

基本健康診査時に、加速度脈波を用いて 検討した、指趾の血管加齢変化とその関連因子

渡辺 弘美

要旨：基本健診期間に 41～82 歳の 131 名（男性 36 名、女性 95 名、平均年齢 62.8 ± 10.6 歳）に加速度脈波の検査を施行した。加速度脈波（APG）は非観血的、非侵襲的な検査であり、末梢循環動態を反映し、さらにその成分の分析により血管推定年齢が算出されて動脈硬化などの判定にも有用である。対象となった大東町民の血管は、40～70 歳代は年代相当の加齢変化を呈していたが、高齢者のなかには非常に若々しい血管を有すると思われる住民もいた。足のほうが手より 8.8 歳有意に若かった。血管年齢が正常範囲であったのは 74% であり、血管年齢が実際の年齢より 10 歳以上高かったのは 26%（異常群）であった。異常群は年齢が若く、基準値の範囲内であるが、拡張期血圧が高く、HDL-C が低く、ヘモグロビンやヘマトクリットが高いという特徴を有していた。特に農業に従事してよく動く高齢者の血管年齢が若いのが印象的であった。それに対して壮年者の血管年齢が高く、生活習慣病を念頭においた今後の健康指導の重要性を強調したい。

I. はじめに

「ヒトは血管とともに老いる」と言われる。我国は世界一の長寿国となり、90 歳以上の超高齢者の増加は目覚ましいものがある。我国の死因の第 1 位は悪性新生物であるが、90 歳を過ぎるとむしろガンの発生よりも血管障害が ADL（日常生活動作）や QOL（生活の質）の低下をもたらし、ひいては生命予後を規定することとなる。血管をいかに若々しく保ち虚血性心疾患や脳血管障害の発症予防に結びつけることが可能であるかが「健やかに老いる」、すなわち健康長寿のための必須条件の 1 つであると考えらる。

血管の老化をものがたる動脈硬化は、遺伝的素因を始め、取り巻く種々の環境や習慣によるところが大きいのは周知の事実である。そこで筆者は、平成 13 年度大東町基本健康診査受診者に加速度脈波を用いて末梢循環動態を検討し、検診時の諸測定値や血液検査データなどを関連因子として検討を行い、住民の血管年齢

の一面を評価することを目的とした。

加速度脈波（APG）は指先容積脈波の原波形を 2 次微分し、有効な情報を抽出したものである（図 1）。加速度脈波には a, b, c, d, e の変曲点があり、a に対する b, c, d の高さを求める。これを用いて波形を A～G の 7 パターンに分類し、血液循環動態を評価する。パターン A は最も循環が良好な状態を表し、パターン G へいくに従い循環が悪い状態を示す。加速度脈波測定の結果をインデックス（ $APG-I = (b+c+d)/a$ ）で表し、年齢、身長、体重、血圧などの個人情報を加味して提示されるのが血管推定年齢である。

図 1)

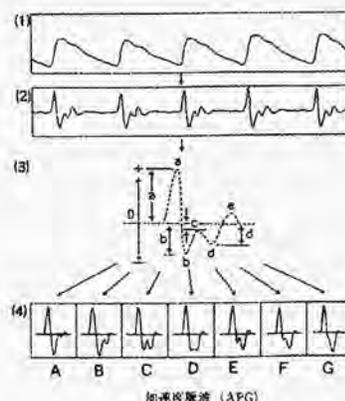
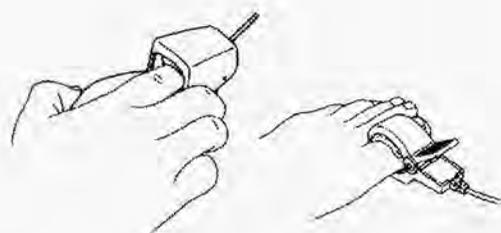


図2) 指趾における測定

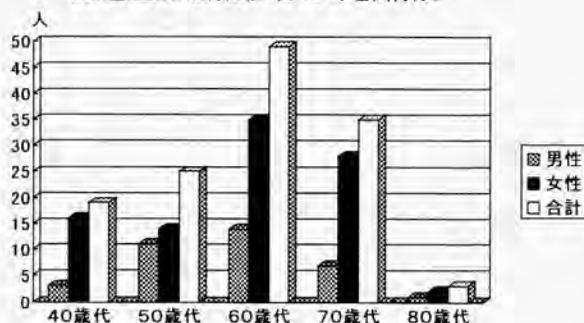


II. 対象

平成13年度の基本健康診査期間に検診のために保健センターを訪れた中で、加速度脈波の測定の主旨を説明した後に検査を希望した41歳～82歳の131名(男性36名、女性95名)。平均年齢は62.8±10.6歳。40歳代が19名(男性3名、女性16名)、50歳代25名(男性11名、女性14名)、60歳代49名(男性14名、女性35名)、70歳代35名(男性7名、女性28名)、80歳代3名(男性1名、女性2名)。

図3)

加速度脈波被検者の年齢構成



III. 方法

加速度脈波の測定にはフクダ電子社加速度脈波計 DYNA PULSE SDP-100 を用いた。測定の条件は、平均室温 25～26℃のもと、約5分間以上の安静仰臥の後に、測定部位は原則として左側第2指先、左側第1趾とした(図2)。健診は午後に施行されたが、同日の昼食や服薬は中止とした。

今回は加速度脈波パターン(以下 APG-P)、血管推定年齢、b/a、d/a に関する解析を行った。

データの統計処理には Stat View を用い、t 検定、相関分析、分散分析を行った。

IV. 結果

今後、指での測定データに対し「手」、趾での測定データに対して「足」と記載することもあるかじめ述べておく。

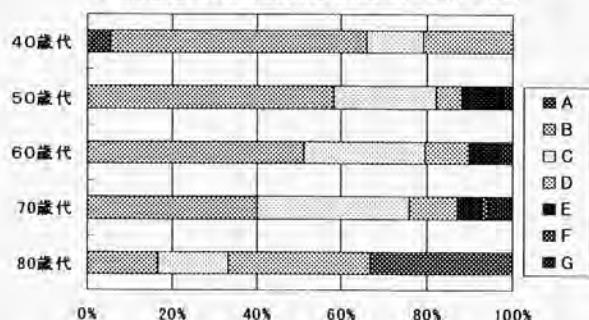
1. 加速度脈波パターンよりみた加齢変化

1) 40～80歳代の年代毎の変化

131名の指・趾(手・足)262部位のパターンを年代毎に表した。

図4)

年代ごとにみた加速度脈波パターン(手・足)



手足を合わせた結果では、パターンAが認められたのは40歳代のみであり、以後は加齢に伴ってパターンBは減少し、Cの増加が認められた。循環動態が最も不良であることを表すパターンGは50歳代より出現し70歳代までは増加が認められたが、80歳代の対象にはみとめられなかった。

2) 手の APG-P (図5)、足の APG-P (図6) を各々年代毎に表した。

図5)

年代毎にみたパターン分布(手)

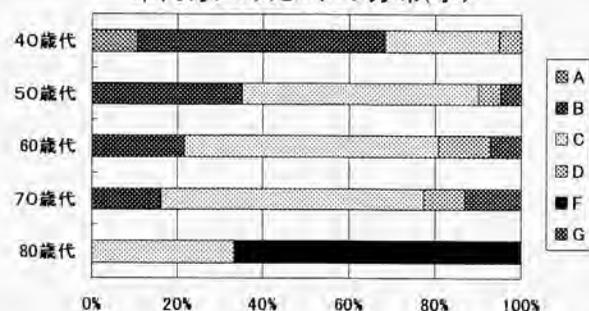
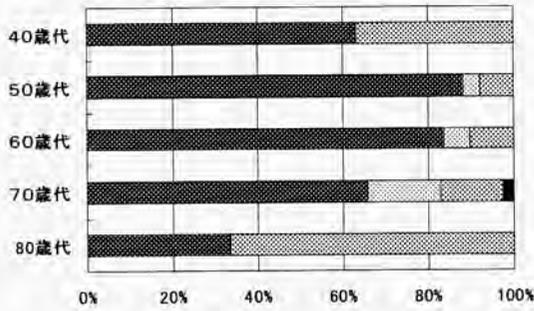


図 6)

年代毎にみたパターン分布(足)



パターン A が認められたのは 40 歳代の手のみであった。加齢とともに手のパターン B は減少し、80 歳代では認められなかった。最も循環動態が不良であるパターン G が手では 50 歳代より出現し、加齢とともに出現の割合が増加したが、80 歳代の手には認められなかった。

足においては、手に見られたような加齢変化は明らかでなかった。40 歳代ではパターン B、C のみであるが、50 歳代より C が出現し加齢とともに増加した。そして 70 歳代ではさらに F が認められた。しかし 80 歳代では、B と E のみであった。

加速度脈波パターンよりみた変化は、手においては 70 歳代までは年代による加齢変化が認められたが、足においては手とは異なり加齢変化は明確でなく、手より循環動態が良好であることを示す結果が得られた。

3) 個体内における、手(指)と足(趾)の加速度脈波パターンの差異の検討

①加齢に伴い手・足に出現するパターンの差を検討した。

A 群は手足の APG-P が同一の対象者である。B 群は、手足の APG-P が、たとえば手がパターン B で足がパターン C のごとく、異なっているが近似した対象者の場合。C 群は、手がパターン B で足がパターン D のごとく手足に 2 パターン以上の相異がある対象者とした(表 1)。

(表 1)

手足の差の有無と程度による群の分類	例数
A 群：手と足が同じパターン	29/131 例 (22%)
B 群：手と足が近似したパターン	64/131 例 (49%)
C 群：手と足に 2 パターン以上相異あり	38/131 例 (29%)

②手足のパターン差により分類した A 群、B 群、C 群の対象者の平均歴年齢。

A 群 29 例の対象者の平均年齢は 59.2 歳、B 群 64 名は 63.9 歳、C 群 38 例は 64.0 歳であった。これらの 3 群間における平均歴年齢に有意差は認められなかった。

2. 血管推定年齢より検討した、手(指)と足(趾)の加速度脈波

1) 歴年齢と、手足の血管推定年齢の差の検定
全対象の歴年齢は 62.8 歳であり、手血管推定年齢の平均は 63.4 歳、足血管推定年齢の平均は 54.0 歳であった。手血管推定年齢と歴年齢の差は有意ではなかったが、足は 8.8 歳若かった(p=0.0001)。

2) 血管年齢における異常群と正常群の歴年齢の比較

(表 2)

	全対象 N=131	正常群 N=97	異常群 N=34
手年齢	63.4±10.7	61.3±10.1	69.3±10.1 歳
足年齢	54.0±13.1	51.7±12.3	60.8±13.3 歳

加速度脈波測定結果を身長、体重、歴年齢で補正して得られた血管推定年齢が歴年齢と比較して約 10 歳以内であるものが正常範囲と規定され、10 歳以上年齢差がある例を異常群とした(表 2)。手の指の血管年齢と足の指の血管年齢を合わせたものを手足年齢、指を手年齢、

足を足年齢とした。全対象者の、加速度脈波所見より得られた手の血管年齢の平均は 63.4 ± 10.7 歳、足の血管年齢の平均は 54.0 ± 13.1 歳と、足のほうが 9.4 歳血管年齢が若かった。

3) 歴年齢と、加速度脈波による血管推定年齢との関連（手足、性別に関して）

(表 3)

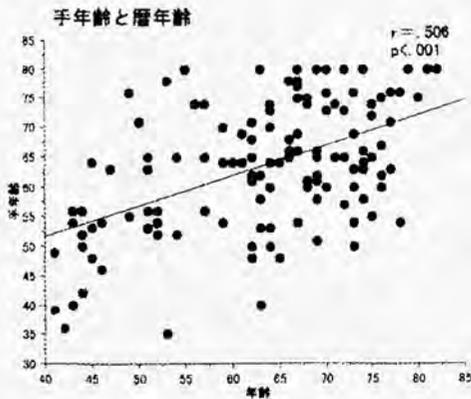
部位と性別	相関係数	p
① 手血管推定年齢	0.506	p<0.001 *
② 足血管推定年齢	0.191	p<0.1
③ 手血管推定年齢 (男性)	0.465	p<0.01 *
④ 足血管推定年齢 (男性)	0.151	p=0.3745
⑤ 手血管推定年齢 (女性)	0.488	p<0.001 *
⑥ 足血管推定年齢 (女性)	0.169	p=0.1035

*有意差あり

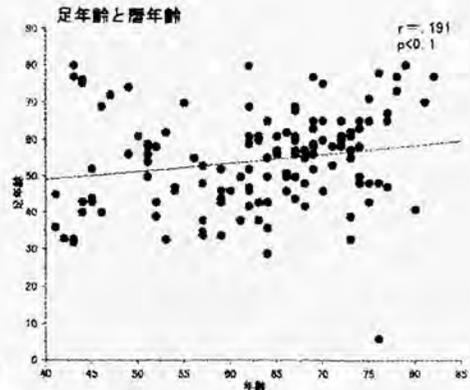
対象全体の歴年齢と、加速度脈波による血管推定年齢の関連、すなわち実際の年齢と脈波でみた血管年齢が相関しているものかどうかを検討した (表 3)。手において正の相関を有していた。足では軽度の傾向を示す程度であった。足のほうが手より血管が若い傾向が示唆された。

性差を含めて検討したところ、手では、女性において男性より強い正の相関がみられた。足では男女ともに相関が認められなかった。すなわち足においては加齢変化が年齢のみでは規制されていないことになる。

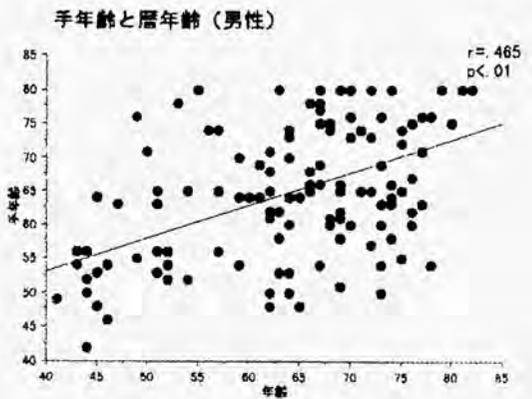
(図 7)



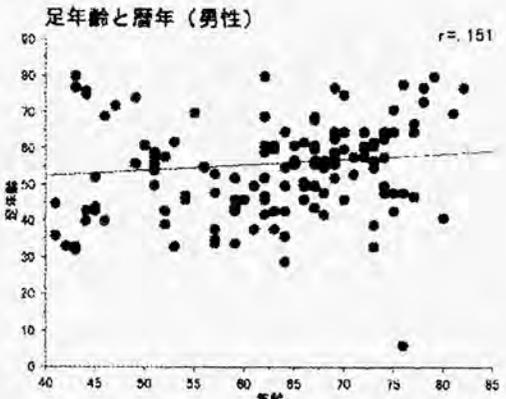
(図 8)



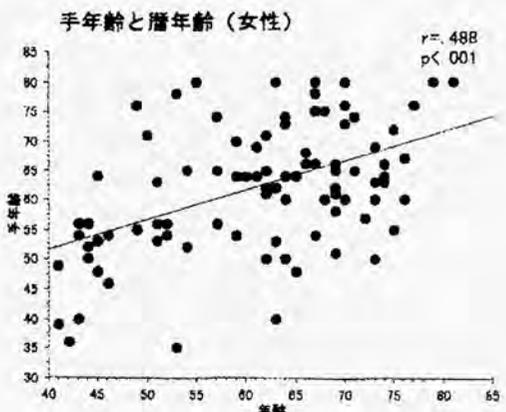
(図 9)



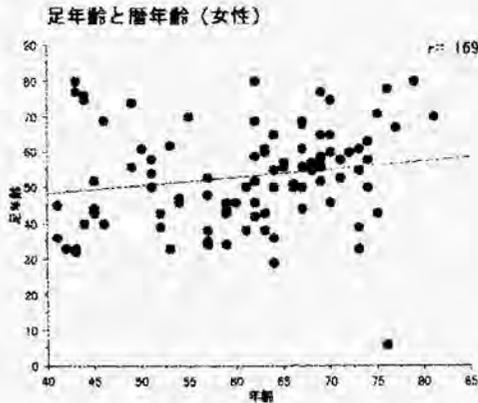
(図 10)



(図 11)



(図 12)



4) 血管推定年齢が正常範囲とそれを超える群と、基本健診諸検査・因子との関連

血管推定年齢が実際の暦年齢との比較で正常範囲であったのは 97 名 (以下正常群)、男性 27 名、女性 70 名であった。血管推定年齢と 10 歳以上の差で高齢であったのは 34 名 (以下異常群)、男性 10 名、女性 24 名であった。対象を血管推定年齢が正常範囲であった正常群と、血管推定年齢が暦年齢よりも高齢にでた異常群の 2 群に分類し、基本健診諸検査値、諸因子との関連を検討した。基本健診検査値や諸因子には、対象の平均年齢、肥満度、収縮期血圧、拡張期血圧、ヘモグロビン、ヘマトクリット、総コレステロール、LDL-C、HDL-C、中性脂肪、空腹時血糖、HbA1c の 12 項目が含まれる。(表 4) 血管推定年齢が正常であった群と、暦年齢よりも高齢であった異常群の 2 群間での検討

基本健診諸検査値・諸因子 正常群(N:97) 異常群(N:34)

① 年齢	64.7	57.7	歳	p<0.05
② 肥満度	97.2	99.1	%	
③ 収縮期血圧	125.9	126.4	mmHg	
④ 拡張期血圧	70.9	75.0	mmHg	p<0.1
⑤ 総コレステロール	206.0	201.2	mg/dl	
⑥ LDL-C	119.6	118.8	mg/dl	
⑦ HDL-C	66.9	61.7	mg/dl	p<0.1
⑧ 中性脂肪	97.5	103.7	mg/dl	
⑨ 空腹時血糖	87.1	89.7	mg/dl	
⑩ HbA1c	5.3	5.2	%	
⑪ ヘモグロビン	12.6	13.3	g/dl	p<0.05
⑫ ヘマトクリット	38.1	39.6	%	p<0.05

年齢は異常群で若く、肥満度は異常群で大であり、収縮期血圧・拡張期血圧は異常群で高く、ヘモグロビン、ヘマトクリットは異常群で高く、総コレステロールは正常群で高く、LDL-C は正常群で高く HDL-C は正常群で高く、中性脂肪は異常群で高く、空腹時血糖は異常値で高く、HbA1c は正常群で高かった。しかしいずれも測定値としては基準値の範囲内であった。血管年齢の正常群と異常群間において、諸検査値や諸因子との間に有意差を認められたのは年齢 (p<0.05)、拡張期血圧 (p<0.1)、ヘモグロビン (p<0.05)、ヘマトクリット値 (p<0.05)、HDL-C (p<0.1) であった。

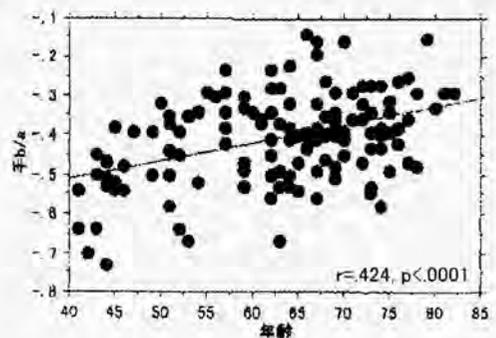
3. 加速度脈波成分の b/a, d/a よりみた血管の加齢変化

加速度脈波の a~e 成分より算出した b/a は血管の器質的な血管変化を、d/a は機能的変化あらわすとされている。ここでは手、足に分け、その各々の暦年齢との相関を検討した。

1) 手の加速度脈波の b/a と年齢との相関

加齢とともに b/a 値は増加し、年齢と正の相関を示した。

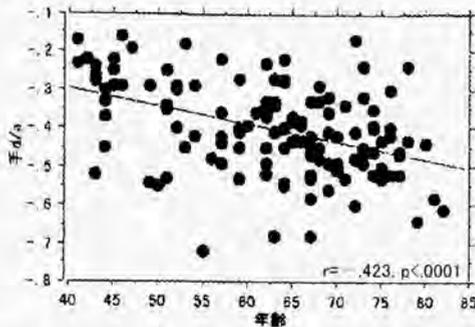
(図 13)



2) 手の加速度脈波の d/a と年齢との相関

加齢とともに d/a 値は減少し、年齢と負の相関を示した。

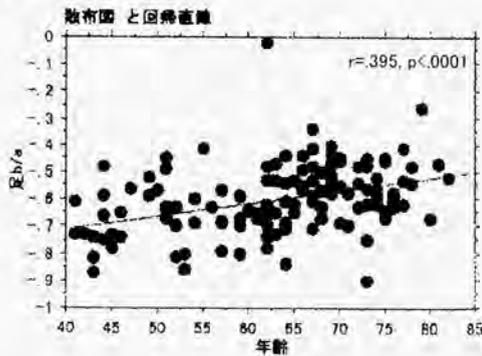
図 14)



3) 足の加速度脈波の b/a と年齢との相関

加齢とともに b/a 値は増加し、年齢と弱い正の相関を示した。

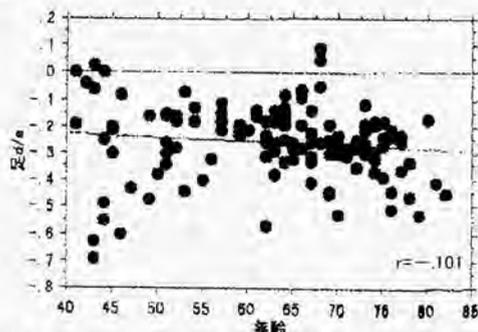
図 15)



4) 足の加速度脈波の d/a と年齢との相関

加齢とともに d/a 値は減少したが、年齢との相関は認めなかった。

図 16)



4. 手足の血管推定年齢が高かった対象者の検討

手足の両部位の推定血管年齢が高かった対象者の特徴を検討した。

男性はそれぞれ肥満度 115.7%、高血圧、高

脂血症などを有していた。女性では高血圧、高脂血症、肥満などの特徴があった。しかしいずれにも属さない対象者においては運動習慣が少ないという例が多かった。

V. 考案

1. 加速度脈波の測定・解析の意義

加速度脈波は、非侵襲的で簡便な末梢循環機能の評価法として利用されている。著者はこれまでに加速度脈波を用いて、病院や施設の 90 歳以上の超高齢者に加速度脈波を施行し、末梢循環動態の検討を行った。超高齢者では、脈波所見は不良な例が多かったが、特に日常生活動作 (ADL) レベルが低い例や、重篤な疾患を有する例では不良であった。超高齢者においては脈波所見は個人差や個体内の部位差が認められ、動脈硬化所見が身体内で様々に進展していくことが予測された¹⁾²⁾。また脳血管障害を有する例や高齢者においても、リハビリテーションによる脈波所見の改善が見られたことから、末梢循環動態の改善に結びつく運動の効用が示唆された³⁾。

一方、三上は実際には 70 歳のヒトでも 40 歳代、60 歳代の若々しい血管年齢はかなりの率で存在することが予想できる、すべての老人血管は全て高度に老化、硬化しているとの先入観や思いこみに対して提言をしている⁴⁾。また馬庭らは、加速度脈波測定が動脈硬化の診断法の 1 つとして評価を受けているが、ひとの生理的変化に敏感であるし、条件設定を明確にしたうえで繰り返し測定することによってひとの健康の揺らぎをも示唆してくれると言う点より発展的利用法も話題となっている⁵⁾。

宮井らは加速度脈波による高血圧発症リスクの評価に関するコホート研究を行った。その結果、加速度脈波は正常血圧者における高血圧の進展に対し他の危険因子とは独立した付加的な情報を提供しうるものであると述べている⁶⁾。

2. 大東町民の血管は若いですか？

手足を合わせた加速度脈波^①の検討によると、40～70歳代は加齢に伴う変化がみとめられたが、80歳代ではより若い年代にみられたGパターンは認められなかった。この結果を手と足に分けて検討した。手のほうが加齢変化はあきらかであったのに対して、足では80歳代でもパターンBが認められ、手よりも若い血管であるといえる。50歳代以上においては、高澤らの報告にみる323例の結果より若い血管を有し、血管年齢が若い集団であると評価される。

実際の年齢と血管推定年齢の相関をみた結果においても、手はほぼ実際の年齢と相関した血管加齢変化であったが、足においては40歳代では血管推定年齢が高いヒトが多かったが、80歳代の高齢になっても血管推定年齢が平均60歳代と、弱い相関傾向を認めたのみであった。男女別で検討すると、手では有意の加齢変化が見られたが、足においては加齢変化は明らかではなかった。壮年の男性は、特に足で高い血管年齢を有する例が目立つが、高齢男性の足の血管は若いと予測された。高齢の対象者は農業従事者が多くよく動く、一方で壮年者は会社勤務等が多く、血圧や肥満度に問題を有していた。

加速度脈波の脈波成分 b/a は血管の器質的硬化変化を反映し加齢とともに値は増加、 d/a は機能的変化を反映し、加齢とともに減少するとされている。ここでも手では器質的、機能的ともに加齢変化を呈していたが、足では器質的に弱い相関を呈し、機能的には有意の変化は認められなかった。

調査対象となった大東町の就業人口からみた主な産業は、製造業、農業が主であるが、15歳以上の総人口に占める農業人口の割合は約30%にあたる^②。得られた今回の調査結果において特徴的であったのは、農業に従事する高齢者の血管年齢の若さであった。農業に従事する高齢者が日常的に、一日中よく体を動かし、土

の上をよく歩いている姿が良好な加速度脈波所見と重なって描き出された。しかし一方では、血管推定年齢が、正常群（平均年齢65歳）よりも正常範囲を逸脱している異常群（平均年齢58歳）で有意に若いという結果が得られた。調査の対象の中でも、運動習慣が無かったり少ないのは若い群に多かった。大東地区においても今後は特に中・壮年者に対する生活習慣病の1次予防の重要性が強調されるべきであると考え。近年は特に小学校高学年の男児の肥満が取り沙汰されている。血管の硬化性変化の過程を考えたとき、食生活や運動習慣を加味した生活習慣病の一次予防は、すでに小児期より開始されることが若い血管を保つことに結びつく。遠藤らは大東町の食環境と住民の健康に関連した食行動に関する調査を継続、研究しているが^③、血管状態と連携した調査も意義があるものと考え。

3. 血管推定年齢が高い群は、健診結果と関連してどんな特徴がありますか？

脈波所見と、診察・検査所見より、血管推定年齢が高齢化しているモデルとして次のような像が浮かび上がってきた。「健診を受けた若い年代の方で、小太り、血圧も正常範囲とは言いがたく、特に時々一低いほうの血圧が高い—と言われることがあり、コレステロールの値は高いとは言われなくても善玉のコレステロールが多いというわけでもなく、油っこい物が好きで、お酒もつつい量すぎてしまう。糖尿病はまだ大丈夫。会社勤めで運動不足、デスクワークが多く余り歩くこともない。お茶も余り飲まないので脱水に気をつけた方がよい。」・・・こんな条件を備えていればいるほど、血管年齢が高い可能性があるので生活習慣の改善がのぞまれる。

尾崎らは、加速度脈波と年齢、総頸動脈の最大肥厚部とその前後の測定値に有意の相関があると報告し、加速度脈波の動脈硬化の指標としての有用性を示唆した。さらに動脈硬化危険

因子と b/a との関連で、年齢、血圧、体脂肪率などを挙げている⁹⁾。

糖尿病は、subclinical な糖代謝障害の時期の長さが、合併症の発症に大きくかかわってくると言われるが、糖尿病患者の加速度脈波所見は、手足ともに罹病歴が長くなるとともに悪化する傾向があるとされている⁹⁾。また、脳血管障害を有する高齢者において、リハビリテーションにより末梢循環動態が改善するという知見を得たり²⁾、中高年者で歩行運動後に血圧が改善して加速度脈波パターンが改善するなど¹⁰⁾、加速度脈波の臨床面への応用が盛んに行われている。非侵襲的・非観血的で簡便に、繰り返し測定が可能であるメリットを生かしつつ、今後も対象者を増やし、他の関連因子との検討を加え、大東町町民の血管の若さの本質に迫ると同時に「健やかな老い」に寄与したいと考える。

VI. まとめ

大東町住民 131 名の手足の加速度脈波を測定した。血管年齢は足で有意に若かった。特に高齢者群で下肢の血管年齢が若いのが目立った。それに対して壮年男性の血管年齢が高く、生活習慣病の一次予防の重要性が示唆された。

謝辞

加速度脈波の測定ならびに本研究にご協力をいただいた大東町の皆様、ならびに保健福祉課の皆様に深謝申し上げます。なお、本調査は、吉岡弥生記念館大東町健康調査研究助成をうけて実施した。

文献

- 1) 渡辺弘美、宮崎晶子、竹宮敏子 et. al：超高齢者の表面皮膚温と加速度脈波について、加齢の生理研究会記録 2 81-88, 1995
- 2) 渡辺弘美、竹宮敏子 et al.：加速度脈波

よりみた高齢者・超高齢者のリハビリ効果に関する検討、加齢の生理研究会 記録 4, 8-11, 1996

- 3) 渡辺弘美、竹宮敏子、山口晴子 et al：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、東京女子医科大学雑誌 70 E306-E316 2000
- 4) 三上正俊、小澤禎治、高澤謙二：貴方の血管はまだ若々しいですか（加圧脈波と加速度脈波）、第 31 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 52-57, 2001
- 5) 馬庭芳朗、有田清三郎、山内永吾ら：地域医療・加速度脈波・カオスの邂逅、第 28 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 86-90, 1999
- 6) 宮井信行、富田幸太郎：加速度脈波による高血圧発症リスクの評価に関するコホート研究、第 29 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 46-50, 2000
- 7) 遠藤和子、尾岸恵三子：大東町の食環境と住民の健康に関連した食行動一貧血、高コレステロール値と食の伝承する行動から見た地区・年齢別特徴、大東町健康調査報告書 平成 12 年度, 31-43, 2001
- 8) 尾崎加代、渡辺浩、大久保雅通ら：加速度脈波と動脈硬化危険因子との関連、第 31 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 78-79, 2001
- 9) 上田信行、富田忠宏ら：健常人及び糖尿病患者における下肢の趾先加速度脈波の検討、第 11 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 57-67, 1991
- 10) 佐久間淳：運動強度・効果の測定と加速度脈波の導入—ウォーキングによる血圧、心拍、体脂肪などとの関係—、第 26 回加速度脈波・脈波研究会講演論文集 1-7, 1998