

血管年齢の測定原理

Q：血管年齢測定器では血管の硬さから動脈硬化の程度を推定できるそうですが、その測定原理は？

A：指尖の末梢血管に流れる血液の量(容積)の変化を電氣的に検出します。

これを二次微分して明瞭なピークとすることで波形のパターンを認識します。この脈波は血圧などの血行動態や動脈硬化などの血管壁の性状を反映するといわれています。

心臓が血液を送り出すのに合わせ、血管は脈を打ちます。この脈の変化を表したのは「脈波」です。血管年齢の測定方法には、加速度脈波、PWV(Pulse Wave Velocity)、AI(Augmentation Index)などがあります。

脈波は、脈拍や血圧などの血行動態、動脈硬化などの血管壁の性状を反映するので、多くの情報が含まれます。動脈内圧の変化により血流容積の変動を検出するのが容積脈波(DPG)で、指先で測定する機器の利用が進んでいます。このDPGは指尖部のヘモグロビンの吸光度変化から血行動態を測定するもので、おもに末梢血液循環動態や自律神経機能を反映する検査として用いられます。機器の構造が小型で簡便、しかも非侵襲的であるのが利点ですが、その反面DPGの基線が不明瞭で不安定な波形のため、評価しにくいという欠点があります。そこでDPG波形を二次微分し、明瞭なピークとすることで波形のパターン認識や測定が可能となりました。現在、生理機能との関連や血行動態の研究が進められています(図1参照)。

【測定原理】

指尖の末梢血管に流れる血液の量(容積)の変化を電氣的に検出します(右図参照)。

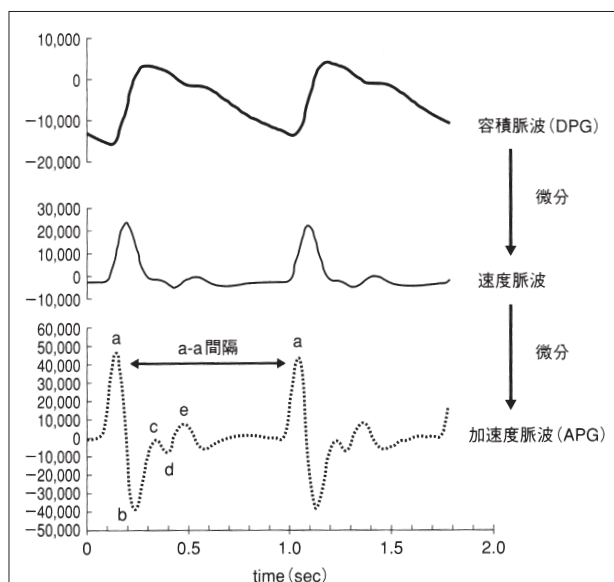
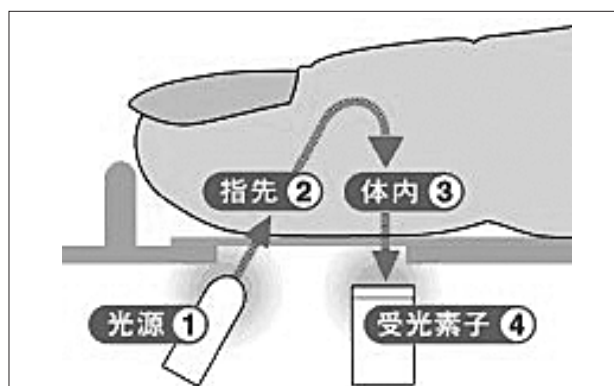


図1. 指尖容積脈波(DPG)と加速度脈波(APG)
DPGの二次微分がAPGとなる。微分操作により基線の明瞭化と安定化と、a~e波の明瞭なピークが得られる。

参考資料4)より引用



参考資料3)より引用

【加速度脈波の波高比(b/a、c/a、d/a、e/a)について】

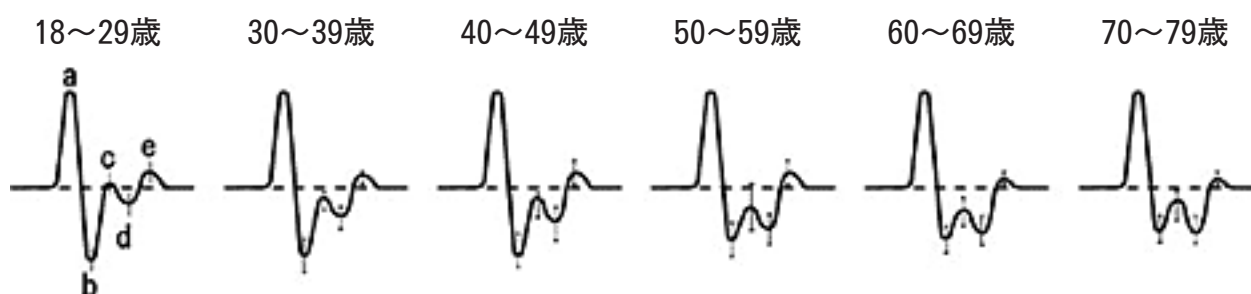
各波形の波高には厳密な意味はありません。従って波形の比較には下記のように、波高比を用います。

b/a：左心室から血液駆出に対して最初に血管が対応して発生した脈部分を表し、この時点ではほとんど反射が存在しない事を考えるとb/aは血管の伸展性を表すものと考えられます。加齢に伴って上昇します。

c/a：以前よりその意味合いが不明瞭な因子であり、見方によってはc波は存在しないといった意見もあります。加齢に伴って低下します。

d/a：反射によって再上昇した脈波の下降脚の状態を反映しており、血管の反射が強いほど低値を示します。血管の反射波は、血管内圧の上昇を主体とした機能的血管壁緊張により、また、動脈硬化を主体とした器質的血管壁硬化により強くなり、加齢に伴って低下します。血管拡張薬の効果判定に適しています。

e/a：指尖容積脈波の拡張期波の立ち上がり部分の変化を表すものです。基本的には、血管の柔らかい拡張期波の明瞭な若年層で高値を示し、加齢に伴って低下します。また、これらの比は加齢に伴ってb/aは上昇し、c/a、d/a、e/aは低下することが認められています(図2参照)。



加齢に伴ってa波に対してb波が浅くなり、d波が深くなるといった変化が表れています。

図2. 年代別波形

参考資料3)より引用

【結果の利用について】

このように、簡便に測定できる利点はあるありますが、同一個体間でも測定時期により値にばらつきがあったりするため、単純に定量比較することは困難です。しかし研究段階では症例数を増やせば検討は可能であり、そのパターン変化や各波高の比にて検討が多くなされており、再現性も認められています。

健康増進や治療効果の指標となりえるかどうかについてもある程度の検討がなされており、適度な運動を一定期間続けることにより加速度脈波はより若年タイプへ戻るといった報告があります。一方、心筋梗塞、狭心症、高血圧症、糖尿病など動脈硬化性疾患患者の加速度脈波は、同年齢の健常者と比べてより高齢者パターンとなっており、特に40歳代、50歳代の動脈硬化性疾患患者はその差異が顕著でした。

また、これらの患者の治療に血管拡張剤、特に亜硝酸剤などを投与すると、若年タイプへと移行することが認められています。これらは運動や血管拡張剤による末梢血行動態の改善と、血圧の低下による弾性動脈系の伸展度が増加したことなどにより惹起された変化と考えられますし、これらにおいては加速度脈波がある程度治療効果判定に利用可能と考えられます。

【血管年齢の測定方法】

血管年齢を示す“血管の硬さ”の測定方法はいくつかあり、代表的なものは次のとおりです。

PWV：上腕と足首で脈を測定し、心臓から伝わる脈波の速度を算出します。血管が硬いほど脈波の伝わり方が速くなるので、脈波の伝わる速度から血管年齢を算出します。

AI：心臓が血液を送り出すときに発生する駆出波の大きさに対する、反射波の大きさの割合のことで、動脈の硬さを示す指標の一つです。検査では、手首の脈を測定します。

加速度脈波：心臓が血液を送り出すのに合わせ、血管は脈打ちます。この脈の圧力の変化を表したのが「脈波」です。加速度脈波とは、この波形によって、全身の血管壁からはね返ってくる反射波の大きさと速さをとらえ、血管の硬さを推定します。検査では、指先の脈を測定します。

なお、これらの検査は、実際の診療においても血管の状態を診断するのに使われています。

【参考資料】

- 1) 日本医事新報, 3445, 130, 1990
- 2) きょうの健康, 233, 108, 2007
- 3) フクダ電子株式会社ホームページ
- 4) 医学のあゆみ, 228, No.6, 2009