

안정 시 심박수와 이상지질혈증 및 당뇨병과의 관련성

허안식¹, 이종철¹, 김맹규²

¹동신대학교 운동처방학과, ²경북대학교 사범대학 체육교육과

Association of Resting Heart Rate and Dyslipidemia and Diabetes in 2018 National Health and Nutrition Examination Survey

An-Sik Heo¹, Jung-Chul Lee¹, Maeng-Kyu Kim²

¹Department of Exercise Prescription, Dongshin University, Naju, Korea

²Department of Physical Education, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Background: As a risk factor for diabetes, there are many evidences for physical characteristics and lifestyle habits. There are studies showing that resting heart rate is also related, but evidence is still lacking. Therefore, this study attempted to determine the effect of resting heart rate on diabetes.

Methods: The subject of this study was analyzed with 6,622 people who had fasting blood glucose test data out of a total of 7,993 people who participated in the 7th National Health and Nutrition Survey. Fasting blood glucose above 126 mg/dL was defined as a diabetic group and a multiple logistic regression analysis was used. General characteristics, lifestyle and blood chemistry test results were adjusted to investigate the association with diabetes according to the resting heart rate level in the subjects.

Results: The risk of diabetes according to the resting heart rate level was 1.434 times in the 2nd quartile, 1.714 times in the 3rd and 1.785 times in the 4th, compared to the 1st quartile. In model 4, except for the 2nd, which was not significant the analysis with all related variables adjusted for the risk rate in the 3rd and 4th order showed that the risk rate increased to 2.364 times and 3.477 times, respectively as the resting heart rate increased.

Conclusions: This study shows that high resting heart rate is associated with increased diabetes, and suggests that high heart rate, along with other known risk factors, may be a useful tool in predicting diabetes risk.

Korean J Health Promot 2021;21(4):150-157

Keywords: Diabetes, Blood glucose, Heart rate, Life style, Blood chemistry

서 론

당뇨병 환자의 대부분은 제2형 당뇨병을 앓고 있으며 주

로 과도한 체중과 비신체활동으로 인한 결과이다.¹⁾ 우리나라 당뇨병 유병률은 제7기 국민건강영양조사(2018년)에 따르면 30세 이상 유병률은 남자 12.9%, 여자 7.9%이며, 당뇨병 치료율은 지속적으로 개선되었지만 조절률은 다른 만성 질환에 비해 낮은 수준이었다.²⁾ 당뇨병은 심혈관계질환의 위험요인이며 대사증후군이 동반될 경우 심혈관계질환의 위험이 올라간다는 연구가 있어서 혈당조절이 필요하다.³⁾

안정 시 심박수는 심혈관계질환에 대해 간단하고 유용한 진단 및 예측 도구로 사용되고 있으며,⁴⁾ 많은 역학 연구에서

■ Received: Aug. 9, 2021 ■ Revised: Nov. 26, 2021 ■ Accepted: Dec. 9, 2021

■ Corresponding author : Jung-Chul Lee, PhD

Department of Exercise Prescription, Dongshin University, 113 Dongsindae-gil, Naju 58245, Korea

Tel: +82-61-330-3383, Fax: +82-6161-360-3389

E-mail: channel365@hanmail.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2164-1459>

안정 시 심박수 상승은 심혈관질환 위험과 사망률이 연관되어 있다고 보고되고 있다.⁵⁾ 또한 안정 시 심박수와 관련한 연구로 안정 시 심박수가 10 bpm 증가당 비교위험도 1.83이 증가한다고 하였으며,⁶⁾ 코호트 연구에서도 높은 안정 시 심박수는 당뇨병 위험성을 증가시킨다고 하였다.⁷⁾ 1967년부터 1973년까지 측정된 안정 시 심박수와 1984년부터 2002년까지 당뇨 관련 사망률을 바탕으로 분석된 연구에 의하면 높은 안정 시 심박수는 높은 연령에서의 사망률과 관련이 있었다고 하였다.⁸⁾ 또 다른 연구에서는 안정 시 심박수가 증가할수록 중성지방, 총 콜레스테롤이 증가한다고 하였다.⁹⁾ 따라서 본 연구는 2018년 국민건강영양조사 자료를 활용하여 안정 시 심박수와 이상지질혈증 및 당뇨병과의 관련성을 분석하여 관리 대책의 세울 수 있는 기초자료를 얻고자 하였다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구는 제7기 3차년도(2018) 국민건강영양조사 자료를 이용한 단면 연구이다. 국민건강영양조사는 건강설문조사, 영양조사, 검진조사 3부분으로 구성되어 있다. 조사 대상은 매년 표본으로 추출된 약 10,000여 명 정도이며 표본추출은 행정구역(특·광역시, 도), 지역(동·읍면), 주거유형(일반주택, 아파트) 분포를 고려하여 조사지역을 할당함으로써 대표성을 유지하고 있다. 본 연구를 위해 제7기 3차년도(2018)의 모든 대상자들에게 연구 참여 동의를 구하고 서명 후에 조사가 이루어졌으며, 조사에 참여한 사람 총 7,993명 중 공복 시 공복혈당 검사 자료가 있는 6,622명을 대상으로 하였다.

Table 1. General characteristics of study subjects according to resting heart rate

Variable	Total	1st (≤67 bpm)	2nd (68-71 bpm)	3rd (72-83 bpm)	4th (≥84 bpm)	F ^a	P ^b
Sex							
Male	2,806 (44.0)	898 (46.7)	539 (43.4)	747 (41.7)	622 (43.5)	-	0.018 ^c
Female	3,578 (56.0)	1,023 (53.3)	703 (56.6)	1,044 (58.3)	809 (56.5)	-	
Age, y							
20-29	24.55±2.68	162 (8.9)	135 (11.6)	197 (12.2)	177 (16.1)	0.097	<0.001 ^d
30-39	35.08±2.73	223 (12.2)	179 (15.4)	250 (15.5)	223 (20.3)	0.088	
40-49	44.50±2.87	325 (17.8)	218 (18.7)	331 (20.5)	204 (18.6)	2.860 ^c	
50-59	54.70±2.91	410 (22.5)	231 (19.8)	303 (18.8)	159 (14.5)	0.642	
≥60	69.92±6.63	705 (38.6)	403 (34.6)	531 (32.9)	336 (30.6)	3.286 ^c (1st<4th)	
Marital status							
No married	4,731 (74.1)	1,564 (81.4)	970 (78.1)	1,331 (74.3)	866 (60.6)	-	<0.001 ^d
Married	1,653 (25.9)	357 (18.6)	272 (21.9)	460 (25.7)	564 (39.4)	-	
Educational attainment							
<High school	4,055 (66.1)	1,225 (66.6)	767 (63.7)	1,111 (64.9)	952 (68.8)	-	0.029 ^c
>College	2,082 (33.9)	613 (33.4)	437 (36.3)	601 (35.1)	431 (31.2)	-	
Family income							
≤200	109.10±55.49	463 (24.2)	293 (23.7)	420 (23.5)	358 (25.1)	0.672	0.898
201-300	259.23±30.56	254 (13.2)	154 (12.4)	243 (13.6)	188 (13.2)	1.417	
≥301	634.42±285.76	1,200 (62.6)	790 (63.9)	1,122 (62.9)	879 (61.7)	3.762 ^c (1st<3rd)	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

^aF-test by analysis of variance.

^bCalculated by chi-square test.

^cP<0.05.

^dP<0.001.

2. 연구 및 분석 방법

연구 자료의 통계 처리는 IBM SPSS WIN (ver 26.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하였다.

연구 대상자의 일반적 특성과 생활 습관, 질병력 특성, 혈액 화학적 검사 결과에 대한 측정치는 평균과 표준편차 그리고 빈도와 백분율로 제시하였다. 혈당 수준은 공복혈당 126 mg/dL를 기준으로 이상인 군을 당뇨병군으로 정의하

Table 2. Lifestyle of study subjects according to resting heart rate

Variable	Total	1st (≤67 bpm)	2nd (68-71 bpm)	3rd (72-83 bpm)	4th (≥84 bpm)	F ^a	P ^b
Alcohol drinking							
Non-drinking	917 (14.4)	241 (12.6)	147 (11.8)	267 (14.9)	262 (18.3)	-	<0.001 ^c
Drinking	5,266 (82.5)	1,665 (86.7)	1,074 (86.5)	1,483 (82.8)	1,044 (73.0)	-	
Smoking status							
Non-smoking	4,063 (64.1)	1,162 (60.9)	770 (62.7)	1,168 (65.5)	963 (67.8)	-	<0.001 ^c
Past-smoking	1,208 (19.1)	420 (22.0)	269 (21.9)	311 (17.5)	208 (14.6)	-	
Current-smoking	1,068 (16.8)	327 (17.1)	189 (15.4)	303 (17.0)	249 (17.5)	-	
Stress perception							
Infrequently	4,549 (73.6)	1,448 (76.0)	908 (74.4)	1,267 (72.4)	926 (70.9)	-	0.007 ^d
Frequently	1,634 (26.4)	458 (24.0)	313 (25.6)	483 (27.6)	380 (29.1)	-	
Blood pressure							
Normal							
Sbp	107.69±8.35	1,046 (54.5)	689 (55.5)	1,049 (58.6)	871 (60.9)	3.759 ^d (1st<4th)	0.006 ^d
Dbp	70.01±7.23					5.994 ^c (1st, 2nd<4th)	
Pre-hypertension							
Sbp	128.98±5.58	563 (29.3)	356 (28.7)	482 (26.9)	346 (24.2)	0.139	
Dbp	84.31±2.66					0.600	
Hypertension							
Sbp	150.15±11.44	312 (16.2)	197 (15.9)	260 (14.5)	213 (14.9)	0.483	
Dbp	95.03±6.56					3.489 ^e	
Subjective health status							
Good	1,992 (31.2)	611 (31.8)	372 (30.0)	528 (29.5)	481 (33.6)	-	0.037 ^e
Fair	3,061 (48.0)	914 (47.6)	633 (51.0)	865 (48.3)	649 (45.4)	-	
Poor	1,329 (20.8)	395 (20.6)	236 (19.0)	398 (22.2)	300 (21.0)	-	
Aerobic physical activity							
No	3,242 (58.8)	1,013 (57.6)	649 (57.1)	911 (62.7)	669 (62.7)	-	0.028 ^e
Yes	2,271 (41.2)	746 (42.4)	487 (42.9)	640 (41.3)	398 (37.3)	-	
Body mass index, kg/m ²							
Normal	19.74±2.53	817 (43.3)	534 (43.8)	824 (46.7)	760 (54.1)	39.686 ^c (1st>2nd>3rd>4th)	<0.001 ^c
Overweight or obesity	26.34±2.76	1,070 (56.7)	685 (56.2)	940 (53.3)	645 (45.9)	6.983 ^c (1st, 2nd, 3rd<4th)	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

Abbreviations: Sbp, systolic blood pressure; Dbp, diastolic blood pressure.

^aF-test by analysis of variance.

^bCalculated by chi-square test.

^cP<0.001.

^dP<0.01.

^eP<0.05.

였다. 연구 대상자의 안정 시 심박수 수준과 일반적 특성, 생활습관, 질병력에 대한 관련성이 있는지 알아보기 위해 chi-square test를 실시하였으며 혈액 화학적 특성은 pearson correlation으로 실시하였다. 모든 변인은 4분위수로 구분된 안정 시 심박수에 따라 평균±표준편차, 빈도(%)를 제시하였다. 안정 시 심박수와 연령, 가족소득, 혈압, body mass index (BMI), 혈액 화학적 검사 결과와의 차이가 있는지 분석하기 위해 analysis of variance를 실시하였다. 사후 검정은 Scheffe로 실시하였다. Chi-square test와 correlation에서 유의하지 않았던 변인들을 제외하고 안정 시 심박수 수준에 따른 당뇨병과의 관련성을 분석하기 위해 4개의 model을 이용하여 다중 로지스틱회귀분석으로 분석하였다. Model 1은 보정하지 않았으며, model 2는 일반적 특성인 성별, 연령, 결혼, 교육을 보정하였다. Model 3은 model 2에 생활습관 및 질병력 특성인 음주, 흡연, 스트레스 인지, 혈압, 주관적 건강 인식, 유산소 운동 실천, BMI를 추가 보정하였다. model 4는 model 3에 총콜레스테롤, 중성지방, high density lipoprotein (HDL) 콜레스테롤, low density lipoprotein (LDL) 콜레스테롤을 추가 보정하였다. 모든 통계량의 유의수준은 $P<0.05$ 로 판정하였다.

결 과

1. 안정 시 심박수에 따른 일반적 특성, 생활습관 및 질병력, 혈액 화학적 관련성

표 1은 참여한 대상자의 일반적 특성을 안정 시 심박수에 따라 제시하였다. 안정 시 심박수 84 bpm 이상에서 여성이 남성보다 56.5%로 많았으며, 연령에서는 60세 이상에서 30.6%로 가장 많았다. 또한 60세 이상인 경우 안정 시 심박수에 따라 차이가 있었으며 67 bpm 이하보다 84 bpm 이상에서 연령이 더 높은 것으로 나타났다. 결혼한 사람에 비해 비혼인 경우 84 bpm 이상에서 60.6%로 가장 많았으며, 교육에서는 고졸 이하에서 68.8%로 많았다. 가족소득의 경우 301만 원 이상에서 61.7%로 가장 많았으나 유의한 관련성을 보이지 않았다.

표 2는 생활습관을 안정 시 심박수에 따라 제시하였다. 84 bpm 이상에서 음주를 하는 사람이 73%였으며, ‘흡연을 하지 않는다’라고 답한 사람이 67.8%로 나타났다. 또한 29.1%가 스트레스를 자주 느낀다고 답하였으며, 정상 혈압은 60.9%였다. 혈압의 경우 정상 범주에 속하는 그룹에서 수축기와 이완기 혈압은 안정 시 심박수에 따라 차이가 있었으

Table 3. Blood chemistry test of study subjects according to resting heart rate

Variable	Total	1st (≤67 bpm)	2nd (68-71 bpm)	3rd ^c (72-83 bpm)	4th ^d (≥84 bpm)	F^a	r^b
FBG, mg/dL							
<126	95.46±9.89	95.38±9.65	95.60±9.87	95.13±9.76	95.58±10.40	5.863 ^c	0.005
≥126	158.32±37.02	158.26±35.13	153.14±30.77	159.58±37.19	162.96±42.47	(1st<3rd, 1st<4th)	0.106 ^d
TC, mg/dL							
<240	181.44±30.12	182.91±30.15	182.54±30.27	181.41±30.18	178.85±29.82	5.959 ^c	-0.045 ^e
≥240	261.62±22.07	261.90±19.63	262.10±21.99	261.71±26.09	262.21±21.11	(1st>4th, 3rd>4th)	0.023
TG, mg/dL							
<200	100.93±41.30	101.88±40.62	101.25±40.29	100.70±42.25	100.11±42.62	3.373 ^d	-0.020
≥200	310.72±163.08	288.37±146.75	307.33±157.31	318.87±163.80	338.02±193.51	(1st<4th)	0.117 ^e
HDL, mg/dL							
≥40	54.29±10.82	54.31±11.06	54.73±10.81	54.40±10.79	53.78±10.51	2.215	-0.026 ^d
<40	34.81±3.74	34.85±3.63	35.09±3.47	34.79±3.98	34.63±3.79		
LDL, mg/dL							
<160	108.15±27.67	111.83±26.79	106.81±25.93	108.25±28.56	104.35±28.11	1.649	-0.106 ^e
≥160	178.53±18.10	180.60±17.02	181.55±16.12	173.24±16.27	179.31±21.77		-0.004

Values are presented as mean±standard deviation.

Abbreviations: FBG, fasting blood glucose; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein.

^aF-test by analysis of variance.

^bPearson correlation.

^c $P<0.001$.

^d $P<0.05$.

^e $P<0.01$.

며 67 bpm 이하보다 84 bpm 이상에서 수축기와 이완기 모두 더 높은 것으로 나타났다. 고혈압 그룹의 이완기는 안정 시 심박수에 따라 차이가 있었으며 84 bpm 이상에서 이완기가 높게 나타났으나 사후분석에서 유의하지 않았다. 주관적 건강 상태에서는 보통이라고 답한 사람 중 84 bpm 이상에서 45.4%로 가장 적었으며, 62.7%가 ‘유산소 운동을 하지 않는다’ 라고 답하였다. 또한 BMI에서는 정상 범위에 해당하며 84 bpm 이상인 경우가 54.1%로 가장 많은 것으로 나타나 생활습관의 모든 항목은 통계적으로 유의미한 수준에서 관련성이 있는 것으로 나타났다. 또한 BMI는 안정 시 심박수에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다. BMI 정상 범위에서는 67 bpm 이하에서 BMI가 가장 높았으며, 과체중 및 비만에서는 84 bpm 이상에서 BMI가 가장 높은 것으로 나타났다.

표 3은 혈액 화학적 검사 결과를 안정 시 심박수에 따라 분류하였다. 공복혈당은 126 mg/dL 이상에서 안정 시 심박수와 유의한 양의 상관관계가 있었으며, 총 콜레스테롤은 240 mg/dL 미만에서 음의 상관관계, 중성지방은 200 mg/dL 이상에서 양의 상관관계, LDL 콜레스테롤은 160 mg/dL 미만에서 음의 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. HDL 콜레스테롤은 160 mg/dL 전후로 구분하여 상관분석을 하였을 때 유의한 상관관계가 나타나지 않았으나 구분하지 않고 분석하였을 때 안정 시 심박수와 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 추가적으로 안정 시 심박수에 따른 차이가 있는지 분석한 결과 공복혈당에서는 67 bpm 미만보다 84 bpm 이상에서 공복혈당이 높게 나타났으며, 총 콜레스테롤은 67 bpm 미만과 72-83 bpm에서 84 bpm 이상보다 더 높게 나타나는 모습을 보였다. 중성지방에서는 67 bpm 미만보다 84 bpm 이상에서 높게 나타나는 것으로 확인되었다.

2. 안정 시 심박수 수준에 따른 당뇨병과의 관련성

표 4에서 연구 대상자의 안정 시 심박수는 4분위로 분류하였으며 안정 시 심박수 수준에 따른 당뇨병을 가질 확률을 분석한 결과 보정하기 전인 경우(Model 1), 2nd (68-71 bpm)에서 odds ratio (OR)값은 1.434배(OR, 1.434; 95% confidence interval [CI], 1.075-1.913), 3rd (72-83 bpm)에서는 1.714배(OR, 1.714; 95% CI, 1.327-2.215), 4th (≥ 84 bpm)에서는 1.785배(OR, 1.785; 95% CI, 1.365-2.334)로 안정 시 심박수가 높아짐에 따라 당뇨병을 가질 확률이 높아지는 것으로 나타났다. Model 1에 성, 연령, 결혼, 교육을 보정한 경우(model 2), 2nd에서 OR값은 1.608배(OR, 1.608; 95% CI, 1.194-2.166), 3rd에서는 2.073배(OR, 2.073; 95% CI, 1.585-2.712), 4th에서는 2.863배(OR, 2.863; 95% CI, 2.153-3.806)로 안정 시 심박수가 높아짐에 따라 당뇨병을 가질 확률이 높아지는 것으로 나타났다. Model 2에 음주, 흡연, 스트레스, 혈압, 주관적 건강 상태, 유산소 운동, BMI를 추가 보정한 경우(model 3), 2nd에서 OR값은 1.514배(OR, 1.514; 95% CI, 1.116-2.054), 3rd에서는 1.969배(OR, 1.969; 95% CI, 1.499-2.588), 4th에서는 2.704배(OR, 2.704; 95% CI, 2.022-3.616)로 안정 시 심박수가 높아짐에 따라 당뇨병을 가질 확률이 높아지는 것으로 나타났다. Model 3에 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤을 추가 보정한 경우(model 4), 2nd에서 OR값은 1.202배(OR, 1.202; 95% CI, 0.604-2.389), 3rd에서는 2.364배(OR, 2.364; 95% CI, 1.339-4.174), 4th에서는 3.477배(OR, 3.477; 95% CI, 1.948-6.206)로 안정 시 심박수가 높아짐에 따라 당뇨병을 가질 확률이 높아지는 것으로 나타났으며 model 4의 2nd를 제외하고 모두 통계적으로 유의하였다.

고 찰

본 연구는 국민건강영양조사에 참여하였으며 공복 시 혈

Table 4. Multiple logistic regression for diabetes and resting heart rate

Model	Rest heart rate			
	1st quartile (≤ 67 bpm)	2nd quartile (68-71 bpm)	3rd quartile (72-83 bpm)	4th quartile (≥ 84 bpm)
Model 1	1.00	1.434 (1.075-1.913)	1.714 (1.327-2.215)	1.785 (1.365-2.334)
Model 2	1.00	1.608 (1.194-2.166)	2.073 (1.585-2.712)	2.863 (2.153-3.806)
Model 3	1.00	1.514 (1.116-2.054)	1.969 (1.499-2.588)	2.704 (2.022-3.616)
Model 4	1.00	1.202 (0.604-2.389)	2.364 (1.339-4.174)	3.477 (1.948-6.206)

Model 1: non adjusted, Model 2: adjusted for gender, age, married, education, Model 3: adjusted for sex, age, married, education, alcohol drinking, smoking, stress perception, blood pressure, subjective health status, aerobic physical activity and BMI, Model 4: adjusted for gender, age, married, education, alcohol drinking, smoking, stress perception, blood pressure, subjective health status, aerobic physical activity and BMI, TC, TG, HDL, LDL.

Abbreviations: BMI, body mass index; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein.

당 자료가 있는 6,622명을 대상으로 안정 시 심박수와 당뇨병의 관련성을 알아보고자 하였다. 주요 결과는 관련 변수를 보정한 후에 안정 시 심박수와 당뇨병 사이에 유의한 관련성이 있었으며, 대상자의 일반적 특성, 생활습관, 혈액화학적 검사 결과 등 모든 변수를 보정한 데이터에서도 안정 시 심박수가 높을수록 당뇨병이 나타날 확률도 상승하는 것으로 나타났다. 안정 시 심박수는 간편하고, 안전하며, 경제적이고 높은 효율성으로 임상에서 잠재적 활용도를 가지고 있다.¹⁰⁾

선행 연구들에서는 안정 시 심박수와 제2형 당뇨병에 대해 생체적 기전으로 설명을 하였으며,^{11,12)} 이들에 따르면 안정 시 심박수 상승은 교감신경의 활성화에 의해 작용되며 이는 자율신경계의 불균형을 나타낸다고 하였다. 또한 교감신경의 지나친 활성화는 고혈압의 위험이 증가하고,¹³⁾ 인슐린 감수성이 감소되며 이로 인한 제2형 당뇨병 위험을 증가시킬 수 있다고 하였다. 안정 시 심박수가 당뇨병에 미치는 영향에 대한 연구들은 다수 존재하며 그 연구들에 대해 메타분석을 실시한 결과 안정 시 심박수가 높을수록 당뇨의 위험이 높다고 하였다. 해당 연구에 의하면 119,915명을 대상으로 실시한 메타 분석 결과에서 안정 시 심박수가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 당뇨의 위험이 1.83배 더 높게 나타났다고 보고하였다.⁶⁾ 이상지질혈증, 고혈압, 당뇨의 질환 중 한 가지 이상의 질환 판정 및 의심자 10,704명을 대상으로 나이와 BMI를 보정한 결과 안정 시 심박수가 높을수록 제2형 당뇨병의 유병률이 2.63배 증가한다고 하였으며,¹⁴⁾ 국민건강영양조사 자료를 활용한 6,504명을 대상으로 분석한 다른 연구에서는 나이, 몸무게, 흡연, 교육수준, 신체활동, 당뇨병 가족력, 상대약력, 고혈압을 통제하였을 때 안정 시 심박수에 증가함에 따라 당뇨병 유병률이 남성이 2.00배, 여성이 1.80배가 높았다고 하였다.¹⁵⁾ 다른 선행 연구에서는 안정 시 심박수와 제2형 당뇨병에는 나이, BMI, 생활습관 및 의학적인 상태가 안정 시 심박수에 영향을 미친다고 하였으며,¹⁶⁾ 높은 안정 시 심박수와 이상지질혈증의 관련성을 분석한 연구에서는 60 bpm보다 90 bpm 이상인 경우 비-HDL 콜레스테롤 수치가 14.5%, 중성지방은 36.3%가 더 높았다고 하였으며,¹⁷⁾ 총 콜레스테롤과 중성지방은 높은 안정 시 심박수에서 높게 나타날 확률이 1.42배 높다고 하였다.⁹⁾ 또한 청소년을 대상으로 실시한 안정 시 심박수와 대사 기능 장애와 관련된 상관분석을 실시한 연구에서도 총 콜레스테롤과 중성지방에서 양의 상관관계가 있었으며,¹⁸⁾ 비만인 어린이와 청소년을 대상으로 실시한 연구에서도 총 콜레스테롤과 중성지방은 양의 상관관계가 있다고 하였다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 공복혈당, 총 콜레스테롤과 중성지방, HDL 콜레스테롤, LDL 콜레스테롤은 안정 시 심박수와 유의한 상관관계가 있었으며 공복혈당은 126 mg/dL 이상에서 안

정 시 심박수가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 또한 중성지방에서도 200 mg/dL 이상에서는 증가하는 경향을 보였으며, 특히 84 bpm 이상인 경우 67 bpm 미만인 그룹보다 더 높은 중성지방을 보여주는 것으로 나타나 선행 연구와 일치하였다. 하지만 총 콜레스테롤의 경우 240 mg/dL 이상에서 안정 시 심박수가 증가할수록 증가하는 경향을 보이거나 유의하지 않아 종합적으로 선행 연구와 일부 유사하다고 할 수 있다. 하지만 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤은 정상인 경우 안정 시 심박수가 증가할 때 감소한다는 점은 흥미로운 사실이며 향후 추가 조사가 필요한 부분이다.

안정 시 심박수와 제2형 당뇨병에 대한 체계적 문헌고찰과 용량-반응에 대한 메타분석에서는 안정 시 심박수가 10 bpm 상승할 때마다 relative risk 1.20배가 상승한다고 하였다.⁶⁾ 본 연구에서는 선행 연구의 결과들과 마찬가지로 관련 변인들의 통제된 상태에서도 안정 시 심박수가 가장 낮은 그룹에 비해 가장 높은 그룹에서 교차비가 3.477배가 높은 것으로 나타나 선행 연구의 결과와 유사하다고 할 수 있으며, 안정 시 심박수가 높을수록 당뇨병 위험성이 높아진다고 해석할 수 있다. 또한 model 1부터 4까지 안정 시 심박수가 증가할수록 교차비가 상승하였으며 특히 주요 결과를 보정한 model 4에서는 68-71 bpm에서 1.202배, 72-83 bpm에서는 2.364배, 84 bpm 이상에서는 3.477배로 나타나 용량-반응관계가 있는 것으로 볼 수 있다는 점은 선행 연구와 일치하였다. 안정 시 심박수와 관련하여 교감신경의 활성화는 체장 베타세포에서 인슐린을 억제하고, 레닌-안지오텐신-알도스테론 시스템을 활성화하여 안정 시 심박수를 증가시키고 인슐린 저항성을 유발하는 것으로 짐작되지만,⁵⁾ 향후 추가 조사가 필요한 부분이다.

본 연구 결과를 해석하는 데는 몇 가지 제한점이 있다. 본 연구는 국민건강영양조사를 이용한 단면 연구이므로 인과관계를 추론할 수가 없다. 또한 설문 조사로 진행되는 과정에서 과소 또는 과대 측정이 될 가능성도 있으며, 당뇨 기준으로 당화혈색소를 제외한 공복혈당으로만 분석되었다는 점과 베타차단제, 베타파밀, 딜티아젠프 등 고혈압 관련 약물을 복용하는 경우 심박수를 정확하게 반영하기 어렵다는 점 등은 연구의 한계점이다. 마지막으로 분석에 포함된 변인들 외에 당뇨에 영향을 미치는 영향을 모두 고려할 수 없었다. 그럼에도 본 연구에서는 대표성과 신뢰성을 가지고 있는 국민건강영양조사를 활용하여 안정 시 심박수와 당뇨병과의 관련성을 분석하였다는 점에서 의의가 있다.

결론적으로 본 연구에서는 안정 시 심박수가 증가될 경우 당뇨병이 나타날 확률이 유의하게 증가함을 알 수 있었다. 안정 시 심박수와 관련된 체력을 향상시키기 위해서는 생활습관 개선과 규칙적인 운동을 실시할 수 있도록 유도가 필요하고 이를 통해 안정 시 심박수 개선 효과의 측정을 확인

하고자 하는 연구의 진행이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경: 당뇨병의 위험요인으로 거론되는 요인 중 높은 안정 시 심박수와 관련성을 분석해 안정 시 심박수가 당뇨병에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

방법: 본 연구의 대상은 제7기 3차년도(2018) 국민건강영양조사에 참여한 사람 중 공복혈당 검사 자료가 있는 6,622명을 대상으로 분석을 하였다. 공복혈당은 126 mg/dL 이상일 때 당뇨병군으로 정의하고 다중 로지스틱회귀분석을 이용하여 일반적 특성, 생활습관, 혈액 화학적 검사 결과를 보정하여 안정 시 심박수 수준에 따른 당뇨병과의 관련성을 알아보았다.

결과: 안정 시 심박수 수준에 따른 교차비는 2nd에서는 1.434배, 3rd에서는 1.714배, 4th에서는 1.785배로 안정 시 심박수가 증가함에 따라 당뇨병 발생률이 증가하였으며, 다른 관련 변수들을 모두 통제된 상태에서 분석된 model 4에서도 통계적으로 유의하지 않았던 2nd를 제외한 3rd, 4th에서 발생할 확률은 각각 2.364배, 3.477배로 안정 시 심박수가 증가함에 따라 발생률이 증가하는 것으로 나타났다.

결론: 높은 안정 시 심박수는 당뇨병 증가와 관련이 있음을 보여주며, 당뇨병 위험을 예측하는 데 유용한 도구가 될 수 있음을 시사한다.

중심 단어: 당뇨, 공복혈당, 안정 시 심박수, 생활습관, 혈액화학

ORCID

An-Sik Heo <https://orcid.org/0000-0002-0225-654X>
Jung-Chul Lee <https://orcid.org/0000-0003-2164-1459>
Maeng-Kyu Kim <https://orcid.org/0000-0002-7855-608X>

REFERENCES

- World Health Organization. Diabetes [Internet]. Geneva: 1. World Health Organization; c2021 [cited Mar 24, 2021]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- Korea Ministry of Health and Welfare. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII-3) 2018 [Internet]. Sejong: Korea Ministry of Health and Welfare; 2018 [cited Mar 24, 2021]. Available from: https://knhanes.kdca.go.kr/knhanes/sub01/sub01_05.do#s5_02.
- Alexander CM, Landsman PB, Teutsch SM, Haffner SM; Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III); National Cholesterol Education Program (NCEP). NCEP-defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older. *Diabetes* 2003;52(5):1210-4.
- Aune D, Sen A, O'Hartaigh B, Janszky I, Romundstad PR, Tonstad S, et al. Resting heart rate and the risk of cardiovascular disease, total cancer, and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2017;27(6):504-17.
- Munroe PB, Ramirez J, van Duijvenboden S. Resting heart rate and type 2 diabetes: a complex relationship in need of greater understanding. *J Am Coll Cardiol* 2019;74(17):2175-7.
- Aune D, O'Hartaigh B, Vatten LJ. Resting heart rate and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25(6):526-34.
- Lee DH, de Rezende LFM, Hu FB, Jeon JY, Giovannucci EL. Resting heart rate and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev* 2019; 35(2):e3095.
- Carnethon MR, Yan L, Greenland P, Garside DB, Dyer AR, Metzger B, et al. Resting heart rate in middle age and diabetes development in older age. *Diabetes Care* 2008;31(2):335-9.
- Sun JC, Huang XL, Deng XR, Lv XF, Lu JL, Chen YH, et al. Elevated resting heart rate is associated with dyslipidemia in middle-aged and elderly Chinese. *Biomed Environ Sci* 2014; 27(8):601-5.
- Shigetoh Y, Adachi H, Yamagishi S, Enomoto M, Fukami A, Otsuka M, et al. Higher heart rate may predispose to obesity and diabetes mellitus: 20-year prospective study in a general population. *Am J Hypertens* 2009;22(2):151-5.
- Mancia G, Bousquet P, Elghozi JL, Esler M, Grassi G, Julius S, et al. The sympathetic nervous system and the metabolic syndrome. *J Hypertens* 2007;25(5):909-20.
- Flanagan DE, Vaile JC, Petley GW, Moore VM, Godsland IF, Cockington RA, et al. The autonomic control of heart rate and insulin resistance in young adults. *J Clin Endocrinol Metab* 1999;84(4):1263-7.
- Shibao C, Gamboa A, Diedrich A, Ertl AC, Chen KY, Byrne DW, et al. Autonomic contribution to blood pressure and metabolism in obesity. *Hypertension* 2007;49(1):27-33.
- Cho W, Kim DI, Min JH, Jeon JY. The association of resting heart rate and muscular endurance and prevalence with type 2 diabetes in Korean adults. *Exercise Science* 2017;26(4):259-66.
- Park DH, Hong SH, Cho W, Jeon JY. Higher resting heart rate and lower relative grip strength is associated with increased risk of diabetes in Korean elderly population: Korean national health and nutrition examination survey 2015-2018. *Exercise Science* 2020;29(4):416-26.
- Ardissone Korat AV, Willett WC, Hu FB. Diet, lifestyle, and genetic risk factors for type 2 diabetes: a review from the nurses' health study, nurses' health study 2, and health professionals' follow-up study. *Curr Nutr Rep* 2014;3(4):345-54.
- Bonaa KH, Arnesen E. Association between heart rate and atherogenic blood lipid fractions in a population. The Tromsø Study. *Circulation* 1992;86(2):394-405.
- Fernandes RA, Vaz Ronque ER, Venturini D, Barbosa DS, Silva DP, Cogo CT, et al. Resting heart rate: its correlations and potential for screening metabolic dysfunctions in adolescents. *BMC Pediatr* 2013;13:48.

19. Freitas Júnior IF, Monteiro PA, Silveira LS, Cayres SU, Antunes BM, Bastos KN, et al. Resting heart rate as a predictor of metabolic dysfunctions in obese children and adolescents. *BMC Pediatr* 2012;12:5.