

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 18 日現在

機関番号：32663

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26882040

研究課題名(和文)交代制勤務者の心身の健康と食生活との因果性の解明

研究課題名(英文) Associations between dietary behaviors and mental and physical health in rotating shift workers

研究代表者

吉崎 貴大 (Yoshizaki, Takahiro)

東洋大学・食環境科学部・助教

研究者番号：50732830

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は交代制勤務と食事内容の乱れや食生活の不規則さとの関連に対して、朝型夜型指向性が関わるか否かを明らかにすること、交代制勤務者の心臓自律神経活動を評価し、その概日リズムに関わる食生活上の要因を検討することを目的とした。その結果、朝型夜型指向性は交代制勤務と食生活の乱れとの関連に影響すること、交代制勤務者の日勤日において、朝食時刻が遅いこと、1日に占める夕食時の摂取量が多いこと、総エネルギー摂取量が多いことは概日リズムの位相を後退させる要因である可能性が明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Our study examines the relationships between work schedule and eating behaviors, and considers whether diurnal preference could explain the relationship, and investigates diurnal 24-h rhythm in heart rate variability (HRV) and dietary behavior among rotating shift workers, while taking into account the sleep-wake cycle and physical activity. As a result, rotating shift work is associated with a more unbalanced diet and abnormal temporal eating patterns and that the associations may be mediated and/or modulated partly by diurnal preference. In addition, the phase angle between circadian variation in cardiac autonomic nervous system activity and the sleep-wake cycle may be associated with dietary behavior (e.g. the timing of breakfast, the ratio of energy intake at dinner to total energy intake, and total energy intake) in shift workers.

研究分野：栄養疫学

キーワード：時間栄養学 交代制勤務 心身の健康 概日リズム 心臓自律神経活動

1. 研究開始当初の背景

産業構造の変化に伴い、日勤と夜勤を繰り返す交代制勤務に従事する者が増えている。また、超高齢社会を迎えた我が国では、医療・介護分野でも交代制勤務は重要な役割を担っている。一方、交代制勤務者は、日勤者に比べてストレス反応が生じやすく、メタボリックシンドローム、2型糖尿病、心血管系疾患等の発症リスクが高い(1)。これらの背景に、昼夜逆転の生活による概日リズム(24時間の日周リズムのうち、脳内の主時計由来のリズム)の乱れが関わる可能性が高い(2, 3)。これまでに医療施設に勤務する看護師を対象に調査を行い、日勤者と交代制勤務者で起床就寝時刻や身体活動といった生活行動が同様である日勤日においても、交代制勤務者の心臓自律神経活動の概日リズムが最大値を示す時刻(頂点位相)は遅い時間帯へと後退している可能性を明らかにしてきた(4)。

近年では、時間生物学の考えを基礎として食生活の在り方を検討する“時間栄養学”が注目されている。動物実験では、給餌時刻が概日リズムや自発運動の位相に影響する可能性が示唆されている(5)。実際、医療施設に勤務する交代制勤務者は食生活が乱れており、特に朝食欠食者が多いという実態を明らかにしてきた(6)。しかしながら、これらの食生活上の乱れと交代制勤務との関連が、概日リズムの位相の遅れと関連する夜型指向性によって影響されるか否かは明らかでない。

また、ヒトを対象とした実験的な研究デザインにおいては、非侵襲的な手法で心臓自律神経活動の日周リズムを測定して概日リズムを推測したところ、実験的な介入によって食事時刻を遅くする、あるいは早めることで、概日リズムの頂点位相が後退あるいは前進し、さらには血中脂質が減少する可能性を明らかにした(7, 8)。しかしながら、実際に日常生活下における交代制勤務者においても、食事摂取タイミングが心臓自律神経活動の概日リズムの位相と関わるか否かは明らかでない。

2. 研究の目的

本研究は実生活への還元を将来的な目標とし、(1) 自記式質問票を用いて、交代制勤務と食事内容の乱れや食生活の不規則さとの関連に対して、朝型夜型指向性が関わるか否かを明らかにすること、(2) 非侵襲的な手法を用いて交代制勤務者の心臓自律神経活動を評価し、その概日リズムに関わる食生活上の要因を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 交代制勤務と食生活上の乱れとの関連に対して夜型指向性が及ぼす影響

対象は都内の総合病院に勤務する看護職員506名とし、食生活と生活習慣に関する自記式質問票を配布した。調査票の配布から回収までは2週間程度であり、回収率は43.1%(218名, 19 - 63歳)であった。そのうち、調査票への回答に不備がみられた者を除いた162名を解析対象とした。本研究では、現在の勤務時間帯が日勤勤務(09:00-18:00h)のみの者を日勤者(39名)、日勤と夜勤勤務(18:00-09:00h)の両方を行っている者を交代制勤務者(123名)とした。

調査項目は、対象者特性に関する項目として年齢、身長、体重、現在の勤務形態、現在の職種および交代制勤務の経験年数、婚姻状況、居住状況、飲酒習慣、喫煙習慣を把握した。食行動の把握には食行動質問票(9)を用い、肥満関連の食行動55項目に対して4件法で回答を得た。また、朝型夜型指向性(ME-score)については、TorsvallとAkerstedtの7項目からなる質問票を用いた(10, 11)。

(2) 日常生活下における交代制勤務において、心臓自律神経活動の概日リズムに及ぼす食生活の影響

看護師および介護士13名を対象として、日常生活下における心臓自律神経活動と食生活を把握した。参加者の適格条件として、常勤で週当たり40 - 46時間勤務していること、日勤と夜勤勤務の両方を行う交代制勤務であることとした。

調査は日勤日に行い、対象者には手帳サイズの睡眠・食事記録票を配布し、毎日の起床就寝時刻と飲食物の全てを記入するように依頼した。なお、本研究では5 - 10時、11 - 15時、17 - 22時に摂取された食事をそれぞれ朝食、昼食、夕食として定義した。また、身体活動量の把握には歩数計(Lifecorder EX4, SUZUKEN Corp, Tokyo, Japan)の装着を依頼した。さらに、心臓自律神経活動を評価するために、ホルター心電図計(RAC3103, NIHON KOHDEN Corp., Tokyo, Japan)の装着を依頼し、24時間心電図の記録を行った。記録した心電図から得られた心電図波形のR波の時間間隔時系列データ(RRI)に対してスペクトル解析を行い、心臓自律神経活動に関する指標(低周波数領域 [0.04-0.15 Hz] のパワー: low

frequency [LF] power、高周波数領域 [>0.15 Hz] のパワー : high frequency [HF] power) 総変動に対する HF power の割合 : normalized HF [HF nu]、LF power と HF power の比 : LF/HF) を算出した。さらに、心臓自律神経活動の 24 時間周期の位相を評価するために、心拍変動指標の各時系列データに対して、余弦曲線を用いて最小二乗法によって近似した(4, 7)。

4. 研究成果

(1) 交代制勤務と食生活上の乱れとの関連に対して夜型指向性が及ぼす影響

交代制勤務者の年齢と現在の職種の経験年数(34.7 ± 8.7 歳, 10.6 ± 9.2 年)は、日勤者(44.2 ± 10.9 歳, 17.4 ± 12.0 年)に比べて有意に低値を示した。朝型夜型指向性を示す ME-score は、交代制勤務者が日勤者に比べて有意に低値を示し、夜型指向性を示した。食行動質問票から算出された 7 つの下位項目(体質や体重に関する認識、食動機、代理摂食、空腹・満腹感覚、食べ方、食事内容、食生活の規則性)のうち、交代制勤務者の食事内容と食生活の規則性に関するスコアは、日勤群に比べて有意に高値を示し、それぞれの項目における食生活上の問題があることが明らかとなった (Table 1)。

Table 1 Scores for habitual eating behavior in day workers and rotating shift workers

		Day workers n=39	Shift workers n=123	p values
Cognition of constitution ^a	(points)	14.3 ± 3.4	13.6 ± 3.7	0.328
Motivation for eating ^b	(points)	19.5 ± 4.9	18.8 ± 5.6	0.384
Eating as a diversion ^c	(points)	7.4 ± 2.4	7.1 ± 2.9	0.310
Feeling of satiety ^d	(points)	10.9 ± 3.1	11.3 ± 3.2	0.427
Eating style ^e	(points)	9.8 ± 3.5	9.7 ± 3.6	0.629
Meal contents ^f	(points)	13.9 ± 3.9	15.6 ± 4.5	0.045
Temporal eating patterns ^g	(points)	16.5 ± 4.5	19.5 ± 4.8	0.001

Values are means ± standard deviation.

Higher scores indicate more improper eating behavior in terms of a higher probability of obesity: Cognition of weight and constitution, having false recognition of and assumptions about reasons for weight gain; Motivation for eating, having behavioral factors which can induce over-eating; Eating as a diversion, being subject to psychological factors which increase appetite (i.e., perceived mental stress); Feeling of satiety, being prone to have an appetite and to eat as much as possible; Eating style, being prone to eat fast; Meal contents, having a preference for a high fat diet and sweets (e.g., confectioneries and sweet buns); Temporal eating patterns, irregularity of timing and number of meals taken during the day and delay in timing of meals.

[†]t-test; [‡]Mann-Whitney U test; ^aShift workers, n=122; ^bShift workers, n=122; ^cDay workers, n=38; ^dShift workers, n=119

そこで、階層的重回帰分析を用いて、交代性勤務、朝型夜型志向性、食事内容や食生活の規則性との関連を検討した (Table 2)。単回帰分析では、交代性勤務と朝型夜型志向性のいずれも、食事内容や食生活の規則性との間に有意な関連がみられた。多変量解析において、食事内容の項目に対して、交代性勤務と

朝型夜型志向性を同時に投入すると、朝型夜型志向性のみが有意に関連した (Model 1)。さらに、交絡因子(年齢、交代性勤務経験年数、婚姻状況、居住形態、月あたりの夜勤回数、喫煙習慣および飲酒習慣)を考慮したところ (Model 2) 朝型夜型志向性による影響は有意な傾向に留まった ($\beta = -0.161$, $p = 0.082$)。一方、食生活の規則性の項目に関しては Model 2 においても、朝型夜型志向性が有意に関連していた ($\beta = -0.329$, $p < 0.001$)。

Table 2 Association of current shift schedule (rotating shift work) and diurnal preference with scores for meal contents and temporal eating patterns in multivariable linear regression models

Independent variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	p values
	B	SE	β	
Meal contents				
Crude				
Rotating shift work	1.689	0.804	0.164	0.037
ME-score	-0.223	0.082	-0.210	0.007
Model 1				
Rotating shift work	1.007	0.862	0.098	0.245
ME-score	-0.183	0.089	-0.172	0.041
Model 2 ^a				
Rotating shift work	0.934	1.303	0.091	0.475
ME-score	-0.171	0.098	-0.161	0.082
Temporal eating patterns				
Crude				
Rotating shift work	3.211	0.867	0.284	< 0.001
ME-score	-0.465	0.086	-0.397	< 0.001
Model 1				
Rotating shift work	1.698	0.897	0.150	0.060
ME-score	-0.395	0.093	-0.338	< 0.001
Model 2 ^a				
Rotating shift work	1.278	1.357	0.113	0.348
ME-score	-0.384	0.101	-0.329	< 0.001

^aAdjusted by age, years of experience as a rotating shift worker, marital status, residential status, smoking status, alcohol status, and number of night shifts per month. Years of experience in the current work schedule were not included in Model 2 because of a high level of multicollinearity (Variance inflation factor = 8.101).

(2) 日常生活下における交代制勤務において、心臓自律神経活動の概日リズムに及ぼす食生活の影響

起床時刻を基準とした心拍変動指標の時系列データを figure 1 に示した。迷走神経活動を反映する HF nu は昼間に低値を示し、夜間睡眠時に高値を示した。一方、交感神経活動を反映する LF/HF は、その逆の日周リズムを示した。

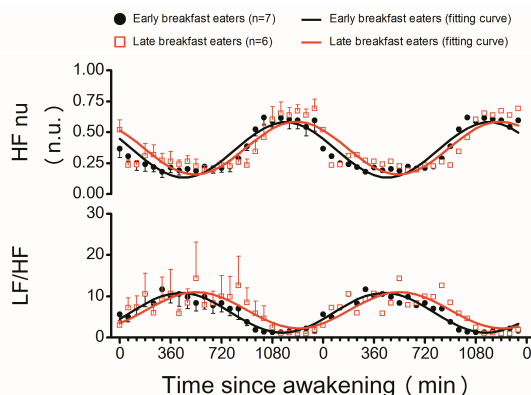


Figure 1 Ensemble-averaged step counts and heart rate variability variables during the day shift over 24 h. Values are mean ± SE. Ensemble-averaged fitted curves by using single cosinor analysis for early eaters (black line) and late eaters (red line) depending on breakfast timings according to time since awakening are also depicted. Data are double-plotted to better visualize rhythmicity. HF nu, the ratio of high frequency (HF: >0.15 Hz) power to total power (>0.04

Hz); LF/HF, the ratio of low frequency (LF: 0.04–0.15Hz) power to HF power.

また、起床時刻を基準とすると、朝食時刻が遅い者の LF/HF や HF nu の概日リズムの位相、早い者に比べて有意に後退していた。そこで、LF/HF と HF nu の概日リズムの位相と有意な相関のみられた項目について、重回帰分析を行った(Table 3)。その結果、朝食時刻、1 日のエネルギー摂取量に占める夕食の割合および総エネルギー摂取量は HF nu および LF/HF の概日リズムの位相と有意な関連がみられた。このことから、交代制勤務者の日勤日において、朝食時刻が遅いこと、1 日に占める夕食時の摂取量が多いこと、総エネルギー摂取量が多いことは概日リズムの位相を後退させる要因である可能性が明らかとなった。

Table 3 Multivariable linear regression analysis for the acrophases of HRV variables.

Independent variables	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	p values	FDR threshold [†]
	B	SE	β		
Acrophase of HF nu (min)[‡]					
Model 1 Timing of breakfast (min) [‡]	1.490	0.529	0.804	0.020*	0.031
Model 2 Lunch E% (%)	-6.469	3.297	-0.536	0.081	0.044
Model 3 Dinner E% (%)	4.973	1.484	0.789	0.009*	0.025
Model 4 Total energy intake (kcal)	0.270	0.054	1.072	0.001*	0.006
Acrophase of LF/HF (min)[‡]					
Model 1 Timing of breakfast (min) [‡]	1.955	0.704	0.827	0.022*	0.038
Model 2 Lunch E% (%)	-7.904	4.497	-0.514	0.113	0.050
Model 3 Dinner E% (%)	7.361	1.626	0.916	0.001*	0.013
Model 4 Total energy intake (kcal)	0.317	0.090	0.987	0.006*	0.019

Model 1-4, adjusted by sex and BMI.

* p < 0.05.

[†] P-value < false discovery rate (FDR) threshold is significant.

P-values which remain significant following FDR corrections for multiple comparisons are in bold.

[‡] Time since awakening.

< 引用文献 >

1. Knutsson A (2003) Health disorders of shift workers. *Occup Med (Lond)* 53(2):103-108.
2. Costa G (2003) Shift work and occupational medicine: an overview. *Occup Med (Lond)* 53(2):83-88.
3. Arendt J (2010) Shift work: coping with the biological clock. *Occup Med (Lond)* 60(1):10-20.
4. Yoshizaki T, et al. (2013) Diurnal 24-hour rhythm in ambulatory heart rate variability during the day shift in rotating shift workers. *J Biol Rhythms* 28(3):227-236.
5. Fuller PM, Lu J, & Saper CB (2008) Differential rescue of light- and food-entrainable circadian rhythms. *Science* 320(5879):1074-1077.
6. 吉崎貴大, et al. (2010) 交代制勤務に従事する女性看護師および介護士における食習慣および生活時間と BMI の関連. *日本栄養・食糧学会誌* 63(4):161-167.
7. Yoshizaki T, et al. (2013) Effects of feeding schedule changes on the circadian phase of the cardiac autonomic nervous system and serum lipid levels. *Eur J Appl Physiol*

113:2603–2611.

8. Yoshizaki T, et al. (2013) Influence of dietary behavior on the circadian rhythm of the autonomic nervous system as assessed by heart rate variability. *Physiol Behav* 118:122–128.
9. Takezawa J, et al. (2013) Preproghrelin gene polymorphisms in obese Japanese women. Minor homozygotes are light eaters, do not prefer protein or fat, and apparently have a poor appetite. *Appetite* 63:105-111.
10. Torsvall L & Akerstedt T (1980) A diurnal type scale. Construction, consistency and validation in shift work. *Scand J Work Environ Health* 6(4):283-290.
11. Yamaguchi M, et al. (2011) Morningness-eveningness preference and the autonomic nervous system activity in the morning among female university students. *J Jp Soc Psychosom Obstet Gynecol* 16(2):160-168.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

Yoshizaki T, Midorikawa T, Hasegawa K, Mitani T, Komatsu T, Togo F. Associations between diurnal 24-hour rhythm in ambulatory heart rate variability and the timing and amount of meals during the day shift in rotating shift workers. *PLoS One*. 2014 Sep 11;9(9):e106643. doi: 10.1371/journal.pone.0106643. eCollection 2014. 【査読有り】

[学会発表] (計 3 件)

Yoshizaki T, Midorikawa T, Hasegawa K, Mitani T, Komatsu T, Togo F. Associations between diurnal 24-hour rhythm in heart rate variability and dietary behavior during the day shift in rotating shift workers. 第 2 回時間栄養科学研究会, 2015 年 9 月 2 日. (早稲田大学国際会議場, 東京都, 新宿区).

Togo F, Yoshizaki T, Komatsu T. Associations of depressive symptoms with sleep duration, chronotype, and skipping breakfast in rotating shift workers. SLEEP 2015, the 29th Annual Meeting of the Associated Professional Sleep Societies, 6/6 - 6/10/2015. (Seattle, USA).

Yoshizaki T, Kawano Y, Noguchi O, Onishi J, Teramoto R, Sunami A, Yokoyama Y, Tada Y, Hida A, Togo F. Associations between dietary behaviors and rotating shift work among Japanese nursing staff. 12th Asian Congress of Nutrition, 5/14 - 5/18/2015. (Pacifico Yokohama,

kanagawa, Yokohama).

6 . 研究組織

(1)研究代表者

吉崎 貴大 (YOSHIZAKI, Takahiro)

東洋大学・食環境科学部・助教

研究者番号：50732830