

指尖と耳朶の加速度脈波波形の比較

佐野 裕司¹、片岡 幸雄²、小山内 博³

¹東京大学教養学部、²千葉大学教養部、³健康づくり研究会

Comparison of the waveform between ear lobe and finger tip in accelerated plethysmography

Yuji SANO¹, Yukio KATAOKA² and Hiroshi OSANAI³

¹The College of Arts and Sciences, University of Tokyo

²The College of Arts and Sciences, Chiba University

³Study group for Health Development

Abstract

The waveform of ear lobe and finger tip in APG (Accelerated Plethysmography) were compared to evaluate whether the waveform measured by finger tip indicates the state of whole blood circulation. 26 healthy men and women (the twenties to the sixties) served as the subjects. The results obtained in this study are summarized as follows;

1) There were noted significant differences in the components of the ratio of b/a , c/a , d/a and APG index between the waveform of ear lobe and finger tip in APG.

2) Significant correlations between the waveform of ear lobe and finger tip in APG were recognized in the components of the ratio of b/a , d/a and APG index, no significant in component of the ratio of c/a .

3) From above-mentioned findings, we may conclude that it is possible to evaluate the state of peripheral circulation of ear lobe by using the waveform of finger tip.

目 的

組織との栄養やガスの交換は主に毛細血管を介して行われている。その血液循環の良否の差は組織との栄養やガスの交換にも微妙な差を与えていることは当然考えられる。したがって、その血液循環動態を何れかの方法で捉えてその良否を判断することは重要な意味があると思われる。

非観血的な方法で簡単に末梢の血液循環動態を捉える方法の一つとして指尖容積脈波がある¹⁰⁾。しかし、指尖容積脈波は、その波形のままでは、

その中に含まれている小さな波の起伏が緩やかなため波形解析が難解である。また、基線動揺もみられ安定した波形が捉えにくいといった問題点もある。

そこで、元の波形の中に含まれる小さな波の起伏を強調するために微分波で捉える試みが行われてきた¹⁾。これは同時に基線の動揺を安定することにつながる¹⁵⁾。著者らは、この様な微分波の利点を考えて従来の指尖容積脈波を2回続けて微分し、二次微分波である加速度脈波 (Accelerated

Plethysmograph; APG) として捉えて、その波形パターンの分類や数量化を試み、年齢、血圧、成人病などの疾患や既往症者、身体トレーニングなどの関係を明らかにし、末梢血液循環の評価として加速度脈波が有用であることを報告してきた(1, 2, 4, 5, 6, 11, 12, 16, 17)。最近では、さまざまな分野でこの加速度脈波が利用されるようになってきた(3, 8, 9, 10, 13, 14)。

ところで、これまでの加速度脈波に関しては、指先で捉えたものが中心で、他の部位を捉えて検討したものは今のところみられないようである。

そこで、本研究は、これまでの指先 (Finger Tip) と脳の血液循環動態をおおむね反映していると考えられる耳朧 (Ear Lobe) の加速度脈波とを対比して検討し、利用分野が多くなってきた指先部の加速度脈波の有用性を探る資料にすることにした。

方 法

1) 加速度脈波の測定装置

装置は、日本光電工業社製の AA-601 H と AR-650 H に微分回路 ED-601 G (時定数 0.01sec) を 2 個直列に接続したものである。この装置を指先と耳朧との脈波波形を同時記録するために 2 組用意した。それぞれの波形は、従来の容積脈波とその速度脈波および加速度脈波の 3 波形を同時記録した。記録は、ペーパースピードを 50mm/sec とし、ペンオシログラフで行った。その際に、それぞれの脈波の波高をそろえるように記録した。指先と耳朧のピックアップは、それぞれ日本光電工業社製の MPP-3 B、MPP-3 C を用いた。

2) 測定条件

測定は、仰臥位で、5 分の安静後に行った。指先および耳朧の測定部位は、心臓位とし、同側とした。また、指先部は第二または三指で測定した。

3) 加速度脈波の分析

著者らは、図 1 のごとく、加速度脈波の波形に

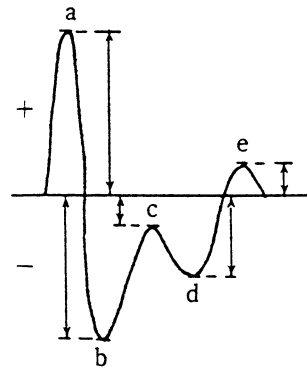


図 1 加速度脈波波形の a~e 波
Fig. 1 The inflection points of APG

含まれる波を a~e 波に分類している(5, 11)。今回の指先と耳朧の波形分析は、これまでに著者らが示してきた波形を数量化する方法と同様で、 b/a 比、 c/a 比、 d/a 比および血液循環動態の総合的な指標としての加速度脈波係数 (APG Index = $(-b + c + d) / a \times 100$) についておこなった(11)。

4) 対象者

対象者は、本研究に積極的に協力してくれた、26 名 (男 5 名、女 21 名) であった。年齢は 20~66 歳で、 42.5 ± 16.23 (平均 \pm 標準偏差) 歳であった。

結 果

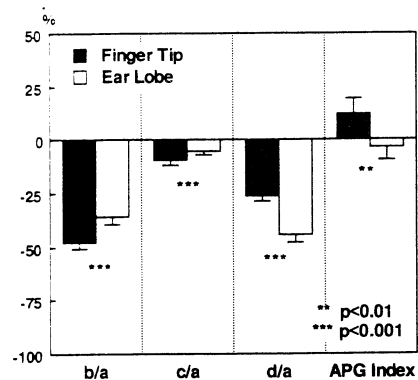


図 2 指先と耳朧の b/a 比、 c/a 比、 d/a 比、および APG Index の平均値と標準誤差

Fig. 2 Mean value and standard error of the ratio of b/a , c/a , d/a and APG Index between the waveform of finger tip and ear lobe.

図2は、 b/a 比、 c/a 比、 d/a 比およびAPG Index について、指尖と耳朶の平均値と標準誤差を示したものである。 b/a 比は、指尖が $-48.1 \pm 3.12\%$ 、耳朶が $-36.1 \pm 3.78\%$ ($p < 0.001$)と両者の間に有意な差が認められた。 c/a 比は、指尖が $-9.8 \pm 2.35\%$ 、耳朶が $-5.2 \pm 1.71\%$ ($p < 0.001$)と両者の間に有意な差が認められた。 d/a 比は、指尖が $-26.4 \pm 2.67\%$ 、耳朶が $-44.7 \pm 3.39\%$ ($p < 0.001$)と両者の間に有意な差が認められた。APG Index は、指尖が $11.9 \pm 7.02\%$ 、耳朶が $-3.5 \pm 5.97\%$ ($p < 0.001$)と有意な差が認められた。

図3～6は、 b/a 比、 c/a 比、 d/a 比およびAPG Index について、指尖と耳朶との関係を示したものである。 c/a 比が、 $r = -0.053$ と有意な相関関係が認められなかったが、 b/a 比が $r = 0.728$ ($p < 0.001$)、 d/a が $r = 0.771$ ($p < 0.001$) およびAPG Index が $r = 0.760$ ($p < 0.001$)とそれぞれに有意な相関関係が認められた。

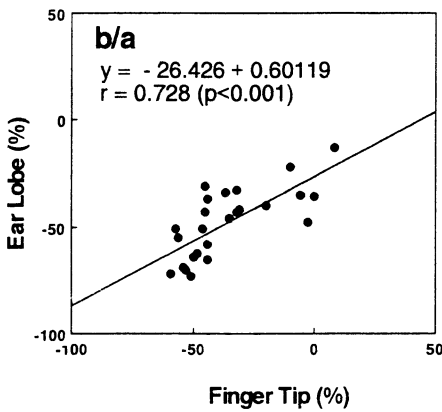


図3 b/a 比に関する指尖と耳朶との関係

Fig. 3 Relationship between the waveform of finger tip and ear lobe in the component of the ratio of b/a .

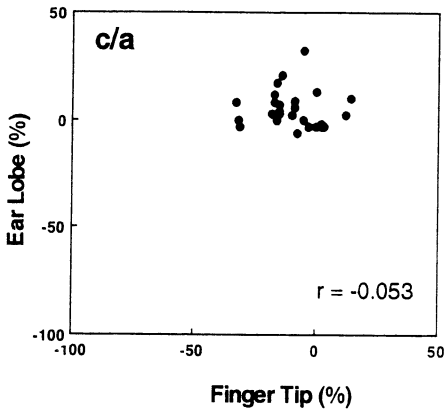


図4 c/a 比に関する指尖と耳朶との関係

Fig. 4 Relationship between the waveform of finger tip and ear lobe in the component of the ratio of c/a .

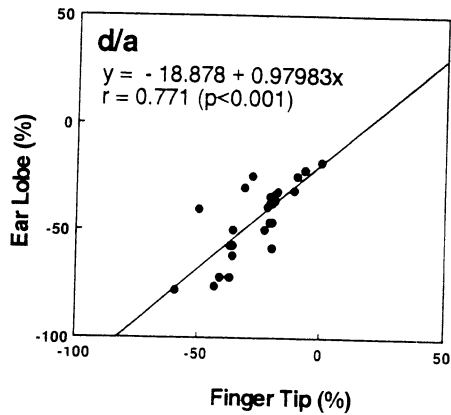


図5 d/a 比に関する指尖と耳朶との関係

Fig. 5 Relationship between the waveform of finger tip and ear lobe in the component of the ratio of d/a .

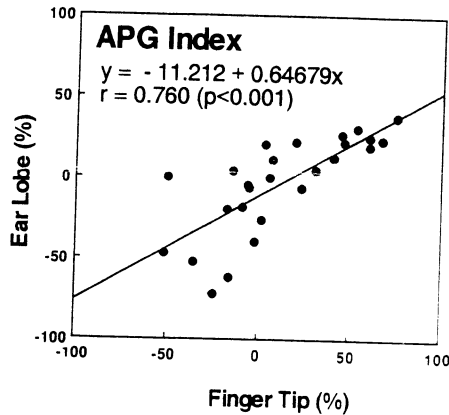


図6 APG Index に関する指尖と耳朶との関係

Fig. 6 Relationship between the waveform of finger tip and ear lobe in APG Index.

考 察

近年、末梢の血液循環動態の指標として測定が簡単な指尖部の加速度脈波の検査がよく実施されるようになってきた。確かに、指尖部の加速度脈波は、その部位の血液循環動態を表していることは事実であるが、他の部位の加速度脈波とを比較したものはない。そこで今回は、指尖と耳朶の加速度脈波の波形の比較検討を試みた。その結果、加速度脈波の数量値である b/a 比、 c/a 比、 d/a 比および APG Index の全てに指尖と耳朶とに有意な差が認められた。このことは、指尖と耳朶との加速度脈波の波形はかなり異なることを意味する。しかし、それぞれの指尖と耳朶との相関をみると、 c/a 比以外の全てに有意な相関関係が認められた。このことは、指尖の加速度脈波の波形パターンから脳の血液循環動態を反映している耳朶の加速度脈波の波形パターンをある程度予測できることを意味している。

これまでに指尖の加速度脈波と動静脈の血流動態とは一定な関係が認められ、身体トレーニングによって加速度脈波が改善すると、その改善に伴って眼底の動静脈の血流動態も一定な方向に変化する結果が得られている(13,17)。これらは、今回の結果を肯定するものであると同時に、指尖の加速度脈波が変化すれば、全身の血液循環動態も変化することを暗示するもので、今回の結果と考え合わせるならば、指尖の加速度脈波はある範囲で全身の血液循環動態の指標となり得るものと考えられる。

指尖と耳朶との脈波波形は、かなり異なるものが示されたが、一般的に脈波波形は、心力、心拍出量、動静脈圧、動静脈の血管弾性、動静脈の血液量、血液の粘性等さまざまな影響を受けていることが考えられる。そして、心臓から伝播された脈波は、それらの影響を受けて伝達されながら徐々に歪んでくると言える。したがって、心臓からそれぞれの部位までの血管の長さも違うし、組織的

にも違いがあるので、脈波波形の歪方にも差がでてくるいえ、指尖と耳朶の脈波波形は、異なるものが示されて当然といえよう。

前述したように今回の結果では指尖の加速度脈波で耳朶のその波形を予測できると考えられたが、加速度脈波のそれぞれの数量値について指尖と耳朶との相関をみると、指尖の値が同じでありながら耳朶のそれには幅があり個人差が認められる。これは、その相関を崩す何らかの要因があることを暗示するもので、それに関する検討が必要と思われる。

結 論

年齢が20~66歳の男女26名を対象に、指尖と耳朶の加速度脈波の波形を比較検討した結果は、以下のごとくまとめられる。

1) b/a 比、 c/a 比および d/a 比は、指尖と耳朶との間に有意な差が認められた。また、APG Index は、指尖と耳朶との間に有意な差が認められた。

2) b/a 比および d/a 比は、指尖と耳朶との間に有意な相関関係が認められたが、 c/a 比は、有意な相関関係が認められなかった。APG Index は、指尖と耳朶との間に有意な相関関係が認められた。

3) 以上のことから、指尖の加速度脈波の波形パターンは耳朶のその波形パターンとは異なるものの指尖の波形パターンから耳朶のそれを予測することがある程度可能である。

参 考 文 献

- 1) 生山 匡、渡辺剛、佐野裕司、片岡幸雄、和田光明、西田明子、今野廣隆、川村協平、小山内博：網膜血管径の経時変化からみた加速度脈波波形の波形分析、体力科学、35 (6)、p379、1986
- 2) 生山 匡、佐野裕司、片岡幸雄、和田光明、西田明子、今野廣隆、川村協平、渡辺剛、小山内博：寝たきり老人と非寝たきり老人の加速度脈波からみた血液循環動態、体力研究、(74)、18-30、1990
- 3) 加瀬知男：糖尿病における加速度脈波の臨床的検討、糖尿病、32 (4)、229-236、1989
- 4) 佐野裕司、片岡幸雄、生山 匡、和田光明、今野廣隆、川村協平、渡辺剛、西田明子、小山内博：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 (3)、129-143、1985
- 5) 佐野裕司、片岡幸雄、生山匡、和田光明、今野廣隆、川村協平、渡辺剛、西田明子、小山内博：加速度脈波による血液循環の評価とその応用 第2報：波形の定量化の試み、体力研究、65、17-25、1988
- 6) 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、13-23、1990
- 7) 関博人：時定数を変えた指尖容積脈波について、脈波、2 (2)、29-35、1972
- 8) 関博人：加速度脈波について（第一報）、日本女子衛生短期大学紀要、(7)、1987
- 9) 鈴木明裕、山川和樹、藤沼秀光、須藤秀明、小川研一：弾性動脈の伸展度 (Distensibility) と加速度脈波の関係についての検討—完全房室ブロック患者のVVIページング時の特徴的循環動態を用いて—、日本臨床生理学雑誌、20 (2)、113-123、1990
- 10) 鈴木仁、加瀬知男、麦原匡史、菱沼昭、土屋時彦、村松弘章、金澤寛樹、鈴木義信、下田新一：加速度脈波による糖尿病性神経障害の検討、日本臨床生理学雑誌、19 (5)、445-452、1989
- 11) 小山内博、片岡幸雄、和田光明、生山 匡、佐野裕司、今野廣隆：血液循環の評価法としての加速度脈波、多摩スポーツ会館における健康、体力相談、業務の成果に関する報告書、東京都立多摩スポーツ会館、47-56、1981
- 12) 小山内博、片岡幸雄、生山 匡、佐野裕司、今野廣隆、渡辺 剛、西田明子、和田光明、川村協平：加速度脈波による血液循環の検査、多摩スポーツ会館における健康づくりの理論と実際 第3版、(助)東京都教育振興財団多摩スポーツ会館、73-78、1989
- 13) 高沢謙二、伊吹山千春：加速度脈波、20、948-954、1988
- 14) 高沢謙二、前田和哉、飯田信之、瀬戸俊邦、藤田雅巳、内野秀治、矢部潔、佐藤信也、芦矢浩章、今泉満、伊吹山千春：加速度脈波、20、1716-1720、1988
- 15) 竹宮隆、蔡桜蘭、前田順一：Head-down型体位変換における指尖容積脈波の微分波経時計測、筑波大学体育科学紀要、7、222-225、1984
- 16) 渡辺剛、片岡幸雄、生山匡、和田光明、西田明子、佐野裕司、今野廣隆、川村協平、小山内博：網膜静脈径の経時変化と加速度脈波波形との関連について、体力科学、32 (6)、p461、1983
- 17) 渡辺剛、片岡幸雄、生山匡、和田光明、西田明子、佐野裕司、今野廣隆、川村協平、小山内博：網膜血管系の経時変化と加速度脈波波形の関連性におけるトレーニング効果、体力科学、33 (6)、p381、1984
- 18) 吉村正治：脈波判読の実際、中外医学社、東京、1968

(1991年12月31日受付)