた後に, 10分の間隔で2回記録を行い, 次に, 下記に述べる降圧剤を使用して Ballistocardiogram の変化を追求した.

検査に使用した薬剤.

A) 1-Hydrazinophthalazine

20~10mg, 平均15.8mgを筋肉内に注射し, 注射後30分, 60分に Ballistocardiogram を記録し, 同時に血圧を測定した. なお, 60分で血圧の下降が著明の場合には, 90分, 120分後に検査を行なつた症例もある.

B) Pentolinium tartarate

25mg を筋肉内に注射し, 1-Hydrazinophthalazine の場合と同様に検査を行なつた.

C) Benzylimidazoline

10~20mg, 平均18.2mgを静脈内に30秒前後で注入した. 注入後2分, 4分, 6分, 8分, 10分目に30秒, ないし1分間 Ballistocardiogram を記

第1表 各種降圧剤による血圧降下度とその使用量

	血圧降下度		使用量	
	平均	範囲	平均	範囲
1-Hydrazinophthalazine	23/20	10/15~50/35	15.8mg	20mg~ 10mg
Pentolinium tartarate	28/22	15/13~60/40	25mg	25mg~12.5mg
Benzylimidazoline	10/5	0/0 ~20/10	18.2mg	20mg~ 10mg
Amobarbital natrium	15/8	10/8 ~15/12	333mg	500mg~ 250mg

第2表 各種降圧剤の注射前後にみられる波形異常の変化

	症例数		small H	large H	abnormal I	wide I	notched I	shallow I	notched IJ	計
1-Hydrazinophthalazine	15	前	2	5	2	5	5	5	5	34
		後	2	5	0	0	2	3	3	18
Pentolinium tartarate	10	前		4	2		3	5	2	16
		後		3	0		2	4	1	15
Benzylimidazoline	10	前	2	8	2		8	5		25
		後	0	6	1		3	2		12
Amobarbital natrium	5	前		5		5	5	5		20
		後		3		4	5	5		17

第1図. 1-Hydrazinophthalazine 使用例. N.S. ♀, 52才 血圧 195/105 mmHg

1-Hydrazinophthalazine 20mg筋肉内注射後30分 血圧 150/80mmHg

第2図. Pentolinium tartarate 使用例 N.O., ♂, 58才 210/105 mmHg

Pentolinium tartarate 使用後30分 血圧 160/100 mmHg

録し、次に血圧を測定した。本剤を使用した場合に認められた血圧降下の程度は軽度で、かつ、その持続時間も短いので、10分以上追究した症例はなかった。

D) Amobarbital natrium

250～500mg, 平均 333mgを3ないし5分間に静脈内に注入し、注入後5分おきに30分まで記録を行なった。

検査成績

A) 降圧剤の使用量と血圧下降度

上記の四種の薬剤の使用量と、その血圧下降度は第1表に示すとおりであつて、1-Hydrazinophthalazineの血圧降下作用が最も強く、Pentolinium tartarate, Benzylimidazoline, Amobarbital natriumの順で小となつてゐる。

B) 各種降圧剤の Ballistocardiogram の波形に及ぼす影響

1-Hydrazinophthalazine 注射時の Ballistocar-

第3図. Imidalin 注射例. 患者M.H. 53才 血圧 190/105

第4図. Amobarbital natrium 使用例. E.F. ♀, 50才 210/120 mmHg

diogram の変化は第1図, および, 第2表に示すとおりである. すなわち, 注射前にみられた各種の変化は, ほゞ半減していることが認められ,

特にH I脚の異常, 異常なI波, 浅いI波などが著明に減少し, H波, および, J波の異常も減少する傾向が認められる. しかし, このような変化

第3表 各種降圧剤の注射前後にみられる波形異常の変化

	smal H	large H	abnor- mal HI	wide I	notched I	notched IJ	shallow I	計
注 射 前	4	18	6	10	21	7	20	86
注 射 後	2	11	1	4	12	4	14	48
減 少 率	50%	61%	17%	40%	57%	57%	70%	56%

第4表 各種降圧剤注射時にみられる波形の振幅の変化

	症例数		H I 脚	I J 脚	HIE/HI	IJE/IJ	HI/IJ
1-Hydrazinophthalazine	15	前	+56%	+35%	50.6%	55.1%	63.3%
		後			62.3%	58.8%	69.7%
Pentolinium tartarate	10	前	+20%	+22%	66.7%	60.0%	89.9%
		後			72.0%	50.0%	53.4%
Benzylimidazoline	10	前	+16%	+19%	45.9%	50.1%	64.8%
		後			66.1%	52.8%	69.7%
Amobarbital natrium	5	前	+32%	+30%	55.6%	53.5%	52.0%
		後			60.0%	70.0%	68.9%

第5表 各種降圧剤注射時にみられる左右軸の
Ballistocardiogram にみられる変化

	症例 数	著変	軽度	不変
1-Hydrazinophthalazine	15	2	5	8
Pentolinium tartarate	10	1	4	5
Benzylimidazoline	10	0	2	8
Amobarbital natrium	5	0	2	3

は血圧の下降とは必ずしも並行せず、降下とともに異常な波形が出現した症例もあった。第2表において、注射後の変化の数にはこの様な症例も含まれていることは注目すべきである。

Pentolinium tartarate 注射後の Ballistocardiogram の変化は第2図、および、第2表に示すとおりである。すなわち、注射前にみられた各種の変化は注射後に減少して、その縮小率は37.5%である。H I 脚の異常は 1-Hydrazinophthalazine の場合と同じく消失しているが、異常なH波、浅いI波などの異常なI波は残っている。本剤使用時にも 1-Hydrazinophthalazine 使用時と

同様に、注射前に異常が認められないもので、使用後に異常な波形が出現した症例があった。

Benzylimidazoline 注射後の Ballistocardiogram の変化は第3図、および第2表に示すとおりである。注射前にみられた Ballistocardiogram の異常は注射後減少している。第1表より明らかとなっており、Benzylimidazoline 注射によって血圧の下降は比較的小さかったが、波形の変化がきわめて明らかなものと、ほとんど、変化のないものとに分れているように思われるのは、1-Hydrazinophthalazine, Pentolinium tartarate, および Amobarbital natrium の使用時にみられない変化であつた。

Amobarbital natrium 注射時の Ballistocardiogram の変化は第4図、および、第2表に示すとおりである。すなわち、注射前の Ballistocardiogram の異常の減少は著明でないが、H波の変化が、やゝ減少する傾向が認められた。

以上を小括すると次の如くなる。

a) 各種降圧剤の使用によって Ballistocardiogram の異常の頻度は、減少する傾向がある。この

傾向は 1-Hydrazinophthalazine, Benzyylimidazoline, Pentolinium tartarate, Amobarbital natrium の順で弱いようである。

b) Ballistocardiogram の各波の波型の変化は第3表に示したように、H I脚の異常と、異常に広いI波の減少は著明で、大きいH波と浅いI波の、注射後の頻度の減少の傾向が小さいように思われる。

c) 各種降圧剤の Ballistocardiogram の振幅に及ぼす影響

1-Hydrazinophthalazine 注射によつてH I振幅、およびI J振幅は増加の傾向が認められる。すなわち、H I脚の振幅の増加は56%、H J脚の振幅の増加は35%である。しかし、I_JE/I_JI比、H_IE/H_II比、および、H I/I J比には明らかな変化が認められない(第4表)。

Pentolinium tartarate 使用時にも 1-Hydrazinophthalazine の場合と同様に、H I脚、I J脚の振幅は増加しているが、H_IE/H_II比と I_JE/I_JI比は著明の変化が認められず、H I/I J比は著明の減少が認められる。

Benzyylimidazoline, および、Amobarbital natrium 注射時にも前二者と同様の変化が認められるが、すでに述べたように、降圧の程度が小さいので、変化もあまり明かでなかつた。

以上に述べた所を小括すると、各種降圧剤の使用によりH I脚、およびI J脚の振幅は増大し、その増大の大きさは 1-Hydrazinophthalazine, Pentolinium tartarate, Amobarbital natrium, Benzyylimidazoline の順に小となり、かつ、血圧の下降度と振幅の変化の間に、必ずしも、並行関係は認められなかつた。H_IE/H_II比、I_JE/I_JI比、および、H I/I J比は注射によつて著明の変化が認められなかつた。

D) 各種降圧剤の左右軸の Ballistocardiogram に及ぼす影響

降圧剤使用前後にみられる頭足方向の Ballistocardiogram の変化については上に述べたので、以下に左右軸の Ballistocardiogram の変化につ

いて述べる。左右軸の Ballistocardiogram は頭足軸の Ballistocardiogram に比してその振幅が小で、かつ、波形の分析も充分に行われていないので、わたくしは注射前後における左右軸の Ballistocardiogram を比較して、著変、軽度に変化したもの、および、不変の3群に分けて検討した。著変とは振幅、波形両者に変化があるもの、軽度に変化したものとは振幅、波形のいずれかに強い変化があつたもの、不変とは振幅、波形に変化のなかつたものである。1-Hydrazinophthalazine 注射時には13%に著変を、33%に軽度の変化が認められた(第5表)。Pentolinium tartarate 使用時には10%に著変を、40%に軽度の変化が認められた。Benzyylimidazoline の注射後には軽度の変化を示したものは20%で、80%では不変であつた。Amobarbital natrium の場合には40%で軽度の変化がみられ、60%は不変であつた。すなわち、検査回数35回中、著変を示したものは3回(9%)、軽度の変化を示したものは13回(37%)で、不変のものは24回(54%)であつた。

なお、このような変化は頭足軸の場合と同じく、必ずしも、血圧の下降と並行関係は認められなかつた。

考 案

Ballistocardiogram に及ぼす各種薬剤の効果については、Digitalis⁸⁾, Quinidine⁹⁾, Epinephrine¹⁰⁾, Visamin¹¹⁾, Nitroglycerin, および、その誘導体¹²⁾, Nicotine¹³⁾, 自律神経遮断剤, Ether などに関して行われ、Apresolin, Hexamethonium, Veratrone, Regitine, および Sodium amytal については Roehm et al¹⁴⁾, Apresolin については Riven et al¹⁵⁾ が、Hexamethonium, および, Pentamethonium については Grobe et al¹⁶⁾ がその結果を報告している。他方、本邦においては徳政¹⁷⁾が報告しているに過ぎない。

また、高血圧患者にみられる Ballistocardiogram の異常については多くの発表があるが、それらの異常波形の原因、または、成因については明らかでない点が多く、血液を駆出する力が小とな

つているためであると考えられている。そしてK波以後の波については、すでに述べたように、装置による歪を受け易いので検討しないが、H波、I波、および、J波の異常波形についても血圧、心拍出量、駆出速度、あるいは、末梢抵抗などが関与していることは明らかである。しかし、昇圧物質を正常血圧、または、低血圧を示すものに注射しても波形に変化を生ぜず、振幅にのみ変化がみられるとの報告もある。すなわち、血圧の変化のみが Ballistocardiogram の波形を決定する大きな因子でないことが認められる。

1-Hydrazinophthalazine を用いて Roehm et al¹⁴⁾ は、著明な波形の改善を最大心力の増加を認め、Riven et al¹⁵⁾ は Ballistocardiogram の波形と振幅に有益な変化が認められたと報告している。わたくしは、すでに述べたように、波形、振幅に著明の変化を認めたことを述べたが、これは Roehm et al¹⁴⁾、および、Riven et al¹⁵⁾ の報告と一致するものである。

Pentolinium tartarate を用いた結果を、Grob et al¹⁶⁾、Roehm et al¹⁴⁾、徳政¹⁷⁾ は述べている。Grob et al¹⁶⁾ は methonium 化合物を静脈内に注入し、14例中5例に改善、6例が不変であったと報告し、Roehm et al¹⁴⁾ は Hexamethonium を用いて Ballistocardiogram の波形、および、最大心力の変化に一定の傾向がみられないとしている。わたくしは、本剤では、1-Hydrazinophthalazine 使用時に比較して Ballistocardiogram の異常波形の減少率が小さく、かつ、使用前より使用後に変化を示した症例が多かつたことは上記の所見と一致し、興味のある点である。

Benzylimidazoline を用いて Roehm et al¹⁴⁾ は、血圧の降下が著明でない例で Ballistocardiogram の波形の変化が著明なことがあると述べ、また、Benzylimidazoline の誘導体である Regitine を用いて同様の傾向があると述べて、わたくしの得た結果と、ほぼ、同一の所見を發表している。

Amobarbital natrium を使用した例はないが、

Sodium amytal を用いて、Roehm et al¹⁴⁾ は、かなりの率で Ballistocardiogram に変化を生ぜしめたと述べ、Scarborough¹⁸⁾ はイヌにおいて morphine-barbiturate を使用した成績を發表しているが、わたくしの得た成績は、すでに述べたように変化が少なかったが、これは使用量の相違によるものと推定される。

以上、主として頭足軸の Ballistocardiogram について述べたが、左右軸の Ballistocardiogram について、このような変化を追究したものは、Scarborough¹⁸⁾の動物実験以外に認められない。March¹⁹⁾ は左右軸の Ballistocardiogram の変化を考慮して呼吸性変動を検討し、Honnig は健康成人について述べているが、各種薬剤の影響、あるいは、それ以外の問題について、今後十分の検討を要する分野である。

降圧剤の使用後 Ballistocardiogram に異常波形が出現することは、すでに、わたくしも述べ、Roehm et al¹⁴⁾、Grob et al¹⁶⁾も述べているが、Roehm et al¹⁴⁾ はこの原因について、大循環系の血圧下降に伴ない、冠血流の減少、末梢血管拡張による血流の貯留と、それによる静脈還流の減少、心筋に対する直接作用、心予力の減少をあげ、Scarborough¹⁸⁾ は薬物の心筋に対する直接作用を考え、Grob et al¹⁴⁾ は急激に生じた交感神経遮断作用によるとして、さらに、検討を期待される部分である。

結 論

20例の本態性高血圧患者に各種降圧剤を用いて次の如き結果を得た。

(1) 1-Hydrazinophthalazine 使用後には波形異常の減少、振幅の増大が著明に認められた。

(2) Pentolinium tartarate 使用後には1-Hydrazinophthalazine ほど著明の変化が、Ballistocardiogram に認められなかつた。

(3) Benzylimidazoline、および Amobarbital natrium 使用後には、異常波形、および、振幅の変化が少ないが、Benzylimidazoline 使用時に血圧の降下が軽度でも、著明に変化する場合が

あることを述べた。

(4) 左右軸の **Ballistocardiogram** でも降圧剤の使用により、変化が認められる。

(5) 降圧剤の使用による血圧の下降度と、波形、または、振幅の変化との間に一定の並行関係はない。

文 献

- 1) Starr, I.: Am. J. Physiol. 127 : 1, 1939. —
- 2) von Wittern, W.: Am. Heart J. 46 : 705, 1953. —3) Scarborough, W.R. et al.: Bull. Johns Hopkins Hosp. 87 : 235, 1950. —4) Deuchar, D., et al.: Circulation, 11 : 228, 1957. —5) 米山要人：呼吸と循環, 5 : 822, 1957. —6) 笹本浩

- 他：バリストカルディオグラフィー。—7) 山田満雄：日内会誌, 47 : 8, 1958. —8) Starr, I.: Am. J. Med. Sc. 202 : 469, 1941. —9) Gabner, R.: Jr. A. Libe. Im. Med. Dir. Am. 34 : 20, 1950. —10) Mandelbaum, H. et al.: Circulation, 5 : 855, 1952. —11) Nalbeski, L. et al.: Circulation 5 : 851, 1952. —12) Brandt, J. et al.: Am. J. Med. 12 : 650, 1952. —13) Caccese, A., et al.: Am. Heart J. 42 : 589, 1951. —14) Roehm, D. et al.: Circulation, 7 : 329, 1953. —15) Riven, S. et al.: Am. J. Med Sc. 14 : 160, 1953. —16) Grob, D. et al.: Circulation. 8 : 352, 1953. —17) 徳政義和：日内会誌, 45 : 1297, 1957. —18) Scarborough, R.: Am. Heart J. 54 : 651, 1957. —19) March, H.: Circulation. 12 : 869, 1955.