한국인에서 적정 체중은 얼마인가?: 사망위험의 측면에서

이 상 욱

가톨릭관동의대 예방의학교실

적정 체중 개념의 어려움

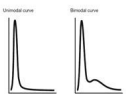
- 적정 체중을 영어로 번역한다면?
  - Ideal vs. Desirable vs. Optimal vs. Normal body weight
  - Appropriate vs. Acceptable body weight
- For what?
  - 보기에 좋은(For looks)?
  - 실적에 좋은(For performance)?
  - 건강에 좋은(For health)?
- 키가 160 cm, 180cm인 두사람의 적정체중이 동일한가?
  - 키를 고려한 체중(비만도)지표 필요

체질량지수 (Body mass index: BMI)

- 키를 고려한 몸무게 지표 중 하나
  - 브로카 공식, 폰데랄지수 (ponderal index)
- 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 계산
  - 단위 : kg/m^2
  - 키 170cm에 몸무게 65kg인 경우 BMI는 22.5임.
    - 65 / (1.7*1.7)
- 가장 널리 이용되는 전신 비만도 (general body adiposity, fatness) 관련 지표
  - 비만도 관련 신체계측지표:
    - 허리둘레(WC), 허리-엉덩이 비 (WHR)

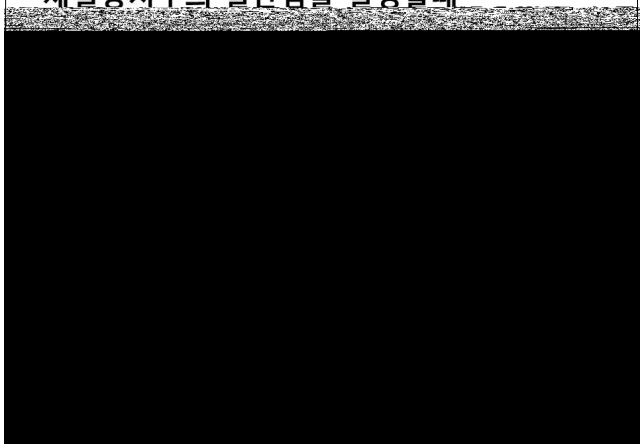
적정 체질량지수 결정

- 인구집단 내 상대평가
  - 목표인구집단에서 체질량지수의 분포를 보고, 그 중 양극단값을 저체중과 비만으로 간주
    - 인구집단 내 단일봉우리형 분포일 때
    - e.g. 5th and 95th percentile



- 절대평가
  - 특정 절단점(cut-off points)을 기준으로 결정.
    - 체질량지수와 건강위험과의 관련성을 분석
    - 건강위험이 급격히 증가하는 문턱값(threshould)이 있다면 그 이상을 비만으로 간주

체질량지수의 절단점을 결정할때



한국인에서 BMI와 사망

TABLE 3. Age-Adjusted Mortality Rate per 100,000 Person-Years (MR), Adjusted Relative Risk (RR), and 95% Confidence Limits (CL) for Cause-Specific Mortality by the Level of Body Mass Index

Cause of Death (Number of Cases)	Level of Body Mass Index (kg/m²)							
	<18	18–19	20–21	22–23	24–25	26–27	28–29	≥30
All causes (N = 13,387)								
MR	945	702	619	567	600	631	625	830
RR (95% CL)*	1.52 (1.36, 1.69)	1.17 (1.11, 1.24)	1.06 (1.01, 1.11)	1	0.96 (0.91, 1.01)	0.93 (0.92, 1.04)	0.92 (0.88, 1.03)	1.47 (1.21, 1.77)
RR (95% CL)†	1.60 (1.44, 1.79)	1.23 (1.16, 1.30)	1.09 (1.04, 1.14)	1	0.97 (0.92, 1.02)	0.94 (0.92, 1.05)	0.93 (0.89, 1.04)	1.30 (1.07, 1.57)
Cancer, all sites (N = 5,749)								
MR	356	316	274	252	222	227	189	385
RR (95% CL)*	1.30 (1.09, 1.55)	1.12 (1.03, 1.23)	1.03 (0.96, 1.11)	1	0.95 (0.88, 1.03)	0.96 (0.82, 1.06)	0.84 (0.70, 1.01)	1.64 (1.26, 2.15)
RR (95% CL)†	1.28 (1.07, 1.53)	1.11 (1.02, 1.22)	1.02 (0.95, 1.10)	1	0.96 (0.89, 1.03)	0.96 (0.82, 1.07)	0.84 (0.70, 1.01)	1.65 (1.26, 2.16)
Coronary heart disease (N = 602)								
MR	19	16	32	32	29	31	61	18
RR (95% CL)*	0.70 (0.34, 1.42)	0.61 (0.43, 0.86)	0.97 (0.78, 1.21)	1	0.99 (0.79, 1.23)	1.07 (0.80, 1.43)	1.56 (1.02, 2.38)	1.35 (0.56, 3.29)
RR (95% CL)†	0.82 (0.40, 1.66)	0.68 (0.49, 0.96)	1.04 (0.83, 1.29)	1	0.92 (0.74, 1.16)	0.94 (0.71, 1.26)	1.27 (0.85, 1.94)	1.05 (0.43, 2.56)
Cerebrovascular disease (N = 1,353)								
MR	93	63	57	69	54	66	59	162
RR (95% CL)*	1.25 (0.86, 1.81)	0.99 (0.82, 1.20)	0.93 (0.80, 1.08)	1	1.02 (0.88, 1.19)	1.10 (0.90, 1.34)	1.18 (0.95, 1.64)	1.90 (1.13, 3.18)
RR (95% CL)†	1.58 (1.09, 2.29)	1.17 (0.97, 1.42)	1.03 (0.90, 1.20)	1	0.92 (0.79, 1.07)	0.90 (0.74, 1.10)	0.84 (0.66, 1.17)	1.27 (0.76, 2.14)
Noncancer noncoronary noncerebrovascular disease (N = 5,685)								
MR	478	326	256	215	192	227	214	265
RR (95% CL)*	1.92 (1.64, 2.25)	1.34 (1.23, 1.46)	1.14 (1.06, 1.22)	1	0.95 (0.88, 1.03)	0.95 (0.86, 1.06)	0.98 (0.82, 1.18)	1.17 (0.84, 1.63)
RR (95% CL)†	2.04 (1.75, 2.39)	1.40 (1.28, 1.53)	1.17 (1.09, 1.26)	1	0.92 (0.85, 0.99)	0.89 (0.80, 0.98)	0.87 (0.73, 1.05)	1.01 (0.73, 1.41)

- 1986년 공무원 사립학교교직원 보험 건강검진 받은 40-64세 남성 235,398명.
- 사망위험이 가장 낮은 체질량지수(BMI) 범위 : 24-29.9, 적정 BMI (20-29.9)
- 적정 BMI : 최저 위험 대비 초과 위험비가 15% 미만

Song and Sung. Epidemiology. 2001 Mar;12(2):173-9.

한국인에서 BMI와 사망

Table 3 Age-standardized mortality rates and relative risks of death from all causes according to BMI in men

	BMI*							
	<18.5	18.5 to 19.9	20.0 to 22.9§	23.0 to 24.9	25.0 to 26.9	27.0 to 29.9	30.0 to 33.9	≥34
All men								
No. of deaths	571	1610	8138	5983	3346	1375	212	21
Person-years	104,712	462,721	2,598,020	2,060,101	1,200,949	470,753	54,432	2532
Age-standardized rate†	521	389	332	283	270	281	377	930
Multivariate RR (95% CI)‡	1.53	1.13	1.00	0.88	0.84	0.87	1.17	2.70
	(1.40 to 1.66)	(1.07 to 1.20)	(reference)	(0.85 to 0.91)	(0.81 to 0.88)	(0.82 to 0.92)	(1.02 to 1.34)	(1.76 to 4.15)

Table 4 Age-standardized mortality rates and relative risks of death from all causes according to BMI in women

	BMI*						
	<18.5	18.5 to 19.9	20.0 to 22.9§	23.0 to 24.9	25.0 to 26.9	27.0 to 29.9	≥30
All women							
No. of deaths	68	133	413	231	131	65	16
Person-years	106,129	254,339	659,654	260,360	98,754	38,366	6862
Age-standardized rate†	111	71	69	70	83	121	131
Multivariate RR (95% CI) ‡	1.25	1.01	1.00	1.03	1.22	1.32	1.78
	(0.97 to 1.62)	(0.83 to 1.23)	(reference)	(0.87 to 1.20)	(1.00 to 1.49)	(1.02 to 1.73)	(1.08 to 2.94)

- 1992년 공무원 사립학교교직원 보험 건강검진 받은 남성 643,634명 (평균연령 42.1세), 여성 130,281명 (평균연령 38.2세).
- 적정 체질량지수 : 남성, 23-29.9; 여성, 18.5-24.9

Oh et al. Obes Res. 2004 Dec;12(12):2031-40.

한국인에서 BMI와 사망

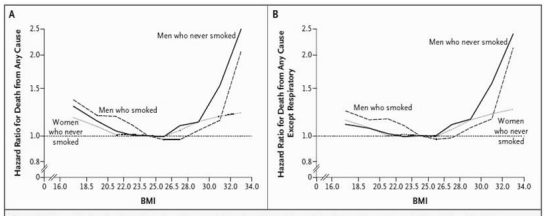


Figure 1. **Hazard Ratios for Death from Any Cause and from Any Cause Except Respiratory, According to BMI and Smoking History.** Data are from the KCPS, 1993–2004.[13,31] The reference category was a BMI of 23.0 to 24.9. Results for men who reported having smoked cigarettes were further adjusted for whether the subject was a former smoker or a current smoker and the number of cigarettes smoked per day (1 to 9, 10 to 19, and 20 or more). All hazard ratios were adjusted for age.

- 92-95년 공무원 사립학교교직원 보험 건강검진 받은 1,213,829명
- 적정 BMI : HR≤ 1.1
- 남성 비흡연자 : 18.5-29.9, 남성 흡연자 : 21.5-31.9
- 여성 비흡연자 : 18.5-29.9

Jee et al. N Engl J Med 2006;355:779-87.

한국인에서 BMI와 사망

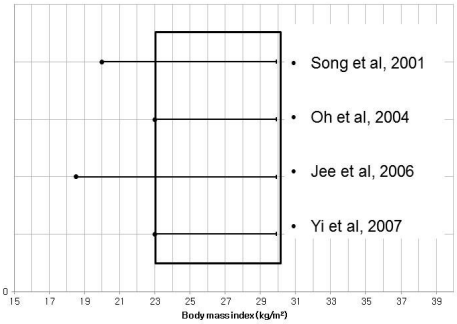
TABLE 2. Mortality rate (per 100,000 person-years) and hazard ratio (95% confidence interval) for all and cause-specific mortality according to the level of body mass index, 358,320 Korean women ages 40 to 64 years

	Body mass index (kg/m²)							
Model (No. event/person-years)†	<18.5	18.5–20	21–22	23–24	25–26	27–29	≥30	P for trend‡
All causes								
Mortality rate*	577	356	287	305	320	378	458	
Model 1 (11,201/3,341,747)	1.67 (1.50–1.85)	1.21 (1.13–1.29)	1.01 (0.95–1.08)	1.00 (0.94–1.06)	1.04 (0.98–1.10)	1.09 (1.03–1.17)	1.30 (1.18–1.43)	<0.01
Model 2 (8,512/2,751,756)	1.56 (1.38–1.75)	1.21 (1.12–1.30)	1.01 (0.94–1.08)	1.00 (0.93–1.08)	1.03 (0.96–1.11)	1.12 (1.04–1.21)	1.26 (1.12–1.41)	0.01
Model 3 (8,498/2-750,689)	1.69 (1.50–1.89)	1.25 (1.16–1.35)	1.04 (0.97–1.12)	1.03 (0.96–1.11)	1.06 (0.99–1.14)	1.00 (0.95–1.07)	1.04 (0.93–1.17)	<0.01
Model 4 (5,619/2,742,292)	1.40 (1.20–1.62)	1.22 (1.12–1.34)	1	1.03 (0.95–1.11)	0.99 (0.91–1.08)	1.15 (1.05–1.25)	1.29 (1.12–1.48)	0.31
Cancer								
Mortality rate	126	125	108	119	130	141	175	
Model 1 (4,192/3,341,747)	1.42 (1.18–1.70)	1.14 (1.02–1.27)	1	1.05 (0.96–1.15)	1.10 (1.00–1.21)	1.12 (1.01–1.24)	1.37 (1.17–1.60)	0.31
Model 2 (3,288/2,751,756)	1.43 (1.17–1.76)	1.16 (1.04–1.31)	1	1.09 (0.98–1.21)	1.13 (1.01–1.26)	1.21 (1.07–1.36)	1.39 (1.16–1.65)	0.15
Model 3 (3,283/2,750,689)	1.41 (1.15–1.73)	1.17 (1.03–1.32)	1	1.10 (0.99–1.22)	1.14 (1.02–1.28)	1.21 (1.08–1.37)	1.40 (1.16–1.68)	0.09
Model 4 (2,232/2,742,292)	1.21 (0.95–1.52)	1.14 (0.98–1.32)	1	1.09 (0.96–1.24)	1.12 (0.98–1.28)	1.20 (1.04–1.39)	1.45 (1.17–1.80)	0.03
Coronary heart disease								
Mortality rate	20	15	13	14	16	19	34	
Model 1 (522/3,341,747)	1.23 (0.71–2.12)	1.13 (0.82–1.55)	1	1.08 (0.83–1.41)	1.08 (0.82–1.43)	1.20 (0.89–1.62)	2.13 (1.46–3.11)	0.04
Model 2 (395/2,751,756)	1.24 (0.67–2.31)	1.22 (0.84–1.76)	1	1.26 (0.92–1.73)	1.26 (0.91–1.75)	1.50 (1.06–2.13)	2.51 (1.61–3.92)	<0.01
Model 3 (394/2,750,689)	1.54 (0.83–2.82)	1.36 (0.94–1.96)	1	1.34 (0.95–1.88)	1.33 (0.94–1.89)	1.53 (1.06–2.20)	2.66 (1.70–4.16)	<0.01
Model 4 (292/2,742,392)	1.11 (0.52–2.34)	1.23 (0.81–1.87)	1	1.17 (0.81–1.68)	1.33 (0.92–1.93)	1.46 (0.98–2.18)	1.99 (1.15–3.45)	0.03
Stroke								
Mortality rate	79	61	53	53	56	75	76	
Model 1 (1,962/3,341,747)	1.16 (0.88–1.52)	1.09 (0.94–1.28)	1	0.94 (0.81–1.08)	0.94 (0.82–1.08)	1.15 (0.99–1.34)	1.13 (0.90–1.44)	0.80
Model 2 (1,513/2,751,756)	1.12 (0.85–1.50)	1.03 (0.86–1.22)	1	0.91 (0.78–1.06)	0.92 (0.78–1.08)	1.11 (0.93–1.33)	1.10 (0.84–1.44)	0.81
Model 3 (1,511/2,750,689)	1.34 (0.99–1.81)	1.11 (0.93–1.33)	1	0.82 (0.70–0.95)	0.74 (0.63–0.87)	0.82 (0.69–0.97)	0.70 (0.53–0.92)	<0.01
Model 4 (1,012/2,742,292)	0.94 (0.66–1.30)	1.08 (0.87–1.33)	1	0.91 (0.75–1.09)	0.89 (0.73–1.08)	1.11 (0.90–1.36)	1.05 (0.75–1.47)	0.97
Noncancer noncoronary nonstroke diseases								
Mortality rate	322	150	114	119	118	143	172	
Model 1 (4,395/3,341,747)	2.18 (1.89–2.52)	1.32 (1.20–1.46)	1	0.98 (0.90–1.07)	0.92 (0.85–1.01)	1.04 (0.95–1.15)	1.23 (1.05–1.44)	<0.01
Model 2 (1,314/2,751,756)	1.91 (1.61–2.27)	1.32 (1.18–1.48)	1	0.97 (0.87–1.07)	0.85 (0.76–0.96)	1.02 (0.91–1.15)	1.10 (0.92–1.33)	<0.01
Model 3 (1,312/2,750,689)	2.09 (1.76–2.48)	1.37 (1.22–1.54)	1	0.92 (0.83–1.02)	0.79 (0.71–0.89)	0.92 (0.82–1.04)	0.92 (0.76–1.12)	<0.01
Model 4 (2,085/2,742,292)	1.87 (1.50–2.33)	1.37 (1.19–1.59)	1	1.02 (0.89–1.16)	0.88 (0.76–1.01)	1.09 (0.93–1.26)	1.19 (0.94–1.52)	<0.01

- 1994년 공무원 사립학교교직원 보험 건강검진 받은 40-64세 여성 338,320명.
- 사망위험이 낮은 적정 체질량지수 범위 : 21-29.9

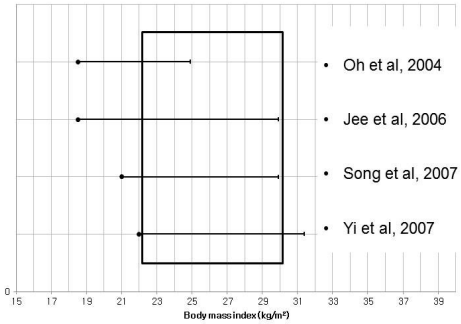
Song et al. Ann Epidemiol. 2007 Jul;17(7):556-63.

남성, 연구별 적정 BMI



- 23-29.9 kg/m²

여성, 연구별 적정 BMI



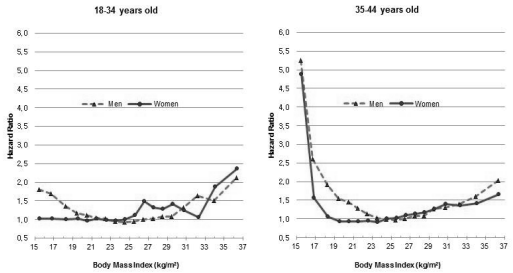
- 22-29.9 kg/m²

BMI별 키 대비 체중

	BMI 21 kg/m²	BMI 23 kg/m²	BMI 25 kg/m²	BMI 27.5 kg/m²	BMI 30 kg/m²
키 (cm)	체중 (kg)	체중 (kg)	체중 (kg)	체중 (kg)	체중 (kg)
145	44.2	48.4	52.6	57.8	63.1
150	47.3	51.8	56.3	61.9	67.5
155	50.5	55.3	60.1	66.1	72.1
160	53.8	58.9	64.0	70.4	76.8
165	57.2	62.6	68.1	74.9	81.7
170	60.7	66.5	72.3	79.5	86.7
175	64.3	70.4	76.6	84.2	91.9
180	68.0	74.5	81.0	89.1	97.2
185	71.9	78.7	85.6	94.1	102.7

- 굴욕없는 젊은 여성 연예인 표준체형이라는 165cm 45kg은 BMI 16.5임

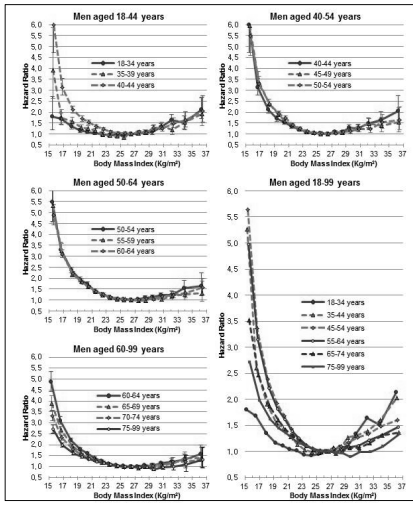
한국인에서 BMI와 사망 성별 연령별 분석



- 2001-2004년간 건강보험공단 검진받은 12,832,637 명 (43.1% 여성)
- 여성에서 18-34세에는 BMI 25미만에서는 사망위험 높지 않다. 35-44세가 되면 BMI 19 미만에서 급격하게 사망위험 증가.
- 남성에서는 18-34세에도 BMI 23미만에서 사망위험 증가시작, 26이상에서 사망위험 증가시작

Yi et al. Int J Epidemiol. 2015 Jul 23. pii: dyv138.

한국인에서 BMI와 사망



한국인에서 BMI와 사망 남성, 연령별 분석

- 남성에서 연령이 증가함에 따라 조금씩 적정체중 범위가 점점 무거워지지만, 여성보다 변화가 작다 .
- **중년부터(40세) 우리나라 기준 고도비만 초기(예를 들어 30-33) 보다, 정상체중구간 (18-22.9)의 사망위험이 더 높다.**
- **연령이 증가하면서 체중이 증가하는 것은 정상적인 것이고, 사망위험 측면에서 나쁘지 않다.**

Yi et al. Int J Epidemiol. 2015 Jul 23. pii: dyv138.

한국인에서 사망위험이 낮은 적정 체중의 특징

- 남녀와 연령별로 적정 체중이 다르다.
  - 여성에서 남성보다 적정 체중이 더 가볍다.
  - 연령이 증가하면서 적정 체중도 증가한다.
    - 특히 여성에서
    - 나이가 들었는데도 젊었을 때처럼 날씬하다면, 사망과 관련한 위험신호일 수 있다.
- 사망위험의 낮은 체중 범위는 젊은 여성을 제외하면, WHO 서태평양지부나 대한비만학회에서 제시한 "정상체중"보다 대체로 훨씬 높다.

성별 연령별 적정 체질량지수

	Men 남성			Women 여성	
Age (years) 연령 (세)	Optimal BMI 최적 BMI	Acceptable BMI 적정 BMI	Age (years) 연령 (세)	Optimal BMI 최적 BMI	Acceptable BMI 적정 BMI
18-34	23.0-25.9	21.0-28.9	18-34	15.5-24.9	15.5-25.9
35-44	23.0-26.9	22.0-28.9	35-44	19.0-23.9	17.5-25.9
45-54	24.0-27.9	23.0-28.9	45-49	20.0-25.9	19.0-26.9
			50-54	22.0-26.9	21.0-27.9
55-64	24.0-28.9	23.0-31.4	55-64	23.0-27.9	22.0-29.9
65-74	25.0-28.9	23.0-31.4	65-74	24.0-28.9	22.0-31.4
75-99	25.0-32.9	24.0-34.9	75-99	24.0-29.9	22.0-36.4

Optimal BMI is the ranges with an excess risk below 5%, relative to the lowest potential risk, while acceptable BMI is the ranges with an excess risk below 15%.

Yi et al. Int J Epidemiol. 2015 Jul 23. pii: dyv138.

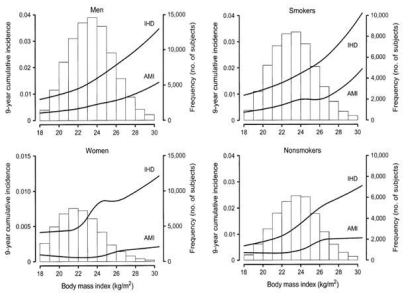
성별 연령별 적정 체중 (예)

	Men (175 cm) 남성			Women (160 cm) 여성	
Age (years) 연령 (세)	Optimal weight 최적체중	Acceptable weight 적정체중	Age (years) 연령 (세)	Optimal weight 최적체중	Acceptable weight 적정
18-34	70.4-79.6	64.3-88.8	18-34	39.7-64	39.7-66.6
35-44	70.4-82.7	67.4-88.8	35-44	48.6-61.4	44.8-66.6
45-54	73.5-85.8	70.4-88.8	45-49	51.2-66.6	48.6-69.1
			50-54	56.3-69.1	53.8-71.7
55-64	73.5-88.8	70.4-96.5	55-64	58.9-71.7	56.3-29.9
65-74	76.6-88.8	70.4-96.5	65-74	61.4-74.2	56.3-80.6
75-99	76.6-101.1	73.5-107.2	75-99	61.4-76.8	56.3-93.2

- 체중은 가벼운 옷을 입고 측정. 완전 탈의시 체중에 비해 1-2 kg 높음.
- 키는 측정치 기준. 사람들은 일반적으로 자기 키를 실제보다 크게 생각함.
- 연령이 증가함에 따라 (특히 노인 여성) 키가 작아짐.

Yi et al. Int J Epidemiol. 2015 Jul 23. pii: dyv138.

한국인에서 BMI와 질병발생: 허혈심장병



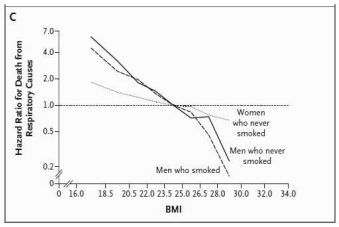
- 1990년 및 1992년 공무원 사립학교교직원 건강보험 건강검진 받은 35-59세 남성 89,050명, 여성 44,690명. BMI가 증가함에 따라 허혈심장병 위험 증가

Jee et al. Am J Epidemiol 2005;162:42-48.

전체 사망지표의 장점

- 비만관련 질병 발생을 지표로 사용하면, 비만의 위험도 과대추정, 낮은 체중의 위험 과소 추정 가능성.
- 전체 사망은 Detection 관련 bias가 낮음.
  - 과체중, 비만인 경우, 당뇨나 순환기질환 발견가능성 높음.
    - Ong et al. Hypertension. 2007;49(1):69-75.
    - Rahman et al. PLoS One. 2015;10(2):e0118365.
- 모든 질병 및 사망의 외인까지 포괄하는 건강의 종합적 지표

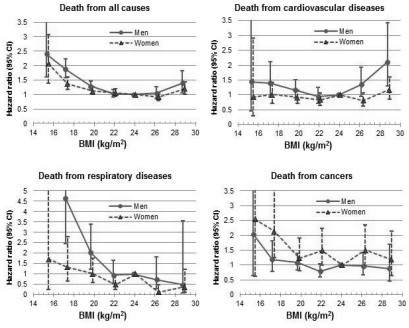
한국인에서 BMI와 사망: 호흡기질환



- 체질량지수가 낮을수록 사망위험이 높다 (높을수록 위험이 낮다)

Jee et al. N Engl J Med 2006;355:779-87.

한국인에서 BMI와 사망



- 체질량지수가 낮을수록 호흡기질환사망위험이 높다 (높을수록 위험이 낮다)

Hong et al. PLoS One. 2015;10(2):e0117731.

체중 증가와 사망위험

BMI (kg/m²) in 1992	CVD: BMI changes from 1992 to 1998			All-cause: BMI changes from 1992 to 1998		
	−5.0 to 4.9% stable	5.0 to 9.9% increase	⩾10.0% increase	−5.0 to 4.9% stable	5.0 to 9.9% increase	⩾10.0% increase
⩽20.9						
No. of deaths	111	37	40	855	271	230
RR (95% CI)[a]	1.00	0.93 (0.63–1.37)	1.49 (1.01–2.19)	1.00	0.86 (0.75–1.00)	1.11 (0.95–1.30)
21.0–22.9						
No. of deaths	232	76	37	1 377	493	258
RR (95% CI)[a]	1.00	0.83 (0.63–1.10)	0.93 (0.66–1.33)	1.00	0.92 (0.82–1.02)	1.03 (0.89–1.18)
23.0–24.9						
No. of deaths	283	73	35	1 554	459	203
RR (95% CI)[a]	1.00	0.82 (0.62–1.08)	1.40 (0.98–2.02)	1.00	0.94 (0.84–1.05)	1.32 (1.13–1.54)
⩾25.0						
No. of deaths	301	76	20	1 438	366	106
RR (95% CI)[a]	1.00	1.11 (0.85–1.44)	1.16 (0.72–1.88)	1.00	1.06 (0.94–1.19)	1.25 (1.02–1.54)

- 1992년과 1998년에 각각 공무원 사립학교교직원건강보험 검진 받은 남성 473,358명 (30-64세, 평균 44.2세).
- 체중이(BMI가) 6년간 5-9.9% 늘어난 사람이 체중이 유지된 사람보다 사망위험 감소하는 경향 (체질량지수 25미만인 경우).
- 체중이 낮은 사람일수록 사망 예방효과가 큼.
- 이 연구는 관찰연구임 (임상시험이 아님).

Yun et al. Int J Epidemiol. 2010; 39(2):520-528.

한국인에서 적정 체중에 대한 진지한 논의가 필요하다.

- 당뇨나 심장병 "발생"위험을 낮추기 위해
- **높은 사망 위험**을 감수해야 하는가?

- 사망위험의 측면에서 고도비만 초기(30-33)보다 정상체중(18.5-22.9)이 더 위험하다.
  - 남성전체(특히 40세이상), 여성50세이상(특히 65세 이상)
    - 진단되지 않았지만 질병이 진행중이거나, 사망에 이르는 (당뇨나 심장병이 아닌) 다른 질병이 발생할 수 있다.
      - **감염질환, 폐질환, UADT암 (후두암, 식도암 등), 폐암, 간질환**

- 체중 (비만도) 자체보다는 체력, 활력, 운동성에 더 주목해야