

橈骨動脈における脈波形の測定とその評価に関する研究 Study on measurement and evaluation for waveform obtained from arteria radialis

○遠藤 真一郎 原 一樹 横田 理 長尾 光雄
○Shinichiro ENDO, Kazuki HARA, Osamu YOKOTA, Mitsuo NAGAO

日本大学
Nihon University

キーワード：脈波 (Waveform), 橈骨動脈 (arteria radialis), 歪みゲージ (Strain gauge), カオス解析 (Chaotic attractor)

連絡先：〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部 機械工学部 横田理,
Tel.:(024)956-8772, FAX.:(024)956-8772, E-mail:yokota@mech.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

現在、医療現場では西洋医学と東洋医学を基にした検査や治療が行われている。東洋医学には脈診と呼ばれる診断法がある。これは手首を通る橈骨動脈を主な測定対象とし、指による触診で健康状態を推測する方法である。これにより病気の予防のための治療方針を立てることができるが、この診断法⁽¹⁾は医師の独自の判断や経験、理論に頼る部分が大きいため、客観性や再現性に欠ける。そのため、検診を行った医師によって診断結果が異なることも少なくない。また、医療に使われるセンサは生体に直接接触することが多いので、安全性の面で多様な制約を受けるが、本質的には各種の工業用センサの応用とみなしてよいと考えられる。

本研究の最終目的は東洋医学脈診法の評価方法を実験結果に応用することで、誰にでも簡単に自分の健康度を測定することができる脈波計測装置の開発を行う⁽²⁾ことにある。本稿では安静時と特定の条件下における脈波を比較し、どのような差異があるのかについて述べる。

2. 測定装置の原理

本研究では触診センサとして、ひずみゲージを使用している。Fig.1に実験で使用したセンサ部分を示す。ひずみゲージを動脈に押し当てることでその箇所の変位が電圧として測定されるため、脈波を計測することが可能になる。

3. 実験装置

Fig.2に実験装置の概略図を示す。本実験装置は脈診センサを含む、計測機器、アンプ、解析機器としてのパソコンより構成されている。計測機器には3つのセンサが取り付けられているが、これは実際に脈診を行う際に、ヒトの指の第2、第3、第4指の代わりに3つのセンサを用いることで、それ

ぞれ異なった生体部位の健康状態を知ることができると考えたからである。



Fig.1 Sensor

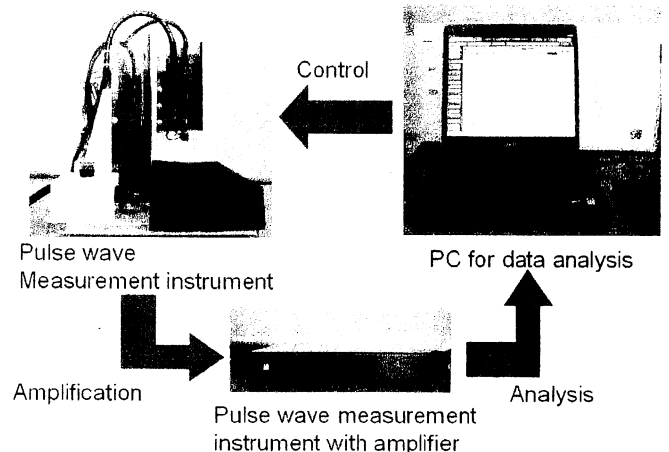


Fig.2 Experimental apparatus

4. 実験方法

橈骨動脈に一定荷重でセンサを押し当てて脈波を測定する。Fig.3 に測定イメージを示す。センサには 1, 2, 3 の番号を振り、それぞれは手首側から寸口、関上、尺中の位置に押し当てられる。Fig.4 に各センサで同時測定を行ったときのデータ内容を示す。本実験では、波形が最も明確に現れる関上にセンサを押し当てたまま脈波を 5 秒間測定した。このとき押し当て荷重は全て一定とする。

本稿では、最も脈波が明確に現れる関上を用いて、運動後、飲酒後、1 日を通した徹夜実験を行うことで、通常時の脈波と比較しどのような変化が生まれるのかについて述べる。

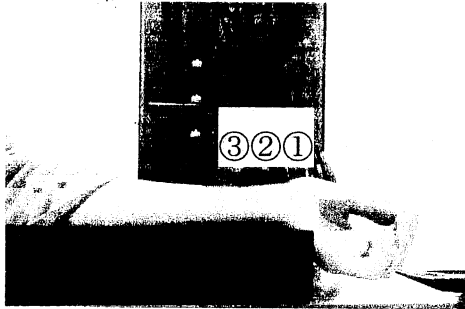


Fig.3 Measurement image

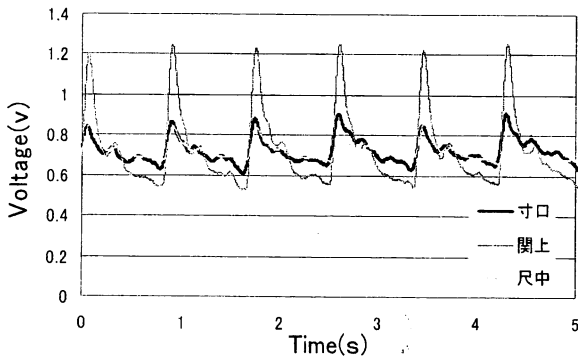


Fig.4 Waveform from arteria radialis obtained by three sensors

5. 実験結果および考察

本実験での被験者は、男性で身長 168cm、体重 63kg の標準体型である。Fig.5(a)~(d) に測定した脈波形のデータを示す。(a) は安静時と踏み台昇降運動を 10 分間行った後との脈波の変化を示したグラフである。また、(b) は飲酒前と飲酒後の変化を、(c) は通常時と徹夜による疲労がピークに達したと考えられる時間での脈波の変化を比較したグラフを、(d) は煙草を吸わない者と喫煙者の脈波を比較したグラフである。この 4 つのグラフ全てに共通して言えることは、全て反射波に大きな違いが見られたということである。波形の違いが見られた箇所を○印で示す。心臓が血液を全身に送り込むために収縮することによって第 1 波の駆出波が現れる。次に血液が全身に行きわたる際に血管が駆出波を反射させ、第 2 波の反射波が発生していることが分かる。駆出波と反射波が得られた脈波からの Augmentation Index (AI 値) とその波形を Fig.6 に示す。AI 値とは血管の硬化度を表す指標である。

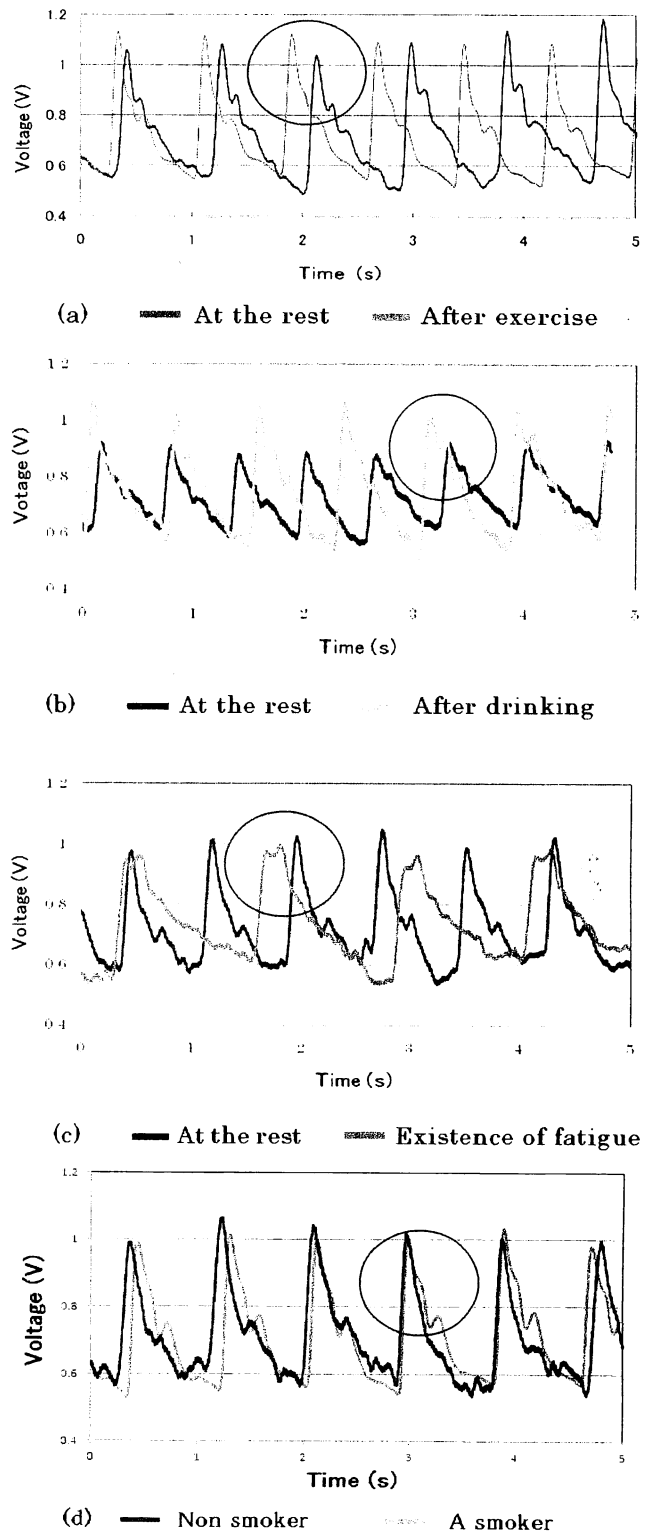


Fig.5 Change of the waveform

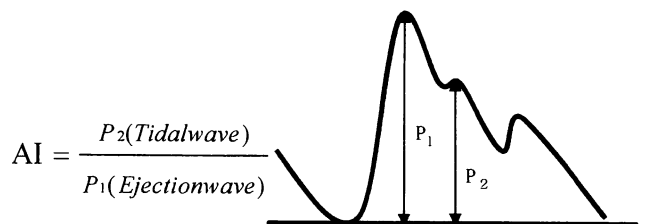


Fig.6 AI value and the waveform

文献³⁾によれば健康な 20 代男性の AI 値の平均は 53.2%である。前述した、3つのデータの AI 値をそれぞれ算出してみたところ、通常時は 55%だったが、運動後は 50%、飲酒後は 60%、疲労ピーク時には 100%と 2 倍に上昇し、3時間の睡眠後には 60%に落ち着くという結果になった。

Fig.7 に 1 日を通しての AI 値と心拍数の変化をまとめたグラフを示す。疲労のピークに達した翌 11 時まで血管は一時的に硬化し、3 時間睡眠を取った後は測定開始の時に近い AI 値に戻っていることが実験により分かっている。血管の硬化には、加齢、動脈硬化、脂質異常性といった血管そのものが硬くなる原因と、高血圧やストレス、寒さといった一時的に硬くなる原因があり、今回の実験で見られた AI 値の変化は後者に当たるものなので理論的に問題はないと思われる。また、1 つの傾向として脈拍が遅くなると反射波が出やすくなるという結果を得た。Fig.8 には今回測定したデータの中で比較的变化が出ていた Fig.5(c)の通常時と疲労時の時系列データをそれぞれカオス解析した結果を示す。Fig.8 の○印はカオス解析で波形に変化があった箇所である。また、Fig.9 には参考までに Fig.5(d)の煙草を吸わない者と喫煙者との脈波データをカオス解析したグラフを示す。Fig.9 の○印はデータにおける反射波と思われる箇所になる。こちらは喫煙者の方が反射波の出方が鋭角になっていることが分かる。

6. 結言

- (1) 安静時の脈波と運動後、飲酒後、ストレスによる疲労時、喫煙による影響の脈波を比較した結果、反射波に大きな違いが見られた。
- (2) 不眠によるストレスで硬化した脈波から、睡眠をとることにより安静時と同等の脈波に戻ることを確認した。
- (3) AI 値を算出した結果、文献と同等の値を得ることができた。今後、臓器に疾患を抱えた被験者や、男女別、年齢別といった脈波のデータを比較することで、どのような傾向にあるのか調べることが可能になると考えられる。

7. 参考文献

- (1) 沖野遥, 菅原其晃, 松尾裕英: 心臓血管系の力学と基礎計測, 講談社(1980) 301
- (2) 特願, 2008-317506 脈波血圧計 日本大学
- (3) 小澤利男, 山科章, 島田和幸: AI の基礎と臨床, 株式会社メジカルビュー社(2006)40~42
- (4) 遠藤真一郎, 社会法人日本設計工学会東北支部
平成 22 年度研究発表講演会講演論文集, 1~2

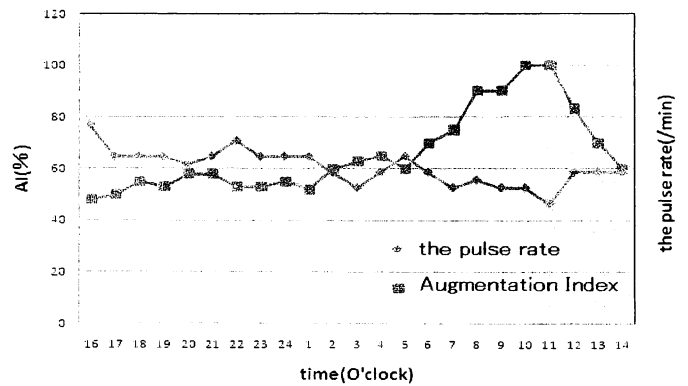


Fig.7 Changes of the Augmentation Index and pulse rate

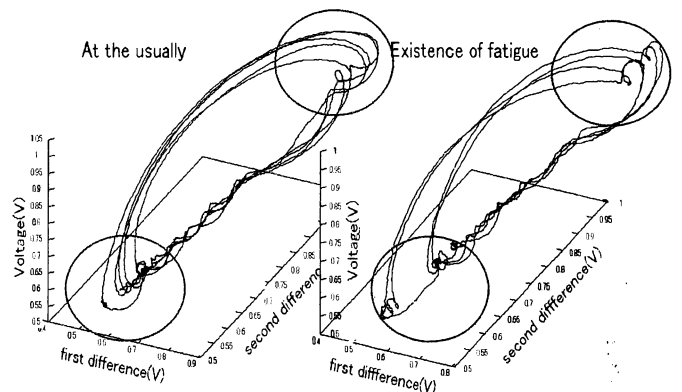


Fig.8 Chaotic attractor obtained from Fig.5(c)

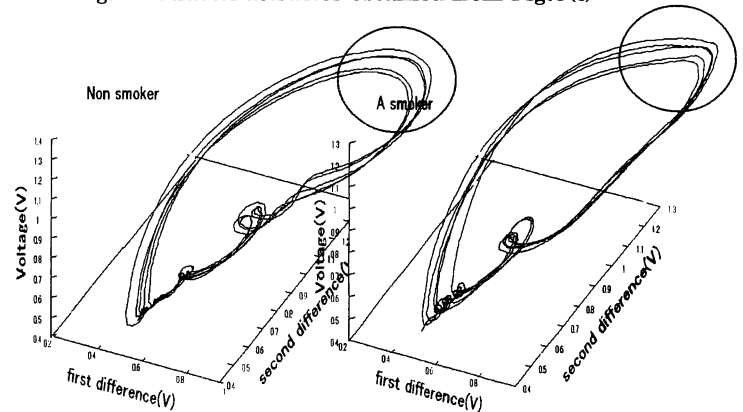


Fig.9 Chaotic attractor obtained from Fig.5(d)