

最終講義

本学における脈波学

東京女子医科大学 医学部 神経内科学

竹 宮 敏 子

(受付 平成13年11月14日)

緒 言

古来「脈診」は「医師」を示してきた。手話では右手で脈診のしぐさの後に親指を立てて男性医師を、小指を立てて女性医師を現している。私どもの研究は『科学的脈診』ともいえる。脈波の研究は最も臨床的なものの一つであり、奥の深いものである。

東京女子医科大学における脈波の研究には歴史があり、1956～1964年の間の第一生理学教室での研究を初めとして多くの専門分野で大勢の臨床医が研究業績を挙げている。今回は、筆者のグループの研究を中心に約40年間の歴史の概略を紹介して、本学学生と院生および研究指導者の方々の参考に供したい。

1. 学生時代に芽生えた研究への興味

高校時代から好きな科目の一つであった物理学を本学ではさらに興味を持って学んでいたが、第3学年になってから急に「生理学」へ関心が移った。まず『生理現象』を電氣的に記録する際の問題点として、生体システムは純然たる線形システムではないが、少なくとも近似的な機能解析上では線形システムとして扱うほうがよいことを学んだ。『時定数 (タイムコンスタント)』は電気回路では、 $(時定数) = (電気容量) \times (抵抗)$ で表される。抵抗は、伝導のよさと逆数の関係にある。脈波を記録する際、時定数を変えればまるで異なる波形が得られる意味はこの時既に理解していたが、臨床で応用できるまでにはかなりの時間を要した。

第3学年での生理学で、聴診法による血圧測定を実習したが、「血圧を聴診法で計ることができる」としたメカニズムは? というところで、箕島高教授と質疑応答を始め、放課後まで2時間余を費やした。出てきた「キーワード」は、側圧・加圧・減圧・マンシェット・カフの幅・層流・乱流・清音・雑音・脈波・加圧脈波・動脈音図・流量図などであった。議論は尽きず『卒業したら生理学教室へ来て自分で色々確かめたらどうですか?』と言われてその気になってその日は終わった。

2. 大学院2年目に生理学教室へ

大学院は内科系を選択し、母(竹内ススム、昭和2年本学卒)に強く勧められて三神内科に入局したが、学生時代からの問題を主論文のテーマとすることを許可していただき、2年目は生理学教室で念願の研究を始めた。結果は第1報(動脈音図と指先流量図)、第2報(動脈音図と指先容量脈波)に関する研究としてまとまった¹⁾²⁾。

加圧による動脈音は清音成分(75～200 c/s)と雑音成分(200～700 c/s)とがあり聴診法と呼応して4相5点の区分ができた。加圧の変化に連動する清音は動脈音の内径の変化に基づく動脈壁の振動状態を表現し、雑音の成因には血流速度の変動とback flowの出現が関与していることを確認した。聴診法のポリグラフ的研究から発して、脈波の臨床応用への基礎を習得して大学院を修了することができた。

3. 生理学から内科(一般内科～総合内科～神

経内科)へ

三神内科(昭和47(1972)年まで, 帰局後約6年)では, まず計器と検査室の整備から始めて, 脈波の臨床応用の第一課題として高血圧症の脈波研究を開始し, 清水³⁾が主論文としてまとめた. 筆者は他大学数校の研究者と共に脈波研究に関する成書の執筆にも参加した^{4)~6)}.

総合内科時代(昭和56(1981)年まで)には, 坂口⁷⁾が高血圧重症度の心脈管力学的判定の研究を, 山口⁸⁾が脈波伝達速度から動脈硬化度を判定する研究を行った. 一方, 容積脈波(以前は容量脈波と呼称)が最も簡便に細動脈の収縮・拡張を表現するところを利用して, 各科の対応疾患に関する検討も行った^{9)~12)}. その後, 内科は再編成により縦割り専門制をとることになり, 筆者らは神経内科で研究を続行, 進展させた.

自律神経機能検査としての脈波の応用を開始し, まず山口¹³⁾が自律神経学会で報告した. その内容を充分検討の後, 症例数を増して三浦(明子)¹⁴⁾がまとめた.

橋本らは, 高地における末梢循環系の検討で携帯型の脈波計を国内外の登山に持ち歩き, 女性のメンバーを被検者として行い, 高山病のチェックに応用できる事実を示した^{15)~17)}. 一方, 脳神経センターのICUに一時常駐して重症の脳血管障害者の予後判定に経時的に記録した脈波所見が有用であることを報告した¹⁸⁾. さらに橋本らはレイノー症状を随伴したてんかんの症例の経過で脳波と脈波が連動した興味深い報告も行っている¹⁹⁾.

三浦(明子)らは, 脊髄小脳変性疾患における自律神経機能のマーカーの一つとして脈波を応用し, 臨床病型の分類に役立てた²⁰⁾.

立石²¹⁾は, 脳血管障害例の起立性低血圧の検討にベットティルト負荷時の加速度脈波(容積脈波の二次微分波)を導入して詳細な評価を試みた.

長崎は, 脳血管障害後の長期経過の予後を多数例の脈波所見からまとめた²²⁾.

杉下らは, 脊髄小脳変性疾患, ギランバレー症候群および汎自律神経失調症などの脈波を経時的に詳細に検討し, 臨床的に治療や予後の評価として応用可能な基準を明確に示唆した^{23)~26)}.

三浦(庸子)らは, 速度脈波(容積脈波の一次微分波)の波高値がレーザードップラー血流計による測定値とよく平行することを証明し, 両者を使用して深呼吸や暗算負荷での測定を行った²⁷⁾.

筆者はこの頃, ポリプレチスモグラフとして両側の耳垂, 指先, 趾先の脈波(一次, 二次微分も含む)および呼吸曲線, 心電図の8素子同時記録法を開発した^{28)~30)}.

村上らは, 過敏な血管反応を示す事実を脈波で証明しえた片頭痛の症例を報告し³¹⁾, 大森らはまれな例 left hemiatrophy を現した right pachygyria を報告したが³²⁾, この症例の発見には脈波所見の左右差が有用であった³³⁾.

レイノー症候群³⁴⁾と自律神経機能検査法の中での脈波³⁵⁾およびポリプレチスモグラフ³⁶⁾については, 筆者が総合的な解説を行い, さらに, 2000年11月には第37回日本臨床生理学会総会で「臨床上有用であった脈波情報のまとめ—約40年間の経験からの検討—」と題して講演したが, その内容は日本臨床生理学会雑誌に掲載された³⁷⁾.

4. 本学附属病院での脈波検査の実情

中央検査部の心電図室の中に, 筆者らが研究会の仲間と考えて改造した脈波計には加速度脈波, 速度脈波, そして原波形の容積脈波が同時に記録できる装置と, 一般的な容積脈波計の2種の計器がある. いずれも技師が熟達して記録できるので, 所定の依頼状に測定の指趾を指定(一般的には左右の第二指)して提出するだけでよい(指定用紙: 図1).

結果の返信を専門家に依頼したい場合は, 神経内科脈波研究グループの医師に依頼する(責任者は山口講師). 神経内科検査室ではポリプレチスモグラフと各種の負荷試験を実施していて, これも記録は熟達した技師が行うが, 対象は自律神経調節障害が中心であるから, 申し込みは神経内科脈波研究グループで判定に習熟した医師に相談して行い, 判読結果の説明も依頼するよう勧める(指定用紙: 図2).

日本心臓血圧研究所にも容積脈波計があり, 筆者は従来より時々脈波記録について解析を依頼されていた. その他, 産婦人科と小児科および歯科

脈波検査

078-003-04 NUS
/1.000-9509

科名	提出医
カルテ No	登録 No
氏名	
生年MS 月日TH	男・女 診療 科目
病名	
依頼 部門	外来 入院 棟 階 依頼 年月日

必ず御記入下さい。

検査年月日
年 月 日 時

臨床診断名

血圧 右 左
眼底所見 Scott Schele H S
尿蛋白 () 糖 () 血液Hb () Ht () RBC ()
必電図 LVH () Af () その他 ()
糖尿病(+/-) +:(1)腎症(+/-) (2)網膜症(+/-) (3)神経症(+/-)

検査項目 (○で囲む)

1. 血流障害の有無 指 右: I・II・III・IV・V
左: I・II・III・IV・V
趾 右: I・II・III・IV・V
左: I・II・III・IV・V

2. 動脈硬化性変化

- ①pattern 指 _____ 趾 _____
②心拍数 _____ /min
③U-time _____ 秒 ④E-time _____ 秒
⑤TP _____ 秒 ⑥BE _____
⑦RI _____
⑧HV(mv/v) _____

指	右	左	趾	右	左
I			I		
II			II		
III			III		
IV			IV		
V			V		

コメント

判断医
年 月 日

図1 中央検査部で行っている最もオーソドックスな指趾先容積脈波検査

口腔外科に昔、研究者がいて診療の一部で利用されていたことを知っている。これらの施設以外に、個人で携帯型脈波計を持っていて随時研究を行っているのが、神経内科の橋本講師と看護学部臨床医学系内科学の渡辺助教である。

5. 脈波情報の適用となる病態と条件

1) 中枢神経系

脳血管障害の重症度(拡張波, 低波高, 意識障

害の改善度と脈波所見の正常化が平行), 脳血管障害のスクリーニング(单相波, 低波高, 特に趾先脈波が有用), 脳半球奇形(左右差), 脊髄小脳変性症(血管運動神経機能不全), 高地低酸素状況(拡張波, 低波高), 睡眠周期(NREMで低波高), 暗算負荷(低波高), うつ病(周期性の減少~消失, 高度の低波高)。

2) 末梢神経系

ギランバレー症候群(急性期は全ての脈波所見の再現性不良, 回復に伴い脈波所見の正常化と再現性が改善, 治療と予後判定に有用), 多様な原因による neuropathy(急性期には低波高化, 慢性期には収縮傾向と一時的な増波高の後に正常化。この経過を認めない場合予後不良。急性期の感覚障害に末梢血管拡張薬の投与は不适当)。

3) 心臓と末梢血管系

潜在性心不全(前隆波, 低波高, 自覚症状の改善に先行して脈波所見が改善), レイノー症状(収縮波, 低波高化から平坦化まで, 治療経過と薬剤選択の指標として脈波所見が有用), カウザルギア(創傷の治療経過と血管反応の解離に要注意, 脈波所見の改善まで追跡して完治を証明), 閉塞性動脈硬化症(单相波, 低波高ないし平坦波, 重症度と治療効果判定に脈波が有用), 加齢変化(加速度脈波の波高比 b/a と d/a が有用), 薬剤による高齢化現象(アンギオテンシン負荷)と若年化現象(ニトログリセリン負荷), 高血圧症(单相波, 单相硬性波, 重症化では減波高), 低血圧症(拡張波, 収縮力の低下, 減波高, 治療が有効であれば脈波所見の正常化)。

4) 全身的变化, 自律神経系

更年期自律神経失調症³⁸⁾, 急性汎自律神経失調症などが代表的な病態である。Polyplethysmographでリズム異常, 同期性低下, 左右差と部位差が大となる。容積脈波・速度脈波および加速度脈波で波形変化大, 波高変化大, 基線動揺大となるが, 病勢の消退により脈波所見は正常化をみる。

6. ごく最近の研究

渡辺らにより両側指趾先における加速度脈波の臨床応用が進み, 高齢者・超高齢者のADLとの関連で長期観察がなされている³⁹⁾。四肢末梢の加

神経内科脈波検査伝票

(依頼)

- 01. 指尖脈波(1)誘導
- 02. 指尖脈波(2)誘導
- 03. 指尖脈波(4)誘導
- 04. 指尖脈波(6)誘導
- 05. 指尖脈波(8)誘導
- 06. 指尖脈波(1)誘導 (負荷)
- 07. 指尖脈波(2)誘導 (負荷)
- 08. 指尖脈波(4)誘導 (負荷)
- 09. 指尖脈波(6)誘導 (負荷)
- 10. 指尖脈波(8)誘導 (負荷)

加付 No	登録 No		
氏名			
生年 月日	性別	診療 科目	
病名			
依頼外来 部門	入院 棟	依頼 階	依頼 年月日

217-010-05 IST/1,000-9303

検査項目 (○で囲む)

1. 自律神経機能
2. 負荷試験 ①起立負荷 ②アレンテスト ③冷水負荷(心筋梗塞・狭心症は不可) ④その他
3. 血流障害の有無 ①指 ②趾
4. 動脈硬化性変化

検査日は	年	月	日	曜日
午前	時	分	です。	

依頼医記入欄 (必ず御記入下さい)

臨床診断名・主訴

起立負荷依頼時記入 臥位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> 坐位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> 立位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>				臨床診断名・主訴 起立負荷依頼時記入 臥位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> 坐位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> 立位 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>			

血圧 右

--

 左

--

 心筋梗塞・狭心症(+・-) af(+・-) その他のECG異常()
 DM(+・-) 貧血(+・-) RBC() Hb() Ht()
 Raynaud症状(+・-) 部位
 主な神経症状
 投与中の薬剤

返信

1. 自律神経機能 脈波上不安定性: +・- 左右差: +・-
CVR-R(%) : 正常・低下

2. 負荷試験

① 起立負荷試験

- OH: +・-
 反射性細動脈収縮不全: +・-
 心拍数変化: 亢進・正常・低下

② アレンテスト

- 右: 陽性・陰性
 左: 陽性・陰性

	0°	90°	過外転
右			
左			

③ 冷水負荷試験

- 脈波上のRaynaud反応: +・-
 波高回復: 有・遅延・無
 反応性充血: +・-
 昇圧反応: +・-

	前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HV												
波形												
BP												

3. 血流障害

- 指 右: +・- 趾 右: +・-
 左: +・- 左: +・-

4. 動脈硬化性変化: +・-

5. その他

指	右		趾	右	
	左			左	

年 月 日 判読医

図2 神経内科検査室で行っている一部は研究的な検討も可能なポリグラフ的脈波検査

速度脈波所見が循環不良状態を示すだけでなく、部位差、左右差が現れ、波形や波高に統一性が失われる時期は、生命維持に重大な問題が出現することが多い。今後独居や施設居住、家族との同居の高齢者の比較も検討中である。

加速度脈波・脈波研究会では加齢変化を脈波所見の計量化により推定する方法が強調されているが、本学附属東洋医学研究所の佐藤の研究によれば、慢性肝炎や肝硬変では加速度脈波推定年齢が暦年齢よりかなり若年化している症例が多いようであり、興味深く見守っている。近日中に報告されるはずである。

おわりに

学生の皆様に：小さな疑問でも疎かにしないで納得するまで追及する姿勢は大切です。テュートリアル学習ではリソースパーソンを有効に粘り強く利用されますように。物理・化学・生物はみな医学の基礎として大変重要であることを再確認して勉強して下さい。

指導者の皆様へお願い：愛と至誠の心で学生を導き続けて下さい。

本学へ感謝：一学生の小さな科学する『芽』に応え、大切に育てていただきました。本学で出会えた近世代の方々と研究を進展させ、臨床面での応用でも評価されるようになって、定年退職を迎えることができました。

今後への祈念：本学で学ぶ多くの学生がそれぞれに才能を遺憾なく発揮され、大学の益々の発展に寄与され、社会に貢献されますように。

ありがとうございました。

(平成 13 年 3 月 3 日、於弥生記念講堂)

文 献

- 1) 竹内敏子：聴診法の基礎に関するポリグラフ的研究 第1報 動脈音図および指先流量図に関する研究. 東女医大誌 33: 681-694, 1963
- 2) 竹内敏子：聴診法の基礎に関するポリグラフ的研究 第2報 動脈音図と指先容量脈波に関する研究. 東女医大誌 34: 216-224, 1964
- 3) 清水幹子：指先容積脈波の臨床的研究. 東女医大誌 41: 413-425, 1971
- 4) 坂口潤子：指先容積脈波の臨床的研究—高血圧重症度における心脈管力学的判定—. 東女医大誌 48: 10-23, 1978
- 5) 山口晴子：脈波による動脈硬化度判定の臨床的研究. 東女医大誌 49: 527-544, 1979
- 6) 竹宮敏子：高血圧重症度判定に際しての脈波のとり方.「臨床脈波のポイント」(吉村正治編) pp 353-361, 中外医学社, 東京 (1972)
- 7) 竹宮敏子：細動脈硬化と高血圧.「臨床脈波判読講座 I」(吉村正治, 三島好雄ほか編) pp136-158, 金原出版, 東京 (1974)
- 8) 竹宮敏子：高血圧性心疾患.「臨床脈波判読講座 II」(吉村正治, 三島好雄ほか編) pp136-146, 金原出版, 東京 (1974)
- 9) 阿部澄子, 竹宮敏子, 三神美和：腎炎患者の指先容積脈波について. 脈波 3: 35-37, 1972
- 10) 坂口潤子, 山口晴子, 阿部澄子ほか：Raynaud 症例を呈し恒常的に dilated pattern を示す 1 症例. 脈波 5: 306-309, 1975
- 11) 清水幹子, 坂口潤子, 山口晴子ほか：Raynaud 症状を呈して受診した卵巣機能不全の 1 例. 脈波 6: 159-161, 1976
- 12) 竹宮敏子, 阿部澄子, 雨宮禎子ほか：S-A block 1 症例の指先容積脈波所見. 脈波 4: 155-159, 1973
- 13) 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一利用法. 自律神経 14: 322-330, 1977
- 14) 三浦明子：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
- 15) 橋本しをり, 山口一美, 北村英子ほか：高所環境下における自覚症状と指先容積脈波所見—ブータン・ジチュダケ峰登山及び人工気象室における検討—. 登山医学 4: 74-81, 1985
- 16) Hashimoto S, Takemiya T, Maruyama S: Changes in plasma atrial natriuretic polypeptide and digital plethysmogram findings during expedition on Mt. Tomur, China 1986. In High Altitude Medical Science (Ueda C et al eds) pp274-278, Shinshu University, Matsumoto (1988)
- 17) 橋本しをり, 竹宮敏子, 丸山勝一ほか：高所における指先容積脈波上の左右差と利手について. 登山医学 5: 63-69, 1986
- 18) 橋本しをり, 麦島真理, 北村英子ほか：脳血管障害におけるポータブル脈波所見について. 日臨生理会誌 16 (Suppl) : 166-167, 1986
- 19) 橋本しをり, 内山真一郎, 岡山健次ほか：側頭葉てんかんにレイノー症状の合併した 1 例. 東女医大誌 54: 1102-1105, 1984
- 20) 三浦明子, 山口晴子, 坂口潤子ほか：自律神経機能検査としての指先容積脈波—脊髄小脳変性症における体位変換試験について—. 自律神経 18: 12-16, 1981
- 21) 立石紀美子：脳血管障害患者における起立負荷指先容積脈波の検討. 日臨生理会誌 21: 369-377,

- 1991
- 22) 長崎綾子：Hemiplegia の digital plethysmograph による検討。東女医大誌 **62**: 226-236, 1993
- 23) 杉下裕子：Neuropathy における末梢循環動態について—指先容積脈波検査と冷水負荷試験による検討—。東女医大誌 **63**: 671-673, 1993
- 24) 杉下裕子, 三浦庸子, 竹宮敏子ほか：Polyneuropathy における脈波の検討 第1報 各種負荷テストの検討。第10回加速度脈波研究会論文集：73-86, 1990。同 第2報 各種負荷試験と加速度脈波。第11回加速度脈波研究会論文集：37-48, 1991
- 25) 杉下裕子, 三浦庸子, 山内照夫ほか：加速度脈波と起立負荷試験による起立性低血圧の病態解析—acute pandysautonomia の2例について—。日臨生理会誌 **23**: 455-462, 1993
- 26) 杉下裕子, 山口晴子, 竹宮敏子：脈波の各種パラメーターの分析—脊髄小脳変性症・パーキンソン病・脳血管障害について—。東女医大誌 **70**: 301-305, 2000
- 27) 三浦庸子, 山内照夫, 杉下裕子ほか：レーザー血流計と指先容積脈波の比較—安静時, および計算負荷, 深呼気負荷における検討—。東女医大誌 **62**: 1608-1614, 1992
- 28) 竹宮敏子, 三浦明子, 山口晴子ほか：polyplethysmograph (pinna, finger, toe)。日臨生理会誌 **15**: 59-66, 1985
- 29) 竹宮敏子, 橋本しをり, 三浦明子ほか：Tofisopam の臨床的研究—特に治療前後の polyplethysmograph 所見を中心として—。日臨生理会誌 **15**: 67-83, 1985
- 30) 竹宮敏子, 山口晴子, 清水幹子ほか：婦人の不定愁訴に関する研究—ポリプレチスモグラフと体位変換試験—。自律神経 **31**: 547-552, 1994
- 31) 村上博彦, 田中 徹, 三浦明子ほか：末梢血管反応の著明な亢進を示した片頭痛の1症例。自律神経 **16**: 245-249, 1979
- 32) 大森みどり, 竹内 恵, 大澤美貴雄ほか：身体半身萎縮症と部分てんかんを合併した pachygyria の1例。日内会誌 **73**: 1334-1341, 1984
- 33) 竹宮敏子, 三浦明子, 大森みどりほか：Left total hemiatrophy がみられた right pachygyria の脈波所見。日臨生理会誌 **14**: 195-199, 1984
- 34) 竹宮敏子, 麦島真理：Raynaud 症候群。現代医療 **7**: 289-292, 1989
- 35) 竹宮敏子：脈波検査。「自律神経機能検査」(自律神経学会編) 第1版 pp96-100 (1992), 第2版 pp89-94 (1995), 第3版 pp161-164 (2000), 文光堂, 東京
- 36) 竹宮敏子：自律神経疾患。「最新内科学大系70巻」(井村裕美編) pp246-256, 中山書店, 東京・京都 (1996)
- 37) 竹宮敏子, 山口晴子, 橋本しをりほか：臨床上有用であった脈波情報のまとめ—約40年間の経験からの検討—。日臨生理会誌 **31**: 159-164, 2001
- 38) Takemiya T, Tanaka A, Watanabe H et al: Application of plethysmography in the long-term management of a patient with equivocal complaints: 12-year follow-up including the climacteric. 東女医大誌 **67**: 139-146, 1997
- 39) 渡辺弘美, 竹宮敏子：超高齢者・高齢者の医療, 看護・介護における ADL, QOL 関連因子の検討。東女医大誌 **70**: E306-E316, 2000