

令和元年9月13日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01570

研究課題名(和文) ヨガによる高齢者の不整脈予防効果の検討：心・血管および自律神経機能解析の応用

研究課題名(英文) The effects of Yoga therapy on arrhythmia of elderly

研究代表者

仁木 清美 (NIKI, KIYOMI)

東京都市大学・工学部・教授

研究者番号：40218095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)： ヨガの高齢者における心房性不整脈予防効果を検討するため、3か月間ヨガを施行し、血圧、脈拍、血管硬化指標、実効大動脈エラストランス、wave intensityの最大値、不整脈、交感神経指標(LH/HF)の変化を検討した。また心理検査の変化を調査した。ヨガ内容はリラクゼーション、アーサナ、呼吸法、瞑想を含む60分間。検討の結果、血圧、LH/HFは低下したが、他の指標には有意な変化はなかった。不整脈の減少は32%に認められた。気分検査では、緊張、抑うつ、疲労、混乱の改善を認めた。ヨガ療法は血管硬化や心血管連関に影響しないが、血管拡張、自律神経作用、気分という精神的作用により、抗不整脈作用をもたらす。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高齢者の心房性不整脈を減らすことは社会の急務である。加齢に伴う左室エラストランスの上昇は血管ステIFFネスの上昇と共に左室の拡張能低下をもたらし、心房性不整脈発生率を高める。しかし、高齢で左房拡張を認めながら洞調律を保っている高齢者も少なくない。心房性不整脈は体験的にストレス状態で起こりやすいことが知られているが、そのメカニズムは明らかでない。一方、ヨガ療法が、心房性不整脈に効果があることが報告されている。ヨガ療法などの代替療法は近年注目されているが科学的な根拠が少ない。そこで今回ヨガ療法が実際にどのように心血管系に影響するかを心血管系指標を用いて検討し、ヨガの科学的評価を行った。

研究成果の概要(英文)： To elucidate the effects of Yoga on atrial arrhythmia in aged subjects, cardiovascular indices, heart rate variability and profile of mood states (POMS) were evaluated before and after 3 months yoga protocol. Yoga program was performed for 60 minutes which consisted of relaxation, asana, breathing methods and meditation. After three month Yoga, blood pressure and an index of sympathetic nerve activity were reduced, though other cardiovascular indices such as pulse rate, arterial stiffness, effective aortic elastance and the maximum of the wave intensity were not changed. About 30% of the participants showed reduced atrial arrhythmia, and POMS test showed that the scores of tension, depression, fatigue and confusion were reduced. Yoga causes vasodilation, reduction of sympathetic nerve activity and activity of spiritual activity renewal, which have anti-arrhythmic effects on atrium without definite afterload reduction.

研究分野：超音波診断

キーワード：高齢者 不整脈 血管硬化 wave intensity 実効大動脈エラストランス

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年老年人口の急増により高齢者の健康維持が大きな課題となっている。高齢者自身の健康に対する関心も高い。自治体でも様々なトレーニングプログラムを供給している。その結果、高齢者の体力が増進していることが報告されているが、一方で高齢者の増加とともに心房細動症例が増加していることも事実である。弁膜症など心臓の構造に異常がないにもかかわらず生じる心房細動を孤立性心房細動と呼ぶ。発症する原因として精神的ストレス、不眠、自律神経障害、高血圧、加齢等が考えられる。心房細動は心不全だけでなく血栓性脳梗塞の原因となるため、高血圧、糖尿病を合併している高齢者には抗凝固療法が勧められている。以前はワーファリンによる治療が一般的であったが、納豆が食べられない、定期的に凝固能をチェックしなくてはならないなどの不利益があった。近年タビガトラン等の抗トロンピン薬が使用可能となり、納豆などの食品制限の解除や頻繁な凝固能チェックが不要となり、患者への利点が増したが、その一方で薬価はワーファリン 1mg錠 9.6円に対し成人 1日あたり約 500円と驚くほど高価となっている。今後高齢者はますます増加するため心房細動を有する症例も増加し、医療費を大幅に増やすこととなることが推測される。そのため心房細動の予防は必須である。

ヨガは呼吸法や瞑想、リラクゼーションおよびストレッチを含む体系化された運動法である。我が国でもヨガのリラックス効果や自律神経機能改善効果を代替医療、補完医療の一つとして応用する研究が行われてきたが、対象は主に緩和ケアや周産期、精神科領域であった。アメリカでは運動療法を薬物治療の代替医療として取り入れる研究が盛んであり、応用領域も広がっている。ヨガには伝統的な形式の他に現代人に取り入れられやすいように改変されたヴィニ・ヨガ、マタニティー・ヨガ、ホット・ヨガ等があり、動的運動より呼吸法や瞑想、リラクゼーションなどに重きをおいているが、筋肉のストレッチング効果も期待できる。ヨーガ療法学会のおこなっているヨーガ療法はアーサナ、呼吸法、瞑想からなり、精神的・身体的健康を回復を目指すもので、現代治療の補助療法としての効果が注目されている<sup>1)</sup>。

循環器領域における運動療法としてはヨガよりもエアロビクスなどの肉体運動の方が高血圧症例における血圧降下効果が高いといわれているが<sup>2)</sup>、不整脈に関しては、ヨガが発作性心房細動の出現率を有意に低下させたという結果が報告された<sup>3)</sup>。しかし、この研究はヨガによる心房細動発作の発生率の変化を調べたもので、ヨガの心血管系に対する効果を直接研究したのではない。我々は以前より心血管系の機能評価を研究してきた<sup>4)</sup>そして寒冷負荷による大動脈エラストランスの変化やストレッチングによる後負荷の変化を明らかにした<sup>5-6)</sup>そこでこの研究方法を応用し、ヨガによる心房細動予防効果が高齢者に期待できるかどうかの検討を行った。

### 2. 研究の目的

本研究の目的はヨガが、心臓・血管系に与える影響を検討し、高齢者においてヨガによる不整脈予防効果の有無を明らかにすることである

### 3. 研究の方法

週 2 回、1 回 1 時間のヨガを 3 か月行い、前後で以下の検査を施行し、変化を検討した。

#### (1) ヨガによる心機能および後負荷の変化の検討

心臓超音波を用いて心機能評価を行った。評価項目は左室容量、左室駆出率、左房容量、左室流入血流速度波形、1 回左室拍出量(SV)である。左室および左房容量は modified Simpson 法を用いた。modified Simpson 法は心尖部 2 腔、4 腔像の 2 断面の長軸(L) を 20 個のディスクに等分し、それぞれ長軸に直交する短軸内径を求め、ディスクの断面積の総和から容積を算出した。壁厚は左室短軸像 Mmode で計測し、左室駆出率は収縮および拡張末期の左室容量から計算した。一回心拍出量(SV)は、心エコーにより計測した。まず左室長軸画像において左室流出路(D)を計測し、さらに心尖部二腔像で左室流出路の血流速度を計測し、その時間積分値(TDI)を用

いて以下の式で計算した。

$$SV = \pi(D/2)^2 \times TVI$$

次に後負荷として実効大動脈エラスタンスおよび末  
タンス(Ea)は

$$Ea = SV / ESP$$

で計算される ESPは大動脈収縮末期圧であるが、こ  
また、心臓・血管系の干渉(V-A coupling)の指標と  
化の指標 値を計測した。Wave intensityは血管内の  
計算される。

$$WI = (dP/dt) \times (dU/dt)$$

駆出早期に認められる最大値  $W_1$ は血管と干渉を受け  
この値は超音波装置にて非侵襲的に計測することが

血管スティッフネスは

$$= \ln(\text{最高血圧} / \text{最低血圧}) / \{ (\text{最大血管径} - \text{最小血管径}) / \text{最小血管径} \}$$

で計算される、血圧に依存しない血管硬化指標  
である(図2)。の4つの測定項目はWI計測  
時に得ることができるためWIと同時計算され  
テキストデータで保存される。

超音波計測はヨガプロトコル開始前と12回の  
ヨガ終了後に行った。また、血圧、脈拍は毎回の  
ヨガ施行前後で計測した。

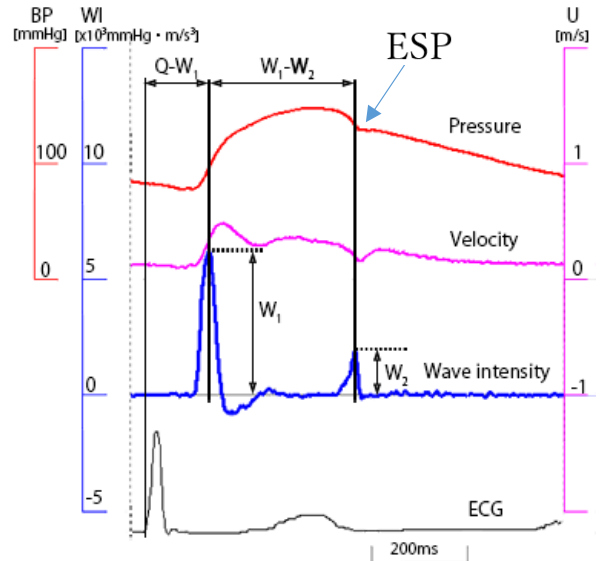
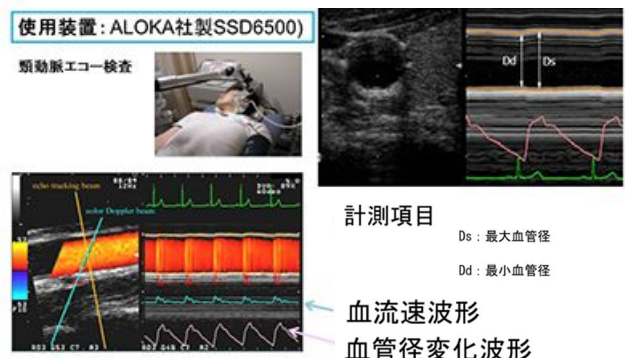


図3



計測項目  
Ds: 最大血管径  
Dd: 最小血管径

血流速波形  
血管径変化波形

図2

### (2)不整脈および心拍変動計測

3か月のヨガプロトコル開始前と終了後に24時間ホルター検査を行い、不整脈の変化を検討した。また、自律神経機能評価として心電図RR間隔変動係数の算出と心拍変動のスペクトル解析を行い、ヨガによる自律神経への効果を判定した。スペクトル解析は、心電図を計測した後FFT法により低周波成分と高周波成分に分離する。低周波成分(LF)は心臓迷走神経系(副交感神経)と心臓血管交感神経系の活動を反映し、高周波成分(HF)は迷走神経活動を反映するためLF/HFを心臓の交感神経活動の指標となる。さらに、ヨガによる急性効果を見るために、ヨガ施行中にホルターを装着し、心拍変動、および不整脈の増減を調べた。

### (3)ヨガによる精神・身体活動能力およびリラクセーション効果の検討

Yogaプロトコル施行前後で体の柔軟性、バランス能力評価として長座体前屈と肩、股、足の関節可動域測定および開眼片足立ち時間を計測する。また、気分プロフィール検査(POMS)を行い、リラクセーション効果を計測した。

実際に行ったヨガのプロトコルを図3に示す。(グループの状態により内容に変化あり)。ヨガ前に血圧と脈拍、体調、気分を確認してから施行した(図3)。(图中、“あ”、“う”は声に出して呼吸を確認しながら行う

- ①血圧、脈測定、フェイススケール記入
- ②体調確認
- ③呼吸の意識化(鼻下、胸、腹)
- ④立位 両手上げ下げ(前から、横から)  
“あ” 4R
- ⑤立位 アイソ・アルダカティ・チャクラ “あ” 4R
- ⑥呼吸の意識化
- ⑦立位 アイソ・バーダ・ハスタ・アーサナ
- ⑧立位 弓を射るポーズ “う”&無音 4R
- ⑨立位 椅子のポーズ “う”&無音 4R
- ⑩呼吸の意識化
- ⑪立位 アイソ・トリコナ・アーサナ “う”&無音 2R
- ⑫立位 アイソ・パブリッタ・トリコナ・  
アーサナ “う” 2R
- ⑬呼吸の意識化
- ⑭座位 アイソ・足引き “う”&無音 2R
- ⑮座位 アイソ・船のポーズ “う”&無音 2R
- ⑯仰臥位 呼吸の意識化
- ⑰仰臥位 ひねり “ん”&無音 2R
- ⑱仰臥位 パヴァナ・ムクタ “ん”&無音 2R
- ⑳DRT
- ㉑完全呼吸法
- ㉒パーミング

図3

もので、”無“は無音で呼吸を各自で自覚しながら行うことを示す。アイソはアイソメトリックを取り入れたアーサナを示す。Rの前の数字は各アーサナを繰り返して行った回数を示す。）

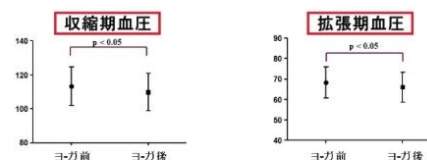
#### 4. 研究成果

期間中有害事象はなく安全に遂行できた。

##### (1) ヨガによる心機能および後負荷の変化の検討

3か月間のヨガ前後で収縮期血圧、拡張期血圧は有意な低下を示したが、心拍数、EA、W1はいずれも有意な変化を認めなかった。

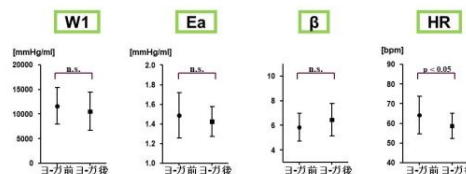
#### 結果: ヨーガ療法前後の変化1



##### (2) 不整脈および心拍変動計測

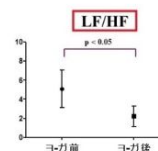
ホルター心電図による上室性整脈には心房性期外収縮は全例に、ショートランも82%に認められたが、心房性頻拍および発作性心房細動は認めなかった、慢性心房細動症例は2例認めた。ヨガ後のホルターでは32%に心房性期外収縮もしくは、ショートランの出現回数の減少を認めた。ホルターデータより心拍変動を検討したが、体動による筋電図の混入のため、心電図の判定が困難であるところが多く、また睡眠時間の違いなど、日差変動の影響が大きく、現在も解析を行っている。

#### 結果: ヨーガ療法前後の変化2



ヨガの直接の効果を検討するため、ヨガ中にホルターを装着し、検討したところLF/HFの低下を認めた。プロトコルと比較したところ、呼吸法施行時に大きく減少していた、呼吸筋は自律神経の支配を強く受けるが、心臓や消化器系臓器などを構成する不随意筋と異なり、随意に動かすことができる。ヨガ療法においても呼吸法は非常に重要な手技である。今後は心拍変動と不整脈について検討していく予定である。

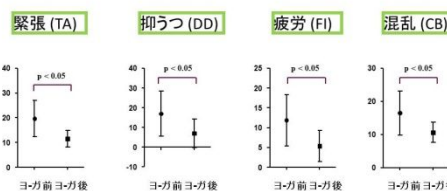
#### 結果: ヨーガ療法前後のLF/HFの変化



##### (3) ヨガによる精神・身体活動能力およびリラクセス効果の検討

ヨーガ療法後、緊張 (TA)・抑うつ (DD)・疲労 (FI)・混乱 (CB)の各得点で有意な変化を認めた。一方、怒り (AH) 活気 (VA) には有意差は認めなかった。

#### 結果: ヨーガ療法前後の変化



#### 4) 考察

今回の検討でヨガ後に血管硬化指標、実効大動脈エラスタンズ(EA)、wave intensityの最大値W1等、心血管連関連指標の改善は認めなかった。はエルゴメーターなどの運動で低下する

ことが報告されているが、ヨガはゆっくりとした動きが主体であり、西洋の運動法に比べて運動量は少ない。それでも不整脈の減少を認めるということは運動による効果以外の要素が考えられる。現在はいろいろな種類のヨガがあり、選択が難しいが、高齢者にできるより効果的なプログラムを作成したい。

研究を遂行するにあたり最も苦労したのは上室性不整脈を持つ高齢者を研究に参加させることであった、高齢の参加者を週2回決まった時間に集まっていたとすることは難しいため5-6人の少人数で行うこととした。そのため、時間が余計にかかることになり、現在も進行中である。今後はさらに数を付して検討する。結果や研究報告内容はホームページ <https://www.niki-lab.com/> において掲示していく。

#### 参考文献

- 1) Oka T, Wakita H, Kimura K. Development of a recumbent isometric yoga program for patients with severe chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis: A pilot study to assess feasibility and efficacy. *BioPsychoSocial Medicine* 2017
- 2) Brooket R D. al. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure. a scientific statement from the American Heart Association . *Hypertension* 2013;1360-1383
- 3) Lakkireddy D. et al. Effect of yoga on arrhythmia burden, anxiety, depression, and quality of life in paroxysmal atrial fibrillation: the YOGA My Heart Study. *J Am Coll Cardiol* 2013;1177-82
- 4) Sugawara M, Niki K et al. Clinical usefulness of wave intensity analysis. *Med Biol Eng Comput.* 2009;47(2):197-206.
- 5) Sugawara M, Niki K et al. Non-invasive measurement of effective arteriale elastance and its relationship with other afterload parameters . 2013 年日本循環器学会 .
- 6)仁木清美 ストレッチングが高齢者の動脈エラストランスに与える影響：超音波装置による無侵襲計測平成 24～25 年科学的研究費挑戦的萌芽)

#### 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

1. Niki K, Sugawara M, Kayanuma H, Takamisawa I, Watanabe H, Mahara K, et al. Associations of increased arterial stiffness with left ventricular ejection performance and right ventricular systolic pressure in mitral regurgitation before and after surgery: Wave intensity analysis. *IJC Heart & Vasculature.* 2017;16:7-13.
- 2 . Tanaka M, Sugawara M, Niki K, Ogasawara Y. Changes in cardiac contractility during graded exercise are greater in subjects with smaller body mass index, and greater in men than women: analyses using wave intensity and force–frequency relations. *J of Med Ultrason* 2019, Volume 46, pp 63–68

〔学会発表〕(計7件)

1. 仁木清美, 池崎由香里, 武内新作, 梅田亮子, 田中みどり, 菅原基晃, editors. ヨーガ療法が心血管系に与える影響. 第22回日本統合医療学会,2018年
2. 梅田亮子, 池崎由香里, 仁木清美, 木村慧心, editors. ヨーガ療法による気分プロフィール変化. 第22回日本統合医療学会,2018年
3. Niki K, Sugawara M, Takenouchi S, Tanaka M, Takamisawa I, Takanashi S, editors. Water-hammer effects after aortic valve replacement with a mechanical valve in aortic regurgitation: wave intensity analysis. *Computer Assisted Radiology & Surgery International Conference & Exhibition 2018*; 2018 June 20, 2018 - June 23,2018年
4. Niki K, Sugawara M, Hirayama K, Takenouchi S, Tanaka M, editors. Comparison of the two noninvasive methods for one-point measurements of arterial stiffness. *3rd International Symposium on BioComplexity*,2018年

5. Hirayama K, Niki K, Kayanuma H, Sugawara M, Liang F, Ohshima M, editors. Wave intensity analysis of blood flows in upper and lower extremities. 2nd International Symposium on BioComplexity,2017 年
6. Hirayama K, Niki K, Oshima M, Sugawara M, editors. Improvement of simulated arterial waveforms using measured parameters by ultrasonography. Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference,2018 年.
7. Niki K, Sugawara M, Kayanuma H, Takamisawa I, Mahara K, Sumiyoshi T, et al., editors. Increased Arterial Stiffness Suppresses Compensatory Enhancement of Ejection Performance in Mitral Regurgitation. 第 81 回日本循環器学会学術集会,2017 年.

〔 図書 〕 ( 計 2 件 )

1. Kiyomi Niki, Motoaki Sugawara, IntechOpen, Associations of increased arterial stiffness with left ventricular ejection performance and right ventricular systolic pressure in mitral regurgitation before and after surgery.In Takashi Murashita (ed). Current Perspectives on Mitral Valve Disease, 2019 年 , in press
2. Midori Tanaka, Motoaki Sugawara, Yasuo Ogasawara, Kiyomi Niki. Springer, Wave intensity analysis - Sex-specific differences in hemodynamic and ventilatory responses to graded exercise: echocardiographic measurements.In Peter L.M. Kerkhof, Virginia Miller (Eds). “Sex-Specific Analysis of Cardiovascular Function, 2018 年, pp 169-179

〔 産業財産権 〕

出願状況 ( 計 0 件 )

取得状況 ( 計 0 件 )

〔 その他 〕

ホームページ: <https://www.niki-lab.com/>

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：管原基晃

ローマ字氏名：Sugawara Motoaki

所属研究機関名：姫路独協大学

部局名：医療保健学部

職名：名誉教授

研究者番号 ( 8 桁 ): 60010914

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：田中みどり

ローマ字氏名：Tanaka Midori

研究協力者氏名：梅田亮子

ローマ字氏名：Umeda Ryouko