

原 著

Hemiplegia の digital plethysmograph による検討

東京女子医科大学 脳神経センター 神経内科学教室 (主任:丸山勝一教授)

伊 藤 綾 子

(受付 平成3年11月18日)

A Study of Hemiplegia by Digital Plethysmograph

Ayako ITO

Department of Neurology (Director: Prof. Shoichi MARUYAMA), Neurological Institute,
Tokyo Women's Medical College

Digital plethysmograph (DPG), velocity plethysmograph (VPG), and accelerated plethysmograph (APG) were followed over time during 9 weeks after stroke in cerebral infarction patients with hemiplegia, 39 in the mild group and 35 in the severe group, comparing the data with values of 30 age-matched healthy controls.

In DPG wave pattern, most patients showed the sclerotic rigid wave. The monophasic or monophasic sclerotic wave was seen in the severe group, which suggested the existence of peripheral arteriosclerosis. In HV and PH which show the peripheral blood flow volume, the paretic side was higher than the normal side for 1~8 weeks after stroke, and normalized within 5~9 weeks after stroke. This change was significant in the severe group. In Dicrotic Index (DI), the severe group was higher than the mild group and increased during the first 4 weeks, which suggested the existence of peripheral vasodilatational failure. APG wave pattern, showing peripheral blood flow volume, was improving in the mild group, but not in the severe group. In $|b/a|$, the mild group increased during 1~9 weeks, but the severe decreased, which suggested the recovery of blood flow caused by increasing of the elasticity of the artery in the mild group. The APG wave pattern and $|b/a|$ are useful in evaluating the patients' recovery course, $|d/a|$ changed during the shift in the acute and the chronic phase, which suggested that $|d/a|$ shows the details of the response of the thin artery much more than DI.

These findings suggest that the usefulness will be increased by studying not only DPG but also APG, to estimate the peripheral blood flow and the elasticity of the artery for evaluating the recovery course of cerebral infarction patients.

緒 言

片麻痺患者の四肢血流に関する研究は、指先容積脈波 (digital plethysmograph, DPG) による方法のほか、すでにいくつかの報告があるが^{1)~5)}、それらの成績の多くは多様で一定の傾向がみられない。

そこで著者は、患者側と測定面での条件をできるだけ限定して検討を加えることとした。すなわち、大脳半球に病変を有する脳梗塞患者の急性期に経時的な追跡を行い、測定方法として従来の指

先容積脈波のほか、新たにその一次微分 (速度脈波, velocity plethysmograph, VPG) および二次微分 (加速度脈波, accelerated plethysmograph, APG) を加えて検討することとした。

対象および方法

1. 対象 (表1)

1) 対照群

一般検査所見および血圧が正常で、神経系および循環器系に異常を認めない健康成人30例 (50歳代11例, 60歳代8例, 60歳代11例) で、平均年齢

表1 対象

対照群		年代	例数	平均年齢
		50歳代	11	63.6±13.2
		60歳代	8	
		70歳代	11	
脳梗塞群				
		病期	例数	平均年齢
軽症群	I期	第7病日まで	11	55.8±12.7
	II期	第8病日より第14病日まで	10	
	III期	第15病日より第28病日まで	10	
	IV期	第29病日より第63病日まで	8	
重症群	I期	第7病日まで	11	72.7±6.8
	II期	第8病日より第14病日まで	8	
	III期	第15病日より第28病日まで	8	
	IV期	第29病日より第63病日まで	8	

63.2±9.2歳である。年代を以上の3群に分けて検討した。

2) 脳梗塞群

当科に入院した脳梗塞患者で片麻痺を呈し病巣が大腦半球に局限している症例で、軽症群(不完全麻痺)39例、平均年齢55.8±12.7歳、重症群(完全麻痺)35例、平均年齢72.7±6.8歳、合計74例、平均年齢63.6±13.2歳である。病期は表1に示すように第I期からIV期に分類した。

2. 計器および測定条件

計器は、フクダ電子製 PT-703を使用し、その出力端子を微分計に接続した。記録速度は、50mm/secとした。各波形と1mV信号とは感度調整器によりその振幅を変えることができる。

測定条件は、室温は20℃前後、約10分間臥位にて安静を保った後、左右の順で測定した。手指先端部を心臓とはほぼ同じ高さとし、被検上肢の圧迫や爪マニキュア塗布のないことを確認した。

3. 方法および判読法(図1)

両側左右第2指について、DPG, VPG, APGを同時記録し、下記の項目を計測、分析した。各計

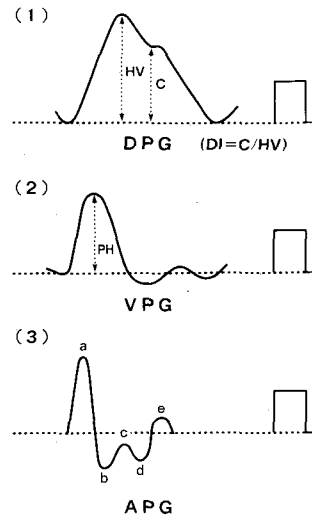


図1 各波形の計測法
(1) DPG, (2) VPG, (3) APG

測値については、対照群では年代別に、脳梗塞群は病期別、重症度別に、左右それぞれの平均値を算出した。

1) DPG

(1) 波形(図2)

DPGの波形は、吉村-宮道の分類⁶⁾に従い分類した。下記以外の波形は今回の対象の中には見られなかった。

正常後隆波(normal catacrotic wave; nc)

拡張波(dilated wave; dil)

硬性波(sclerotic rigid wave; sr)

单相波(monophasic wave; m)

单相硬性波(monophasic sclerotic wave; ms)

(2) 波高 HV (mv/v) (図1-(1))

DPGの立ち上がり点から頂点まで(縮期峰)の高さで、calibrationの高さを1.0mVとして補正した。

(3) 切痕低数 DI (図1-(1))

切痕の高さ(C)を縮期峰の高さ(HV)で除し

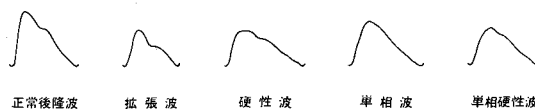


図2 指先容積脈波の波形分類

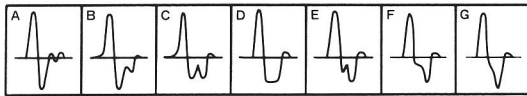


図3 加速度脈波の波形分類

た値 C/HV で表す。

2) VPG (図 1-(2))

DPG を時定数 0.01 で 1 回微分したものである⁷⁾。

(1) 波高 PH

VPG の立ち上がり点から最初の変曲点までの高さで、calibration の高さを 1.0mV とし補正した。

3) APG (図 1-(3))

(1) 波形 (図 3)

DPG を 2 回微分した波形で、a~e の 5 個の変曲点があり、佐野らにより各変曲点の位置と変曲点 a に対する変曲点 b, c, d の高さの様相より、A~G の 7 種類に分類されている^{8)~10)}。この分類において波形が A から G の方向に変化することを右方移動、その逆を左方移動と表現する¹¹⁾。

(2) |b/a|

変曲点 a の高さに対する変曲点 b の高さの比である。a が正、b が負の値をとるので、b/a は負の値となるため、値を比較しやすくするため |b/a| を用いた。

(3) |d/a|

変曲点 a に対する変曲点 d の高さの比である。d/a は、a が正、d が負の値をとるため、b/a と同様 |d/a| を用いた。

結 果

年代毎の波形の頻度を図 4 に、計測値を表 2、表 3 に示す。図 5 はそれをグラフ化したもので、軽症群健側を○、軽症群麻痺側を△、重症群健側を●、重症群麻痺側を▲で表した。

1. DPG

1) 波形 (図 4-(1))

対照群は、50 歳代は sr が多く、dil がわずかに認められた。60 歳代を越えると加齢と共に殆どの例が m, ms を示し、70 歳代では dil は認めなかった。いずれの年代でも明らかな左右差は認めなかつ

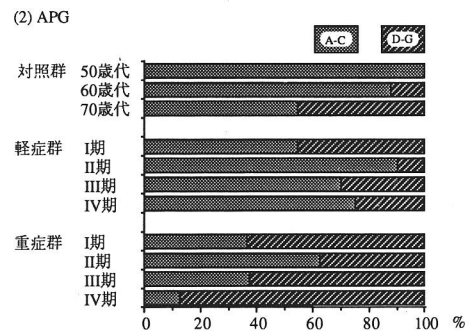
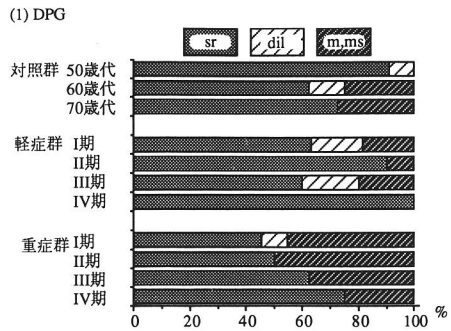


図 4 重症度および病期別 DPG 波形, APG 波形

(1) DPG, (2) APG ; それぞれ上から対照群 50 歳代, 60 歳代, 70 歳代, 軽症群 I ~ IV 期, 重症群 I ~ IV 期

た。脳梗塞軽症群は sr が殆どであるが、50 歳代対照群には認められない m, ms が 5 例に認められた。重症群よりも sr が多いが、m, ms を示すものが軽症群よりさらに多く、また 70 歳代対照群と比べても多い傾向であった。重・軽症両群とも明らかな左右差および病期による明らかな差は認めなかった。

2) HV (表 2, 表 3, 図 5-(1))

対照群では、年代別の有意差および明らかな左右差は認めなかった。

重・軽症群とも麻痺側は、健側に比べて高値を示し、その傾向は特に重症群で顕著であった。経時的には、軽症群では一定の変化を認めず、重症群では低下する傾向であった。

3) DI (表 2, 表 3, 図 5-(2))

対照群は、統計学的には年代別有意差は認めないものの、70 歳代は 50 ~ 60 歳代に比べ、やや高値

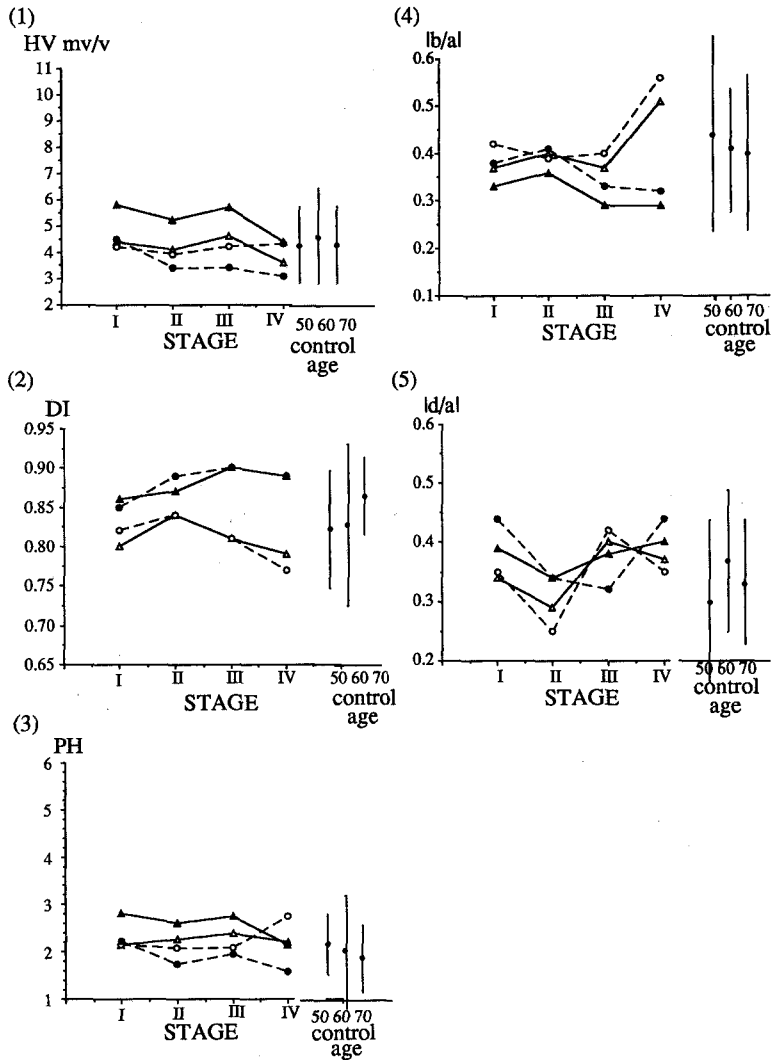


図5 重症度および病期別計測値

(1) HV, (2) DI, (3) PH, (4) |b/a|, (5) |d/a|, 軽症群健側：…○…，軽症群麻痺側：…△…，重症群健側：—●—，重症群麻痺側：—▲—

を示した。どの年代でも明らかな左右差は認めなかった。

脳梗塞群では、重症群がいずれの病期においても軽症群より高値を示したが、両群とも有意な左右差は認めなかった。経時的にみると軽症群では軽度の低下傾向を示したが、重症群では軽度上昇傾向を示した。

2. VPG

1) PH (表2, 表3, 図5-(3))

対照群は、統計学的には年代別有意差も、左右

差も認めなかったが、加齢と共に軽度低下傾向を認めた。

脳梗塞群では、麻痺側は健側に比べて高値を示し、それは特に重症群で著明であり、かつ経時的に低下する傾向を認めた。軽症群は50歳代対照群と明らかな差を認めないが、重症群は70歳代対照群よりやや高値を示した。

3. APG

1) 波形 (図4-(2))

50歳代対照群では、全例がA~Cの正常パター

ンを示した。加齢に従い、D~Gの異常パターンが増加した(右方移動)。どの年代でも明らかな左右差は認めなかった。

軽症群では、50歳代対照群に比し正常パターンの減少、異常パターンの増加がみられた。経時的には、軽症群ではI期でA~C、D~Gが同数であるが、以降はA~C(左方移動)を示すものの割合が多くなり、回復傾向が示唆される。重症群では、D~Gの異常パターンの出現率が軽症群よりも増加し、経時的にII期で一時的にA~C(左方移動)が多いものの、その他の病期ではD~Gを示すも

表2 対照群 年代別測定結果

		全体	50歳代	60歳代	70歳代
HV (mv/v)	右	4.52±1.55	4.33±1.47	4.66±1.86	4.36±1.50
	左	4.30±1.77	4.20±1.62	4.32±1.91	4.24±1.99
DI	右	0.84±0.08	0.82±0.07	0.83±0.10	0.86±0.05
	左	0.84±0.08	0.84±0.08	0.82±0.10	0.86±0.06
PH (mv/v)	右	2.03±0.82	2.14±0.64	2.01±1.16	1.85±0.72
	左	1.85±0.87	1.87±0.54	1.81±1.36	1.80±0.80
b/a	右	0.42±0.16	0.44±0.20	0.41±0.13	0.40±0.17
	左	0.43±0.15	0.45±0.16	0.42±0.18	0.42±0.11
d/a	右	0.33±0.13	0.30±0.14	0.37±0.12	0.33±0.11
	左	0.34±0.11	0.31±0.12	0.35±0.12	0.33±0.10

表3 重症度および病期別測定結果

病期		軽症群				重症群			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
例数		12	10	10	8	10	8	8	8
HV (mv/v)	麻痺側	4.42	4.06	4.64	3.59	5.82	5.18	5.66	4.42
	健側	4.24	3.94	4.16	4.34	4.45	3.36	3.35	3.11
DI	麻痺側	0.80	0.84	0.81	0.79	0.86	0.87	0.90	0.89
	健側	0.82	0.84	0.81	0.77	0.85	0.89	0.90	0.89
PH (mv/v)	麻痺側	2.15	2.26	2.38	2.21	2.81	2.60	2.75	2.15
	健側	2.15	2.09	2.08	2.74	2.23	1.74	1.95	1.58
b/a	麻痺側	0.37	0.40	0.37	0.51	0.33	0.36	0.32	0.29
	健側	0.42	0.39	0.40	0.56	0.38	0.41	0.33	0.32
d/a	麻痺側	0.34	0.29	0.40	0.37	0.39	0.34	0.38	0.40
	健側	0.35	0.25	0.42	0.35	0.44	0.34	0.32	0.44

のが多く回復傾向は認められなかった。

重・軽症群ともに明らかな左右差は認められなかった。

2) |b/a| (表2, 表3, 図5-(4))

対照群では、統計的には年代による有意差は認めないものの高齢になるに従い低下する傾向にあった。いずれも明らかな左右差は認めなかった。

軽症群は、経時的に増加傾向を示し、重症群は、II期で一時的に軽度上昇後に低下傾向を示した。いずれも明らかな左右差は認められなかった。

3) |d/a| (表2, 表3, 図5-(5))

対照群は、統計的には、年代による有意差は認めないが50歳代には60~70歳代に比べ低い傾向にあった。いずれも明らかな左右差は認められなかった。

軽症群では、50歳代対照群に比べやや高く、II期にいったん低下するがその後増加する傾向を認めた。重症群は70歳代対照群や軽症群に比べやや高くII期に一時的に低下しその後前値に復する傾向を認めた。ともに左右差は認められなかった。

4. 代表的な症例呈示

1) 症例1 (図6)

52歳男性。上肢の右不全片麻痺を呈した軽症例である。CT上中大脳動脈領域に小梗塞巣を認めた。リハビリテーションに熱意を示し、1カ月(IV期)までに徐々に麻痺の軽減を認めた。リスクファクターは、喫煙(20本/日×30年間)、糖尿病、高血圧、高脂血症であった。HV, DI, PH, |b/a|, |d/a|とともに左右差は著明ではない。麻痺の軽減とともにAPG波形はD→C→Bと左方移

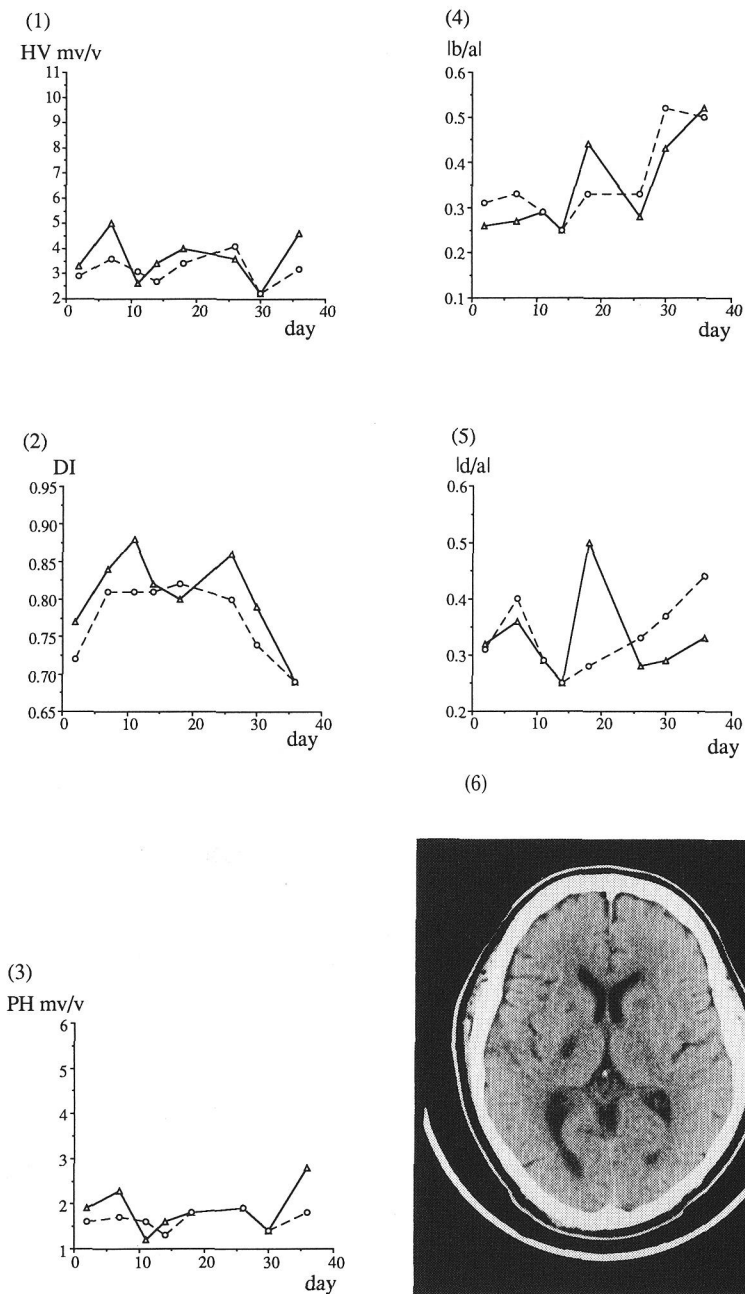


図6 症例1の経過および頭部CT

(1) HV, (2) DI, (3) PH, (4) $|b/a|$, (5) $|d/a|$, 健側: $\cdots\bigcirc\cdots$, 麻痺側: $\cdots\triangle\cdots$, (6) 頭部CT (第14病日)

動の好転を示し, $|b/a|$ は上昇を示した.

2) 症例2 (図7)

76歳女性. 左完全麻痺を呈した重症例である.
CT上, 右内頸動脈本管領域の広範囲の梗塞巣を

認めた. 本例は, I~II期は床上安静を続けたが, III期以降, 車椅子に座るようになり, リハビリテーションも熱心に行うようになった. しかし, 麻痺の程度は不変であった. 主なリスクファクターは,

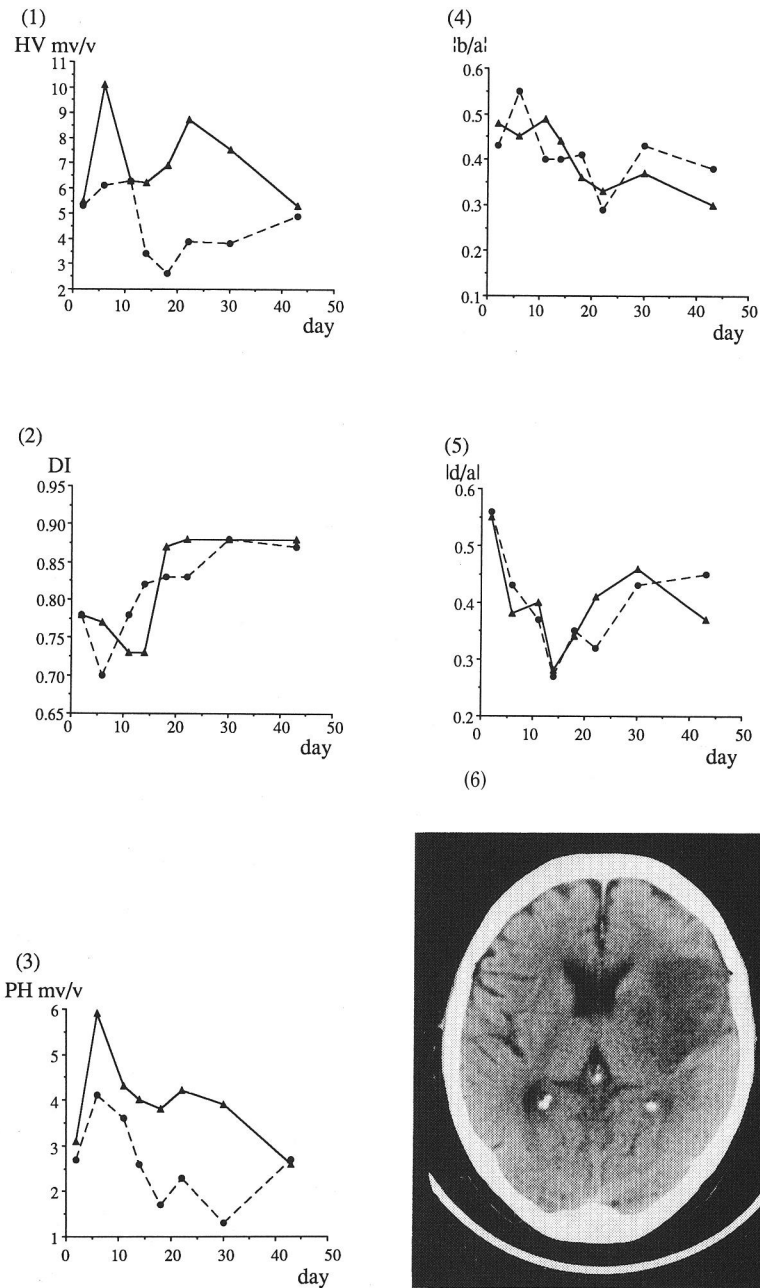


図7 症例2の経過および頭部CT

(1) HV, (2) DI, (3) PH, (4) $|b/a|$, (5) $|d/a|$, 健側:—●—, 麻痺側:—▲—, (6) 頭部CT (第14病日)

発作性心房細動である。

本例では, HV, PH が麻痺側で高値を示し, どの病期でも常に左右差が著明であった。DI は, 病期が進むに従い上昇した。APG 波形はII期でB

波を示し, 一時的に左方移動を示したが, その後D波となり基本的には不変であった。 $|b/a|$ は, 経過とともに低下を示し, $|d/a|$ は一時的に低下後前値に復する傾向を認めた。

考 察

指先容積脈波は、非観血的な循環動態検査法として高く評価されており、また自律神経機能検査の一法としても用いられ広い分野において応用が試みられてきた¹¹⁻⁵⁾。DPGには、心血管系から多くの情報が含まれている。しかしDPGの波形変化にはファジィな要素が多く、初心者には判読が困難なこともあり、それを補うために、DPGの一次微分速度脈波(VPG)を加えて検討されている⁷⁾。DPGは、安定した基線を有し波形のパターン認識を明瞭とした。さらに近年は、DPGの二次微分加速度脈波(APG)により、変曲点が強調された波形を分類することで、血液循環動態を詳細に判断することが行われるようになった⁶⁾⁻⁸⁾。またAPG変曲点の波高を定量化して循環動態を示す相対的指標としても用いられつつあり、この分野での近年の研究発展には、めざましいものがある¹²⁾⁻¹⁵⁾。

CVDの末梢血流に関する報告は、これまでにも諸家によりなされている¹⁶⁾⁻²⁹⁾。しかしそれらの成績は多様で一定の見解は得られていない。それはCVDの種類、麻痺の有無や重症度、発症後の時間経過などの患者側の要因や測定条件の不一致によるものと考えられた。

本研究では、研究対象を片麻痺を呈し、大脳半球に病巣をもつ脳梗塞患者に限定して、発症直後より約2カ月までの比較的急性期における時間的経過、重症度、ならびに左右差に着目して、DPG、VPG、APGを記録し、それらの有用性を検討した。以下にそれぞれの結果について考察を加える。

1) DPG 波形

対照群では、多くが大動脈硬化に特徴的な波形であるsrを示した。これは、対照群の平均年齢が脳梗塞群と同程度に高いためと考えられる。なおmsは、60歳以上の高齢者には認められたが、50歳代には認められなかった。

軽症脳梗塞群では、srを示した例が多いが、50歳代対照群には認められることのないm、msも認め、同年代の対照群に比して細動脈硬化の進展している例のあることが示唆された。重症群でもsrを示す例が多いが、m、msを示す例が、70歳代

対照群や軽症群に比して多く、重症CVDの背景に、細動脈硬化が存在することが示唆された。

2) HV と PH

HVもPHも対照群では左右差を認めないが、脳梗塞群では、麻痺側が健側に比して大であり、この傾向は軽症群より重症群においてより著明であった。また、重症群は対照群より高値を示した。

DPGのHVは、指先細動脈の血液容量変化を反映し、それを一次微分したVPGのPHは、細動脈における血流速度を表す。

麻痺側にて、HV、PHの増大を認めたことは、麻痺側の血流調節機構の破綻が示唆される。末梢血流を調節する因子として交感神経機能の果たす役割も無視できない。脳血管障害発症後、自律神経機能障害を呈することはよく知られているが、脳血管障害に伴う自律神経障害が運動障害のように片側性を示すかどうかは議論が多い。自律神経症状の一つとしての発汗障害や皮膚温については麻痺側で低下するという報告もある³⁰⁾。自律神経中枢は、視床下部、脳幹網様体に存在するが、今回の対象例には、これらの病巣は含まれていない。しかし、大脳半球病変の広がり間接的にこれらの自律神経中枢に影響を与えた可能性は否定できない。

3) DI

DIは、細動脈の拡張度を示し、固定的な部分は動脈硬化度の指標となるとともに、変化する部分は交感神経機能を介した血管の反応性の指標にもなる。すなわち、DIが高値では細動脈の収縮を、低値では拡張を意味する。

重症群は、軽症群に比して高値であり、また経時的に軽症群は低下するのに比べ重症群は上昇を示し、これは重症群には細動脈硬化の進行した例が多く、細動脈拡張不全が存在することを示唆するものと考えられる。

また、軽症群、重症群ともに左右差は認められず、麻痺側、健側とも、血管運動神経機能には殆ど差異のないことが示唆され、HV、PH増大が示す麻痺側の血流増大、麻痺側の交感神経機能障害による血管拡張によるものよりも、筋運動の低下やそれに伴う筋血流の低下によりひきおこされる

皮膚血流の増加を反映している可能性が大きいと推察された。

4) APG 波形

APG 波形は、DPG 波形を2回微分して、従来の DPG 波形やその一次微分波よりも波形の変曲点を強調してとらえ、それを血液循環の良否の指標とする試みである。佐野らにより、A~G の7型に分類され、A 波形は、血液循環の良い状態を示し、G 方向へ変化（右方移動）するほど血液循環が悪化しているとされている。

50歳代対照群では、全例が A~C 波形を示し、血液循環は良好であると考えられた。

軽症群では、急性期で、A~C 波形、D~G 波形を半々に認めるが、経過とともに A~C 波形（左方移動）を示す例が多くなり、また同一症例の経過観察でも経時的に左方移動を示し、経過とともに血液循環が改善されていることが示唆された。

一方、重症群では D~G 波形を示す例が多く、同一症例の経過観察でも II 期で一時的に左方移動を示すが、基本的には不変で、血液循環動態の改善が困難であることが示唆された。

5) $|b/a|$ と $|d/a|$

APG には、図1に示すように a~e の変曲点（成分波）があり、a の高さに対する、b, c, d の相対的高さの様相により波形分類がなされているが（図2）、近年、各成分波の血行動態規定因子の解明が注目されている。更にこれらを定量化し、末梢血液循環の指標とすることが試みられている。

a 波高は、主に一回心拍出量により規定されているが、動脈硬化性変化が動脈系に加わると伝達特性の変化によりある程度修復される¹³⁾。

b 波高は、弾性動脈系の伸展度や硬化度を反映し、ある年齢までは血管拡張薬で増加し加齢とともに低下するとされている¹⁴⁾。すなわち $|b/a|$ は、心機能と血管系のバランスを表していると解釈し得る。本研究において $|b/a|$ は、対照群では加齢とともに低下する傾向を認め、動脈硬化や、心機能の低下が進行するということがうかがわれた。脳梗塞群では、軽症群において経時的に増大したが、重症群では低下した。軽症群では、リハビリ

テーションが、積極的に行われ、全身の筋肉運動が行われる結果、弾性動脈の伸展度の増加や血圧の正常化により、全身の血液循環の機能的改善がなされることを示唆するものと考えられる。この結果は、健常者におけるトレーニング効果により $|b/a|$ の増大が認められるという佐野らの報告¹⁵⁾と一致し、治療経過の評価に有用であると考えられる。

d 波は、末梢からの反射圧波によって生じる再上昇圧波の状態を反映していると考えられ、 $|d/a|$ は、左心室系に対する血管系の後負荷（末梢血管抵抗）の状態を表す一つの指標とされている¹²⁾。動脈硬化が進行するに従い $|d/a|$ は増大する。また起立負荷テストにおいて DI と一致して変動し、末梢血管の拡張時には DI の低下、 $|d/a|$ の低下、APG 波形の左方移動が認められる¹¹⁾。すなわち $|d/a|$ は DI と同様、末梢血管抵抗を表し、細動脈の収縮度や反応性を反映していると理解される。

本研究では、対照群では50歳代に比べ60、70歳代では増大を示し、加齢に伴い細動脈硬化が基盤となって狭窄性変化の進展することがうかがわれた。脳梗塞群では軽・重症群とも同年代対照群よりも高値を示し脳梗塞の背景に細動脈硬化が存在することがここでも示唆された。また、経時的变化に着目すると急性期から慢性期への移行期に、一時低下し、その後再び前値に復する傾向を認め、 $|d/a|$ は DI よりもより詳細な細動脈の収縮、拡張を反映している可能性が示唆された。

一方、この移行期にほぼ一致して、重症例では、 $|b/a|$ は上昇に転じ、APG 波形は一時的に左方移動する傾向が認められる。これらをあわせて考えると、この時期に一過性の循環動態の変化が出現すると推察される。急性期には、脳血管障害のストレスによる交感神経系の反応や脳浮腫による脳幹圧迫の結果、神経終末より大量の Norepinephrine (NE) が放出され、NE 上昇反応のピークは11日前後にあり、その後亜急性期には NE の枯渇がおり、denervation hypersensitivity となり、交感神経機能の変動が認められるとする報告があり^{31)~32)}、著者の得た成績との関連性が推察され興

味深い。

結 語

片麻痺を呈した大脳半球の脳梗塞患者の DPG, VPG, APG を、重症度および病期別に検討した。

1) DPG 波形は、重軽症群とも sr を示す例が多いが、m, ms を示す例は重症群に多く、重症群の背景に細動脈硬化が存在することが示唆された。

2) HV, PH により表わされる CVD の麻痺側の末梢血流は、健側に比し増加しており、経過とともに正常化した。この変化は重症群においてより著明であった。

3) DI は、重症群は軽症群に比し高値で、経時的に増大する傾向を認めた。重症群には細動脈拡張不全が存在することが示唆された。

4) APG 波形により表される血液循環は、軽症群では経過とともに改善されるが、重症群では改善されないことが示唆された。

5) $|d/a|$ は、軽症群では経時的に増大したが、重症群では低下した。軽症群の弾性動脈系の伸展度の増加による血液循環の改善が示唆された。治療経過の評価に、APG 波形と $|b/a|$ はより有用であると考えられた。

6) $|d/a|$ は、急性期から慢性期への移行期に一時低下し、その後再び前値に復する傾向を認め、DI に比し更に詳細な細動脈の反応性を表す可能性が示唆された。

7) 脳梗塞の病態解析に必要な末梢血流動態や弾性動脈の伸展度を知るには、DPG のみならず APG を加えることで有用度が増すと考えられた。

稿を終るにあたり、ご指導、ご校閲を賜りました神経内科主任、丸山勝一教授に深謝致します。また、ご指導頂きました竹宮敏子教授ならびに終始直接ご指導頂きました山口晴子講師に深謝致します。

本論文の要旨は第26回日本臨床生理学会総会において報告した。

文 献

- 1) 吉村正治：脈波判読の実際。中外医学社、東京 (1968)
- 2) 竹宮敏子：臨床脈波について。東女医大誌 46：1-12, 1976

- 3) 山口晴子, 坂口潤子, 清水幹子ほか：自律神経機能検査としての指先容積脈波の1利用法。自律神経 14：322-329, 1977
- 4) 三浦明子, 竹宮敏子, 丸山勝一：自律神経機能検査に利用した指先容積脈波法。東女医大誌 51：729-751, 1981
- 5) 関 博人：臨床容積脈波。金原出版、東京(1981)
- 6) 吉村正治, 宮道文夫：脈波のみかた。医学出版社、東京 (1969)
- 7) 小沢禎治：指先容積脈波のパターン認識における微分脈の意義。現代医療 6：845-857, 1974
- 8) 関 博人：一次および二次微分波による波形分類。脈波 7：42, 1977
- 9) 佐野裕司, 片岡幸雄, 小山内博ほか：加速度脈波による血液循環の評価とその応用。労働科学 61：129-143, 1985
- 10) 佐野裕司, 片岡幸雄, 小山内博ほか：加速度脈波による血液循環の評価とその応用(第2報)一波形と定量化の試み一。体力研究 68：17-25, 1988
- 11) 立石紀美子：脳血管障害患者における起立指先容積脈波の検討。日臨生誌 21：369-377, 1991
- 12) 高沢謙二, 伊吹山千晴：加速度脈波。現代医療 20：948-955, 1988
- 13) 須藤秀明, 鈴木明祐, 藤沼秀光ほか：2次微分指先容積脈波(加速度脈波)の各構成波形におよぼす血行動態的因子の影響。日臨生誌 20：363-368, 1990
- 14) 鈴木明祐：生理機能検査法。脈波, 加速度脈波。現代医療 23：61-65, 1991
- 15) 佐野裕司, 小山内博：運動と加速度脈波。第9回加速度脈波研究会講演論文集：13-25, 1990
- 16) Weiss S, Ellis LB: The circulatory mechanism and unilateral edema in cerebral hemiplegia. J Clin Invest 9：17-26, 1930
- 17) Ellis LB, Weiss S: Vasomotor disturbance and edema associated with cerebral hemiplegia. Arch Neurol Psychiatr 36：362-368, 1936
- 18) Redish W: Vasomotor response in the extremities of subjects with various neurologic lesions. Circulation 15：518-521, 1957
- 19) 栗山節郎, 丸山俊章, 鬼丸高茂：脳卒中片麻痺の四肢血流について(第2報)一Plethysmographyを用いた研究一。リハ医学 21：155-158, 1984
- 20) Holt KS: The calf blood flow in normal children with cerebral palsy. Clin Sci 22：363-372, 1962
- 21) Voyce MA, Preece AW: Digital pulse volume in hemiplegia. Develop Med Child Neurol 10 Suppl：637-640, 1968
- 22) Mizushima Y, Yamaura M: Arthropathy and inflammatory reaction in hemiplegic patients.

- Acta Rheum Scand 15 : 297-301, 1969
- 23) 加藤正弘, 重野幸次, 長谷川恒男ほか: 片麻痺後肩手症候群の上肢末梢循環の研究. 脈管学 12 : 33-37, 1972
- 24) 真島東一郎: 脳血管患者肩麻痺患者の筋血流量. 総合リハ 4 : 297-303, 1976
- 25) **Goldberg MJ, Skowlund HV, Kattke FJ**: Comparison of circulation in the lower extremities of hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 49 : 467-470, 1968
- 26) 上田 敏: 片麻痺の重要な合併症と梓手の肩手症候群について. 総合リハ 2 : 363-370, 1974
- 27) 島津邦夫, 五島文夫, 小林元悟: 脳血管障害と自律神経機能. 自律神経 15 : 193-199, 1978
- 28) **Yaginuma T**: Interaction of left ventricular contraction and aortic input impedance in experimental and clinical studies. Jpn Circ J 49 : 206-214, 1985
- 29) **O'Rourke MF, Yaginuma T**: Wave reflections and the arterial pulse. Arch Intern Med 144 : 366-371, 1984
- 30) 木原幹洋, 渡邊晴雄, 富田 敏ほか: 脳梗塞皮質障害に伴う発汗異常. 自律神経 24 : 434-440, 1987
- 31) 小松本悟, 五島文男, 荒木信夫ほか: 脳血管障害における血中カテコールアミン動態. 脳卒中 4 : 127-134, 1982
- 32) 小松本悟: 急性期脳障害と自律神経. 脳卒中 6 : 65-68, 1984