

## 직장인 남성에서 식이 요오드섭취량과 불현성 갑상선기능이상과의 연관성\*

김은혜<sup>1</sup> · 최태인<sup>2</sup> · 박유경<sup>1,3§</sup>

경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과,<sup>1</sup> 한국수력원자력 방사선 보건 연구원,<sup>2</sup> 경희대학교 임상영양연구소<sup>3</sup>

### Dietary iodine intake and the association with subclinical thyroid dysfunction in male workers\*

Kim, Eun Hye<sup>1</sup> · Choi, Tae-in<sup>2</sup> · Park, Yoo Kyoung<sup>1,3§</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Nutrition, Kyunghee University, Yongin 446-701, Korea

<sup>2</sup>Radiation Health Research Institute, Korea & Hydro Nuclear Power Co., Ltd, Seoul 132-884, Korea

<sup>3</sup>Research Institute of Medical Nutrition, Kyunghee University, Seoul 130-784, Korea

#### ABSTRACT

The prevalence rate of thyroid dysfunction (hypothyroidism and hyperthyroidism) has increased within the Korean population and seems to be affected by iodine dietary habits. Some studies reported that the prevalence of thyroid dysfunction increase both in the area of iodine deficiency and excess. In this study, we tried to discover the difference in iodine intake, anthropometric measurements, and blood parameters between male subjects with or without subclinical thyroid dysfunction. A total of 5,249 subjects (Euthyroid: 4706, SubHypo: 454, SubHyper: 89) were used in this study. There were no significant differences in BMI, body fat, visceral fat, waist circumference, SBP, DBP, total cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, TG, fasting serum glucose, HbA1c, alcohol intake, however significant differences were noticed in both age and smoking status. Through a food frequency questionnaire (FFQ), iodine intake per day was estimated. The average iodine intake was similar (SubHypo  $392.9 \pm 279.0 \mu\text{g}$ , Euthyroid  $376.5 \pm 281.7 \mu\text{g}$ , SubHyper  $357.3 \pm 253.8 \mu\text{g}$ ) among groups. The main source of iodine intake was eggs (52.8%, 54.2%, 52.4%) followed by milk (16.3%, 15.8%, 17.8%), then sea mustard & sea tangle (12.4%, 11.9%, 11.6%). The prevalence of subclinical hypothyroidism and subclinical hyperthyroidism was higher in subjects whose intake was higher than the recommended nutrient intake (RNI). These results suggest that the excess consumption of iodine intake may act as one of the risk factors regarding thyroid dysfunction in Korea. Therefore, an adequate amount of iodine intake is necessary in order to prevent subclinical thyroid dysfunction and clinical thyroid dysfunction. (Korean J Nutr 2012; 45(3): 218 ~ 228)

**KEY WORDS:** subclinical hypothyroidism, subclinical hyperthyroidism, iodine content food, iodine.

#### 서론

한국인의 갑상선기능저하증 진료 환자는 2002년부터 매년 12.4%씩, 갑상선기능항진증 환자는 매년 4.4%씩 지속적으로 증가하는 추세로 나타났다.<sup>1)</sup> 특히 임상적인 증상이 나타나지 않는 불현성 갑상선기능저하증군 (SubHypo, Subclinical hypothyroidism)이나 불현성 갑상선기능항진증군 (SubHyper, Subclinical hyperthyroidism)의 경우 오랜 시간에 걸쳐 천천

히 진행되며 임상적인 갑상선기능저하증과 갑상선기능항진증으로 이행할 위험성이 있다. 영남지역의 건강 검진자를 대상으로 알아 본 갑상선기능저하증 유병률은 인구 1,000명당 남자 0.9명, 여자 6.2명, 갑상선기능항진증 유병률은 인구 1,000명당 남자 4.4명, 여자 12.0명으로 여자에서 남자에 비해 높은 유병률을 보였고 SubHypo의 유병률은 인구 1,000명당 남자 4.4명, 여자 14.3명으로 여자에서 유병률이 남자보다 유의하게 높았으나 SubHyper의 유병률은 인구 1,000명당 남자 16명, 여자 14.3명으로 남녀 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.<sup>2)</sup> 서

접수일: 2011년 12월 19일 / 수정일: 2012년 1월 27일 / 채택일: 2012년 3월 1일

\*This work was supported by Radiation Health Research Institute, Korea & Hydro Nuclear Power Co., Ltd.

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: ypark@khu.ac.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

울경기지역의 건강검진 수진자를 대상으로 알아 본 갑상선기능저하증 유병률은 인구 1,000명당 남자 1.1명, 여자 4.9명으로 여성이 높은 유병률을 나타냈고 갑상선기능항진증 유병률은 인구 1,000명당 남자 2.9명, 여자 5.3명이었고, SubHypo의 유병률은 인구 1,000명당 남자 11.2명, 여자 26.7명, SubHyper의 유병률은 인구 1,000명당 남자 11.8명, 여자 13.0명으로 나타났다.<sup>3)</sup> 또한 국민건강보험공단의 보고서에서도 여성 갑상선기능저하증 진료 환자는 남성보다 6배 높고, 여성 갑상선기능항진증 진료 환자는 남성보다 3배 높게 나타났고 실제로 갑상선 암의 90%는 여성이다.<sup>1)</sup> 이와 같이 갑상선 질환은 대체로 남자보다 여자에서 많이 발생하였고 그 기전에 대해서는 이미 널리 알려져 있다.

갑상선질환과 밀접한 요소로서 요오드는 체내에서 필요한 필수 미량영양소로 갑상선 호르몬의 구성 성분이며 체내에 평균 14 mg정도 들어 있고 요오드 총 중량의 75%정도가 갑상선에 존재 한다.<sup>4)</sup> 혈중의 갑상선 호르몬 농도의 항상성은 뇌하수체에서 갑상선 자극호르몬 (TSH)의 분비로 조절되며 갑상선 자극호르몬의 자극을 받은 갑상선에서 요오드를 사용하여 갑상선호르몬을 생산하고 분비하게 된다. 따라서 체내에 요오드가 부족하면 갑상선기능저하증이 나타날 수 있고, 요오드를 과잉으로 섭취했을 때에는 갑상선기능저하증, 갑상선기능항진증, 갑상선염이 발생할 수 있다. 임상적으로 혈청 갑상선호르몬이 감소로 인해 갑상선 자극호르몬이 증가하면 갑상선 기능저하증을, 반대로 갑상선호르몬이 증가로 인해 갑상선 자극 호르몬이 감소되면 갑상선기능항진증을 보이게 된다.

우리나라는 지리적으로 요오드를 풍부하게 섭취하는 나라 중에 하나이다. 2007년 식약청의 요오드 함량 및 섭취 평가자료<sup>4)</sup> 발표에 의하면 우리나라국민의 평균 요오드 섭취량은 570 ± 660 ug/day으로 1일 요오드 섭취권장량<sup>5)</sup>인 150 ug/day과 비교했을 때 3배 가량 높게 섭취하고 있었으나 상한섭취량(2,400 ug/day)<sup>5)</sup> 보다는 낮게 섭취하고 있었다.<sup>6,7)</sup> 갑상선질환이 없는 사람이 1,500 µg/day의 요오드에 급성으로 노출 될 경우 갑상선호르몬과 갑상선 자극호르몬 농도에 영향을 끼치고 있음이 보고되었다.<sup>8)</sup> 또 요오드를 충분히 섭취하는 지역은 갑상선기능저하증이나 갑상선기능항진증 및 자가면역 갑상선기능저하증 발생이 높은 것으로 알려져 있고, 갑상선기능은 평소의 요오드 섭취량에 의해 영향을 받는 것으로 보고되었다.<sup>7)</sup> 요오드 섭취량이 낮은 지역과 요오드를 충분히 섭취하는 지역의 심혈관 기능을 비교한 결과 요오드 섭취량이 충분한 지역에서 심혈관기능에 더 유의한 영향을 끼치는 것으로<sup>8)</sup> 보고되고 있어 요오드의 적정 섭취량을 파악하는 일은 아주 중요한 일이라고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라 사람들을 대상으로 조사된 요오드 섭취량과 갑상선 질

환 사이의 용량-반응 자료가 없으며, 요오드 섭취량 자료가 부족하여 우리나라와 비슷하게 간헐적으로 다량의 요오드를 섭취하는 일본의 섭취량을 기초로 상한섭취량의 설정 근거로 삼고 있다.<sup>7)</sup>

앞서 언급한 바와 같이 갑상선질환은 주로 여성대상자에 한하여 보고되어 왔고 갑상선 질환이 있는 여성 대상자와 대조군을 비교한 연구는 지속적으로 이루어 졌으나 남성을 대상으로 한 연구는 발병빈도가 낮다는 이유로 미비한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 남성 직장인들의 정상시 요오드 섭취량을 알아보고, 갑상선질환으로 이환되기 전인 SubHypo 및 SubHyper인 사람들과 정상 갑상선기능인 사람들의 요오드섭취량 차이에 따른 갑상선호르몬 및 갑상선 자극호르몬 수준을 비교하고 임상적인 갑상선기능저하증에서 보고되는 저밀도 콜레스테롤의 증가와 같은 심혈관 질환 위험요소의 양상도 살펴보고자 하며, 이것이 궁극적으로 갑상선기능이상의 유병률을 낮추고 더불어 심혈관질환의 위험을 예방하는 기초 자료로 활용 될 수 있을지 연구하였다.

## 연구 방법

### 연구 대상자 선정

본 연구는 2008년도에 A병원 인체윤리심의위원회의 승인을 받아 수행되었으며, 전국에 소재하고 있는 K회사에서 근무하는 직장인 중 2008년 건강검진을 받은 남성만을 대상으로 진행하였다. 전체 7,618명의 대상자 중에 여성 436명을 제외하였고 남성 중 갑상선 관련 약물 및 고혈압, 당뇨, 고지혈증 치료약을 복용하고 있는 1,110명, 임상적으로 갑상선호르몬이 정상 범위를 벗어난 313명, 갑상선 자극호르몬, 갑상선 호르몬 및 요오드 섭취량 외 자료가 누락된 510명을 제외한 5,249명을 최종 연구 대상으로 하였다.

### 연구 대상자 분류

본 연구의 대상자 5,249명 모두 한국건강관리협회 (Korea Association of Health Promotion, KAHP)의 참고치<sup>9)</sup>를 기준으로 유리 갑상선호르몬 (FT4)이 정상 범위에 있으면서 갑상선 자극호르몬도 정상범위이면 정상갑상선기능군을 Euthyroid로, 갑상선 자극호르몬만 증가된 경우를 SubHypo, 갑상선 자극호르몬만 감소된 경우를 SubHyper로 분류, 표기 (Table 1)하였다.

### 일반사항 및 신체계측

직장 내 건강검진 기간에 작성된 설문지와 신체계측 자료를 바탕으로 Euthyroid와 SubHypo 및 SubHyper 간의 차이를 파악하기 위하여 나이, 음주, 흡연, 성별, 체질량지수, 혈압에 대

한 자료를 수집하였고 BIA (Biospace, InBody 720, Korea) 를 사용하여 체지방률과 내장지방면적을 측정하였다.

### 생화학적 지표

혈액 검사를 위해 검진 전날 저녁 식사 이후 10시간 이상 공복상태를 유지하게 한 후 정맥혈을 채혈하였으며, 대상자들의 총 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 중성 지방, 공복혈당, 당화혈색소, 갑상선 호르몬 및 갑상선 자극호르몬의 농도에 대하여 혈액 화학검사를 측정하였다.

### 요오드 섭취량 평가

대상자들의 음식섭취는 질병관리본부의 식품섭취빈도조사법을 바탕으로 조사되었으며 평상시 요오드섭취량이 산출되었다. 대상자들의 요오드 섭취량을 더 정확하게 추정하기 위해, 한국인이 자주 섭취하는 고함량, 다소비 식품에 대한 요오드

함량 모니터링 연구 결과를 적용 하였다.<sup>10)</sup>

먼저 식품섭취빈도 조사 자료를 토대로 요오드를 포함하는 식품의 총 일일섭취량 (일 섭취빈도 × 회 섭취분량 × 식품별 1인 분량 × 섭취 개월 수/12)을 계산하고, 요오드의 고함량 및 다소비 식품에 대하여 단위 g 당 들어있는 요오드량을 곱하여 평상시 요오드 섭취량을 산출하였다.<sup>10)</sup>

요오드섭취량 = 요오드 함유 식품의 일일 섭취 총량 (g) × 식품 g당 포함된 요오드량 (μg)

### 통계방법

본 연구에서 모든 자료의 통계분석은 SPSS 프로그램 (Version 18.0)을 이용하여 처리하였다. SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군의 일반사항은 교차분석 ( $p < 0.05$ )을 실시하여 제시하였다. 각 군별 요오드섭취량에 따른 집단 간의 비교는 one way ANOVA와 ANCOVA를 실시하였으며, 사후분

**Table 1.** Diagnosis by thyroid function tests

| Normal FT4 <sup>2)</sup><br>0.8–1.9 ng/dL | Criteria by KAHF   |   |  |
|---|--|---|--|
|   | SubHypo <sup>3)</sup> (TSH <sup>1)</sup> > 4.0 uIU/mL<br>n (%) | Euthyroid <sup>4)</sup> (0.4 ≤ TSH ≤ 4.0 uIU/mL)<br>n (%) | SubHyper <sup>5)</sup> (TSH < 0.4 uIU/mL)<br>n (%) |
|   | 454 (8.6)  | 4706 (89.7)   | 89 (1.7)   |

Criteria of Subclinical hypothyroidism, Subclinical hyperthyroidism and Euthyroid by KAHF

1) TSH: Thyroid stimulating hormone 2) FT4: Free thyroxine 3) SubHypo: Subclinical hypothyroidism 4) Euthyroid: The state of having normal thyroid gland function 5) SubHyper: Subclinical hyperthyroidism

**Table 2.** Anthropometric parameter and characteristics of the subjects

| Variables                              | SubHypo <sup>1)</sup><br>(n = 454) | Euthyroid<br>(n = 4706)  | SubHyper <sup>2)</sup><br>(n = 89) | p <sup>3)</sup> | p <sup>4)</sup>  |
|--|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|
| Age (Yr)                               | 40.1 ± 8.3 <sup>5)a</sup>          | 40.4 ± 8.1 <sup>ab</sup> | 42.4 ± 8.3 <sup>c</sup>            | 0.044           |                  |
| Anthropometrics                        |                                    |                          |                                    |                 |                  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>6)</sup> | 24.1 ± 2.5                         | 24.1 ± 2.7               | 23.8 ± 2.6                         | 0.516           | 0.497            |
| Body fat (%)                           | 21.1 ± 5.2                         | 21.3 ± 5.3               | 21.3 ± 5.3                         | 0.760           | 0.783            |
| Visceral fat (cm <sup>2</sup> )        | 83.4 ± 24.8                        | 85.5 ± 26.1              | 86.6 ± 29.4                        | 0.236           | 0.333            |
| WC (cm) <sup>7)</sup>                  | 83.1 ± 8.2                         | 83 ± 6.9                 | 82.7 ± 7.3                         | 0.883           | 0.776            |
| SBP (mmHg) <sup>8)</sup>               | 122.7 ± 13.1                       | 122.2 ± 13.5             | 122.9 ± 13.3                       | 0.752           | 0.762            |
| DBP (mmHg) <sup>9)</sup>               | 80.1 ± 10.4                        | 79.8 ± 10.4              | 81.2 ± 12.6                        | 0.406           | 0.548            |
| Characteristics                        |                                    |                          |                                    |                 |                  |
|  | n (%)                              | n (%)                    | n (%)                              |                 | p <sup>10)</sup> |
| Alcohol                                |                                    |                          |                                    |                 |                  |
| Yes                                    | 422 (93.6)                         | 4442 (95.8)              | 83 (95.4)                          |                 |                  |
| No                                     | 29 ( 6.4)                          | 196 ( 4.2)               | 4 ( 4.6)                           |                 | 0.094            |
| Total                                  | 451 (100)                          | 4638 (100)               | 87 (100)                           |                 |                  |
| Smoking status                         |                                    |                          |                                    |                 |                  |
| Non smoker                             | 185 (41.0)                         | 1279 (27.6)              | 21 (24.1)                          |                 |                  |
| Ex-Smoker                              | 173 (38.4)                         | 1585 (34.2)              | 31 (35.6)                          |                 |                  |
| Smokers                                | 93 (20.6)                          | 1774 (38.2)              | 35 (40.2)                          |                 | 0.000            |
| Total                                  | 456 (100)                          | 4638 (100)               | 87 (100)                           |                 |                  |

1) SubHypo: Subclinical hypothyroidism 2) SubHyper: Subclinical hyperthyroidism 3) Differences were evaluated by ANOVA, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  4) Differences were evaluated by ANCOVA, the latter when data were adjusted by age, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  5) Mean ± SD 6) BMI: Body Mass Index 7) WC: Waist circumference 8) SBP: Systolic Blood Pressure 9) DBP: Diastolic Blood Pressure 10) P values by using  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$

석은 LSD  $p < 0.05$ )로 검증 하였다.

## 결 과

### 대상자들의 갑상선 기능에 따른 분포

본 연구에 참여한 5,249명은 정상 갑상선기능군 4,706명, SubHypo 454명, SubHyper 89명이었다 (Table 1).

### 갑상선기능에 따른 대상자의 일반사항 및 신체계측

본 연구 대상자들의 일반사항 및 신체계측 분석결과 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 간에 체질량지수, 체지방률, 내장지방, 허리둘레, 수축기 혈압 및 이완기 혈압에는 유의한 차이가 없었다. 그러나 나이의 경우 SubHyper군이 SubHypo군과 Euthyroid군 보다 유의하게 나이가 많았다 (Table 2).

음주비율 역시 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 세 군 간에 차이가 없었고, 흡연비율은 현재 흡연사항에서 SubHypo군은 Euthyroid군과 SubHyper군에 비해 흡연자의 비율이 유의하게 낮았다 (Table 2).

### 갑상선 기능에 따른 생화학적 지표

세 군의 생화학적 지표 분석결과 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군에서 총 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당 및 당화혈색소에서 유의한 차이가 없었다 (Table 3).

SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군의 유리 갑상선 호르몬 농도는  $1.3 \pm 0.2$  ng/dL,  $1.4 \pm 0.3$  ng/dL,  $1.5 \pm 0.3$  ng/dL로 세 군이 정상범위에 해당함에도 불구하고 군 간에 유의한 차이가 나타났고 SubHypo군과 SubHyper군 사이에서 큰 차이를 보였다. 갑상선 자극호르몬 농도의 경우 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군의 분류 기준이 되는 지표로 SubHypo군이 가장 높고, Euthyroid군, SubHyper군 순으로 유의한 차이를 나타냈다.

### 갑상선 기능에 따른 대상자들의 요오드 섭취량

SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 대상자들이 하루에 섭취한 요오드 평균량을 산출하였다. 또 식이 요오드 평균 필요량 및 권장 섭취량을 기준으로 평균 필요량 95  $\mu$ g 이하 (EAR), 평균 필요량 95  $\mu$ g과 권장섭취량 150  $\mu$ g 사이 (EAR/

**Table 3.** Serum biochemical parameter of the subjects

| Variables                   | SubHypo <sup>1)</sup><br>(n = 454) | Euthyroid<br>(n = 4706)     | SubHyper <sup>2)</sup><br>(n = 89) | p <sup>3)</sup> | p <sup>4)</sup> |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| TC (mg/dL) <sup>6)</sup>    | 190.6 $\pm$ 31.6 <sup>5)</sup>     | 190.0 $\pm$ 32.7            | 186.1 $\pm$ 31.7                   | 0.490           | 0.243           |
| HDL-C (mg/dL) <sup>7)</sup> | 50.2 $\pm$ 11.8                    | 50.2 $\pm$ 12.6             | 50.1 $\pm$ 11.4                    | 0.999           | 1.000           |
| LDL-C (mg/dL) <sup>8)</sup> | 127.0 $\pm$ 31.1                   | 125.5 $\pm$ 31.7            | 122.5 $\pm$ 34.3                   | 0.373           | 0.197           |
| TG (mg/dL) <sup>9)</sup>    | 130.0 $\pm$ 78.6                   | 133.3 $\pm$ 80.5            | 131.3 $\pm$ 66.4                   | 0.704           | 0.702           |
| FSG (mg/dL) <sup>10)</sup>  | 91.9 $\pm$ 10.3                    | 92.8 $\pm$ 13.5             | 94.4 $\pm$ 14.0                    | 0.192           | 0.376           |
| HbA1c (%) <sup>11)</sup>    | 5.4 $\pm$ 0.3                      | 5.4 $\pm$ 0.4               | 5.4 $\pm$ 0.5                      | 0.130           | 0.224           |
| FT4 (ng/dL) <sup>12)</sup>  | 1.3 $\pm$ 0.2 <sup>a)</sup>        | 1.4 $\pm$ 0.3 <sup>b)</sup> | 1.5 $\pm$ 0.3 <sup>c)</sup>        | 0.000           | 0.000           |
| TSH (uIU/mL) <sup>13)</sup> | 5.9 $\pm$ 2.9 <sup>a)</sup>        | 1.8 $\pm$ 0.8 <sup>b)</sup> | 0.2 $\pm$ 0.1 <sup>c)</sup>        | 0.000           | 0.000           |

1) SubHypo: Subclinical hypothyroidism 2) SubHyper: Subclinical hyperthyroidism 3) Differences were evaluated by ANOVA, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  4) Differences were evaluated by ANCOVA, the latter when data were adjusted by age, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  5) Mean  $\pm$  SD 6) TC: Total cholesterol 7) HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol 8) LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol 9) TG: Triglyceride 10) FSG: Fasting Serum Glucose 11) HbA1c: Hemoglobin A1c 12) FT4: Free Thyroxine 13) TSH: Thyroid stimulating hormone

**Table 4.** Iodine intake and distribution in SubHypo, Euthyroid, SubHyper group

|   | SubHypo <sup>1)</sup>           | Euthyroid         | SubHyper <sup>2)</sup> | p <sup>4)</sup> |
|---|---------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| Daily intake ( $\mu$ g)                                       | 392.9 $\pm$ 279.0 <sup>3)</sup> | 376.5 $\pm$ 281.7 | 357.3 $\pm$ 253.8      | 0.513           |
| Range ( $\mu$ g)  | 30.9–1651.3                     | 10.2–2861.9       | 20.4–1053.9            |                 |
| Excess or deficit compared to iodine DRI <sup>5)</sup> (n, %) |                                 |                   |                        | p <sup>8)</sup> |
| $\leq 95$ $\mu$ g (EAR <sup>6)</sup> )                        | 30 ( 6.6)                       | 353 ( 7.5)        | 10 (11.2)              |                 |
| $> 95$ $\mu$ g– $\leq 150$ $\mu$ g                            | 54 (11.9)                       | 495 (10.5)        | 11 (12.4)              | 0.484           |
| $> 150$ $\mu$ g (RNI <sup>7)</sup> )                          | 370 (81.5)                      | 3858 (82.0)       | 68 (76.4)              |                 |
| Total   | 454 (100)                       | 4706 (100)        | 89 (100)               |                 |

1) SubHypo: Subclinical hypothyroidism 2) SubHyper: Subclinical hyperthyroidism 3) Mean  $\pm$  SD 4) p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  5) DRI: Dietary Reference Intakes 6) EAR: Estimated Average Requirement 7) RNI: Recommended Nutrient Intake 8) p values by using  $\chi^2$ ,  $p < 0.05$

RNI), 권장섭취량 150 µg 이상 (RNI)으로 재분류하였고, 그 분포는 Table 4와 같다.

각 군별 요오드 평균섭취량은 SubHypo군 392.9 ± 279.0 µg, Euthyroid군 376.5 ± 281.7 µg, SubHyper군 357.3 ± 253.8 µg이었으며 군 간에 유의한 차이는 없었다.

SubHypo군에서 EAR 30명 (6.6%), EAR/RNI 54명 (11.9%), RNI 370명 (81.5%), Euthyroid군에서는 EAR 353명 (7.5%),

EAR/RNI 495명 (10.5%), RNI 3858명 (82.0%), SubHyper군에서는 EAR 10명 (11.2%), EAR/RNI 11명 (12.4%), RNI 68명 (76.4%)으로 나타났고 군 간에 유의한 차이는 없었다.

### 갑상선 기능에 따른 대상자들의 요오드 섭취 식품

SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 대상자들의 요오드 섭취에 대한 식품의 기여율은 Table 5와 같았다. SubHypo

**Table 5.** Contribution of food sources to the total iodine intake

|    | SubHypo (n = 454)          |                      | Euthyroid (n = 4706)       |                      | SubHyper (n = 89)          |                      |
|----|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
|    | Food item                  | µg (%) <sup>1)</sup> | Food item                  | µg (%) <sup>1)</sup> | Food item                  | µg (%) <sup>1)</sup> |
| 1  | Egg                        | 207.3 (52.8)         | Egg                        | 204.0 (54.2)         | Egg                        | 187.2 (52.4)         |
| 2  | Milk                       | 64.2 (16.3)          | Milk                       | 59.3 (15.8)          | Milk                       | 63.7 (17.8)          |
| 3  | Sea mustard/<br>Sea tangle | 48.6 (12.4)          | Sea mustard/<br>Sea tangle | 45.0 (11.9)          | Sea mustard/<br>Sea tangle | 41.4 (11.6)          |
| 4  | Yoplaít                    | 21.4 ( 5.4)          | Yoplaít                    | 18.2 ( 4.8)          | Rice                       | 15.3 ( 4.3)          |
| 5  | Rice                       | 16.5 ( 4.2)          | Rice                       | 16.5 ( 4.4)          | Yoplaít                    | 16.2 ( 4.5)          |
| 6  | Beef                       | 11.5 ( 2.9)          | Beef                       | 11.0 ( 2.9)          | Beef                       | 11.4 ( 3.2)          |
| 7  | Anchovy                    | 4.7 ( 1.2)           | Anchovy                    | 4.2 ( 1.1)           | Anchovy                    | 4.3 ( 1.2)           |
| 8  | Apple                      | 4.1 ( 1.1)           | Apple                      | 4.1 ( 1.1)           | Apple                      | 4.1 ( 1.1)           |
| 9  | Laver                      | 3.6 ( 0.9)           | Laver                      | 3.6 ( 0.9)           | Laver                      | 3.9 ( 1.1)           |
| 10 | Extra total                | 11.0 ( 2.8)          | Extra total                | 10.6 ( 2.9)          | Extra total                | 9.6 ( 2.8)           |

1) µg and % of total iodine intake

**Table 6.** Differences according to DRI of iodine intake in subclinical hypothyroidism

| Iodine intake (µg)                     | Subclinical hypothyroidism |                                |                            | p <sup>1)</sup> | p <sup>2)</sup> |
|--|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
|  | EAR<br>≤ 95 (N = 30)       | EAR/RNI<br>> 95–≤ 150 (N = 54) | RNI<br>> 150 (N = 370)     |                 |                 |
| Age (yr)                               | 44.0 ± 9.6 <sup>ab</sup>   | 42.1 ± 8.9 <sup>bc</sup>       | 39.5 ± 8.0 <sup>b</sup>    | 0.003           | –               |
| Anthropometrics                        |                            |                                |                            |                 |                 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup> | 24.4 ± 2.3                 | 23.7 ± 2.5                     | 24.1 ± 2.5                 | 0.399           | 0.390           |
| Body fat (%)                           | 22.2 ± 3.9                 | 21.0 ± 5.6                     | 21.1 ± 5.2                 | 0.509           | 0.608           |
| Visceral fat (cm <sup>2</sup> )        | 94.0 ± 22.0 <sup>a</sup>   | 85.0 ± 25.5 <sup>ab</sup>      | 82.3 ± 24.8 <sup>b</sup>   | 0.039           | 0.357           |
| WC (cm) <sup>5)</sup>                  | 84.2 ± 5.9                 | 82.5 ± 6.2                     | 83.0 ± 8.6                 | 0.676           | 0.711           |
| SBP (mmHg) <sup>6)</sup>               | 124.0 ± 13.4               | 119.8 ± 12.9                   | 123.0 ± 13.1               | 0.218           | 0.219           |
| DBP (mmHg) <sup>7)</sup>               | 79.4 ± 11.26               | 80.5 ± 10.25                   | 80.1 ± 10.33               | 0.894           | 0.767           |
| Blood test                             |                            |                                |                            |                 |                 |
| TC (mg/dL) <sup>8)</sup>               | 190.9 ± 35.5               | 191.6 ± 38.6                   | 190.4 ± 30.3               | 0.964           | 0.887           |
| HDL-C (mg/dL) <sup>9)</sup>            | 46.4 ± 8.9                 | 51.2 ± 11.5                    | 50.3 ± 12.0                | 0.164           | 0.199           |
| LDL-C (mg/dL) <sup>10)</sup>           | 126.9 ± 33.9               | 128.1 ± 37.5                   | 127.0 ± 29.8               | 0.973           | 0.840           |
| TG (mg/dL) <sup>11)</sup>              | 151.3 ± 91.3               | 136.7 ± 124.7                  | 127.3 ± 68.2               | 0.221           | 0.333           |
| FSG (mg/dL) <sup>12)</sup>             | 91.9 ± 9.4                 | 91.7 ± 9.3                     | 91.9 ± 10.6                | 0.988           | 0.548           |
| HbA1c (%) <sup>13)</sup>               | 5.4 ± 0.3                  | 5.3 ± 0.3                      | 5.4 ± 0.3                  | 0.215           | 0.212           |
| FT4 (ng/dL) <sup>14)</sup>             | 1.2 ± 0.3                  | 1.3 ± 0.2                      | 1.3 ± 0.2                  | 0.116           | 0.349           |
| TSH (uIU/mL) <sup>15)</sup>            | 6.6 ± 2.7                  | 6.1 ± 2.7                      | 5.8 ± 3.0                  | 0.324           | 0.332           |
| Iodine intake                          |                            |                                |                            |                 |                 |
| Iodine (µg/day)                        | 68.4 ± 20.0 <sup>a</sup>   | 121.9 ± 13.5 <sup>ab</sup>     | 458.8 ± 268.0 <sup>c</sup> | 0.000           | 0.000           |

1) Differences were evaluated by ANOVA, p values by using LSD significances test, p < 0.05 2) Differences were evaluated by ANCOVA, the latter when data were adjusted by age, p values by using LSD significances test, p < 0.05 3) Mean ± SD 4) BMI: Body Mass Index 5) WC: Waist circumference 6) SBP: Systolic Blood Pressure 7) DBP: Diastolic Blood Pressure 8) TC: Total cholesterol 9) HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol 10) LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol 11) TG: Triglyceride 12) FSG: Fasting Serum Glucose 13) HbA1c: Hemoglobin A1c 14) FT4: Free Thyroxine 15) TSH: Thyroid stimulating hormone



군, Euthyroid군, SubHyper군 모두에서 요오드 섭취율이 가장 높은 식품은 계란으로 SubHypo군 52.8%, Euthyroid군 54.2%, SubHyper군 52.4%로 나타났고, 그 다음은 우유 (16.3%, 15.8%, 17.8%), 다시마 및 미역 (12.4%, 11.9%, 11.6%) 순으로 나타났다.

**요오드 권장섭취량에 따른 대상자들의 차이**

SubHypo군, Euthyroid군과 SubHyper군을 요오드 평균 필요량 95 µg 이하 (EAR), 평균필요량 95 µg과 권장 섭취량 150 µg 사이 (EAR/ RNI), 권장 섭취량 150 µg 이상 (RNI) 섭취하는 대상자로 나누어 비교한 신체계측 및 혈액검사 결과는 다음과 같았다.

SubHypo군에서 대상자들의 평균 요오드섭취량은 EAR 대상자 68.4 ± 20.0 µg, EAR/RNI 대상자 121.9 ± 13.5 µg, RNI 대상자 458.8 ± 268.0 µg으로 유의한 차이를 나타냈다. 또 EAR대상자는 RNI대상자 보다 유의하게 연령이 높은 것으로 나타났으며 두군 간에 내장지방이 유의한 차이를 보였다. 그러나 연령을 보정 했을 때, EAR대상자와 EAR/RNI대상자 및 RNI대상자 간 신체계측치 및 혈액검사에서 유의한 차이는 없었다 (Table 6).

Euthyroid군에서 대상자들의 평균 요오드섭취량은 EAR 대상자 65.9 ± 20.5 µg, EAR/RNI 대상자 123.4 ± 15.3 µg, RNI 대상자 437.4 ± 275.6 µg으로 유의한 차이를 나타냈다. 특히 EAR대상자는 RNI대상자 보다 유의하게 연령이 높은 것으로 나타났으며 두군 간에 내장지방, 저밀도 콜레스테롤, 공복 혈당 및 당화혈색소에서 유의한 차이를 보였다. 또 EAR/RNI대상자와 RNI대상자 간에는 당화혈색소와 유리 갑상선 호르몬 (FT4)이 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 연령을 보정 했을 때 EAR대상자와 EAR/RNI대상자 및 RNI대상자 간 신체계측치 및 혈액검사에서 유의한 차이는 없었다 (Table 7).

SubHyper군에서 대상자들의 평균 요오드섭취량은 EAR 대상자 54.8 ± 20.3 µg, EAR/RNI 대상자 118.6 ± 19.5 µg, RNI 대상자 440.4 ± 233.3 µg으로 유의한 차이를 나타냈다. 또 EAR/RNI대상자는 RNI대상자 보다 유의하게 연령이 높은 것으로 나타났으며 두 군간에 체지방률, 당화혈색소, 유리 갑상선호르몬에서 유의한 차이를 나타냈으며, EAR대상자와 EAR/RNI대상자에서도 체지방률 및 당화혈색소에서 유의한 차이가 나타났다. 그러나 연령을 보정했을 때 EAR/RNI 대상자에서 공복혈당이 유의하게 높았고 RNI대상자에서 유리 갑상선호르몬 (FT4)의 농도가 유의하게 높았다 (Table 8).

**Table 7.** Differences according to DRI of iodine intake in euthyroid

| Iodine intake (µg)                     | Euthyroid                 |                                |                            | p <sup>1)</sup> | p <sup>2)</sup> |
|--|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
|  | EAR<br>≤ 95 (n = 353)     | EAR/RNI<br>>95-≤ 150 (n = 495) | RNI<br>> 150 (n = 3858)    |                 |                 |
| Age (yr)                               | 44.5 ± 7.7 <sup>3)</sup>  | 42.2 ± 8.0 <sup>b</sup>        | 39.8 ± 8.0 <sup>c</sup>    | 0.000           | -               |
| Anthropometrics                        |                           |                                |                            |                 |                 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup> | 24.1 ± 2.8                | 24.1 ± 2.6                     | 24.1 ± 2.7                 | 0.918           | 0.841           |
| Body fat (%)                           | 21.5 ± 5.3                | 21.8 ± 5.1                     | 21.3 ± 5.3                 | 0.094           | 0.321           |
| Visceral fat (cm <sup>2</sup> )        | 90.4 ± 25.7 <sup>a</sup>  | 87.8 ± 25.7 <sup>ac</sup>      | 84.7 ± 26.1 <sup>b</sup>   | 0.000           | 0.982           |
| WC (cm) <sup>5)</sup>                  | 82.9 ± 7.0                | 83.1 ± 6.9                     | 82.9 ± 6.9                 | 0.864           | 0.552           |
| SBP (mmHg) <sup>6)</sup>               | 122.6 ± 14.3              | 122.9 ± 13.7                   | 122.1 ± 13.4               | 0.434           | 0.746           |
| DBP (mmHg) <sup>7)</sup>               | 80.9 ± 10.9               | 80.1 ± 10.6                    | 79.7 ± 10.4                | 0.088           | 0.949           |
| Blood test                             |                           |                                |                            |                 |                 |
| TC (mg/dL) <sup>8)</sup>               | 192.7 ± 32.7              | 190.5 ± 31.6                   | 189.7 ± 32.9               | 0.233           | 0.828           |
| HDL-C (mg/dL) <sup>9)</sup>            | 49.2 ± 13.0               | 49.5 ± 13.3                    | 50.3 ± 12.5                | 0.134           | 0.128           |
| LDL-C (mg/dL) <sup>10)</sup>           | 130.6 ± 31.8 <sup>a</sup> | 125.8 ± 30.7 <sup>b</sup>      | 125.1 ± 31.8 <sup>bc</sup> | 0.008           | 0.260           |
| TG (mg/dL) <sup>11)</sup>              | 135.2 ± 74.5              | 136.6 ± 83.8                   | 132.6 ± 80.6               | 0.527           | 0.818           |
| FSG (mg/dL) <sup>12)</sup>             | 94.5 ± 15.7 <sup>a</sup>  | 92.4 ± 12.5 <sup>b</sup>       | 92.7 ± 13.4 <sup>bc</sup>  | 0.041           | 0.199           |
| HbA1c (%) <sup>13)</sup>               | 5.5 ± 0.5 <sup>a</sup>    | 5.4 ± 0.4 <sup>ac</sup>        | 5.4 ± 0.4 <sup>b</sup>     | 0.000           | 0.308           |
| FT4 (ng/dL) <sup>14)</sup>             | 1.4 ± 0.3 <sup>ab</sup>   | 1.4 ± 0.3 <sup>a</sup>         | 1.4 ± 0.3 <sup>b</sup>     | 0.034           | 0.427           |
| TSH (uIU/mL) <sup>15)</sup>            | 1.7 ± 0.9                 | 1.8 ± 0.8                      | 1.8 ± 0.8                  | 0.106           | 0.225           |
| Iodine intake                          |                           |                                |                            |                 |                 |
| Iodine (µg/day)                        | 65.9 ± 20.5 <sup>a</sup>  | 123.4 ± 15.3 <sup>b</sup>      | 437.4 ± 275.6 <sup>c</sup> | 0.000           | 0.000           |

1) Differences were evaluated by ANOVA, p values by using LSD significances test, p < 0.05 2) Differences were evaluated by ANCOVA, the latter when data were adjusted by age, p values by using LSD significances test, p < 0.05 3) Mean ± SD 4) BMI: Body Mass Index 5) WC: Waist circumference 6) SBP: Systolic Blood Pressure 7) DBP: Diastolic Blood Pressure 8) TC: Total cholesterol 9) HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol 10) LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol 11) TG: Triglyceride 12) FSG: Fasting Serum Glucose 13) HbA1c: Hemoglobin A1c 14) FT4: Free Thyroxine 15) TSH: Thyroid stimulating hormone

**Table 8.** Differences according to DRI of iodine intake in subclinical hyperthyroidism

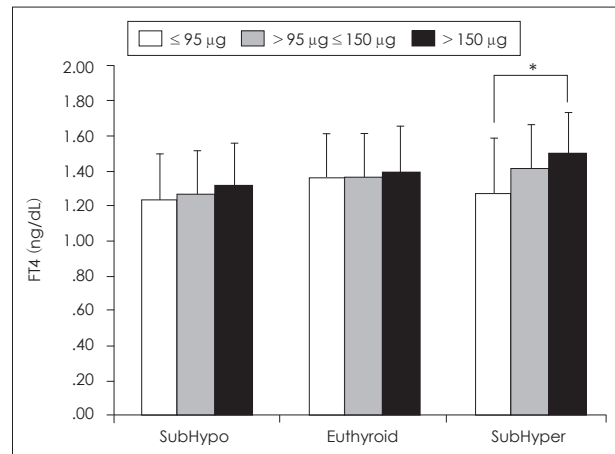
| Iodine intake ( $\mu\text{g}$ )                | Subclinical hyperthyroidism |                                       |                              | $p^{1)}$ | $p^{2)}$ |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------|----------|
|  | EAR<br>$\leq 95$ (n = 10)   | EAR/RNI<br>$> 95 - \leq 150$ (n = 11) | RNI<br>$> 150$ (n = 68)      |          |          |
| Age (yr)                                       | $46.6 \pm 7.2^{\text{ab3)}$ | $46.5 \pm 9.8^{\text{b}}$             | $41.2 \pm 7.9^{\text{a}}$    | 0.032    | -        |
| Anthropometrics                                |                             |                                       |                              |          |          |
| BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) <sup>4)</sup>   | $23.6 \pm 2.4$              | $25.3 \pm 2.1$                        | $23.6 \pm 2.6$               | 0.118    | 0.138    |
| Body fat (%)                                   | $20.3 \pm 5.2^{\text{a}}$   | $25.0 \pm 4.6^{\text{b}}$             | $20.9 \pm 5.3^{\text{ac}}$   | 0.043    | 0.055    |
| Visceral fat ( $\text{cm}^2$ )                 | $83.2 \pm 21.7$             | $104.9 \pm 27.2$                      | $84.1 \pm 30.0$              | 0.085    | 0.163    |
| WC ( $\text{cm}$ ) <sup>5)</sup>               | $82.5 \pm 6.5$              | $85.9 \pm 6.2$                        | $82.1 \pm 7.6$               | 0.292    | 0.368    |
| SBP ( $\text{mmHg}$ ) <sup>6)</sup>            | $120.5 \pm 11.4$            | $127.3 \pm 16.2$                      | $122.5 \pm 13.1$             | 0.461    | 0.485    |
| DBP ( $\text{mmHg}$ ) <sup>7)</sup>            | $77.9 \pm 7.9$              | $88.4 \pm 23.0$                       | $80.5 \pm 10.6$              | 0.109    | 0.128    |
| Blood test                                     |                             |                                       |                              |          |          |
| TC ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) <sup>8)</sup>     | $187.9 \pm 30.2$            | $181.7 \pm 16.7$                      | $186.5 \pm 34.0$             | 0.884    | 0.759    |
| HDL-C ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) <sup>9)</sup>  | $50.8 \pm 12.7$             | $45.8 \pm 10.9$                       | $50.7 \pm 11.3$              | 0.414    | 0.440    |
| LDL-C ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) <sup>10)</sup> | $117.2 \pm 31.0$            | $120.5 \pm 27.8$                      | $123.4 \pm 36.2$             | 0.855    | 0.659    |
| TG ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) <sup>11)</sup>    | $157.1 \pm 115.0$           | $160.6 \pm 66.8$                      | $122.8 \pm 55.2$             | 0.091    | 0.101    |
| FSG ( $\text{mg}/\text{dL}$ ) <sup>12)</sup>   | $91.9 \pm 14.6^{\text{a}}$  | $105.0 \pm 23.6^{\text{b}}$           | $93.0 \pm 11.1^{\text{a}}$   | 0.024    | 0.046    |
| HbA1c (%) <sup>13)</sup>                       | $5.4 \pm 0.2^{\text{ab}}$   | $5.8 \pm 1.3^{\text{b}}$              | $5.4 \pm 0.3^{\text{a}}$     | 0.023    | 0.072    |
| FT4 ( $\text{ng}/\text{dL}$ ) <sup>14)</sup>   | $1.3 \pm 0.3^{\text{ab}}$   | $1.4 \pm 0.2^{\text{a}}$              | $1.5 \pm 0.2^{\text{b}}$     | 0.026    | 0.045    |
| TSH ( $\text{uIU}/\text{mL}$ ) <sup>15)</sup>  | $0.3 \pm 0.1$               | $0.2 \pm 0.1$                         | $0.2 \pm 0.1$                | 0.188    | 0.212    |
| Iodine intake                                  |                             |                                       |                              |          |          |
| Iodine ( $\mu\text{g}/\text{day}$ )            | $54.8 \pm 20.3^{\text{a}}$  | $118.6 \pm 19.5^{\text{ab}}$          | $440.4 \pm 233.3^{\text{c}}$ | 0.000    | 0.000    |

1) Differences were evaluated by ANOVA, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  2) Differences were evaluated by ANCOVA, the latter when data were adjusted by age, p values by using LSD significances test,  $p < 0.05$  3) Mean  $\pm$  SD 4) BMI: Body Mass Index 5) WC: Waist circumference 6) SBP: Systolic Blood Pressure 7) DBP: Diastolic Blood Pressure 8) TC: Total cholesterol 9) HDL-C: High density lipoprotein-cholesterol 10) LDL-C: Low density lipoprotein-cholesterol 11) TG: Triglyceride 12) FSG: Fasting Serum Glucose 13) HbA1c: Hemoglobin A1c 14) FT4: Free Thyroxine 15) TSH: Thyroid stimulating hormone

### 요오드 섭취량에 따른 유리 갑상선 호르몬 및 갑상선 자극 호르몬의 차이

요오드 평균필요량  $95 \mu\text{g}$  섭취 대상자 (EAR), 평균필요량  $95 \mu\text{g}$ 과 권장섭취량  $150 \mu\text{g}$  사이 섭취 대상자 (EAR/RNI), 권장섭취량  $150 \mu\text{g}$  이상을 섭취하는 대상자 (RNI)들의 유리 갑상선호르몬 (FT4)의 농도를 비교한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 각 대상자들의 유리 갑상선호르몬의 값은 SubHypo군에서 ( $1.24 \pm 0.26 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.27 \pm 0.25 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.32 \pm 0.24 \text{ ng}/\text{dL}$ ), Euthyroid군에서 ( $1.36 \pm 0.25 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.36 \pm 0.25 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.39 \pm 0.26 \text{ ng}/\text{dL}$ )로 요오드섭취량이 증가함에 따라 유리 갑상선호르몬 (FT4)도 증가 추세를 보였으나 유의하지는 않았으며, SubHyper군에서 ( $1.27 \pm 0.25 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.42 \pm 0.24 \text{ ng}/\text{dL}$ ,  $1.50 \pm 0.24 \text{ ng}/\text{dL}$ )로 RNI대상자들이 EAR대상자 보다 유리 갑상선호르몬의 증가가 유의하게 높게 나타났다 (Fig. 1).

그러나 갑상선 자극호르몬의 값은 SubHypo군에서 ( $6.61 \pm 2.65 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $6.05 \pm 2.69 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $5.83 \pm 2.98 \text{ uIU}/\text{mL}$ ), Euthyroid군에서 ( $1.72 \pm 0.85 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $1.80 \pm 0.84 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $1.82 \pm 0.83 \text{ uIU}/\text{mL}$ ), SubHyper군에서 ( $0.26 \pm 0.09 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $0.17 \pm 0.12 \text{ uIU}/\text{mL}$ ,  $0.25 \pm 0.13 \text{ uIU}/\text{mL}$ )로 요오



**Fig. 1.** Difference of free thyroxine hormone according to iodine intake.

드섭취량에 따른 SubHypo군, Euthyroid군과 SubHyper군에서 유의한 차이는 없었다 (Fig. 2).

## 고 찰

본 연구에서는 우리나라의 갑상선 질환이 증가 추세를 보이고 있는바 지리적으로 요오드를 많이 섭취하는 식습관을

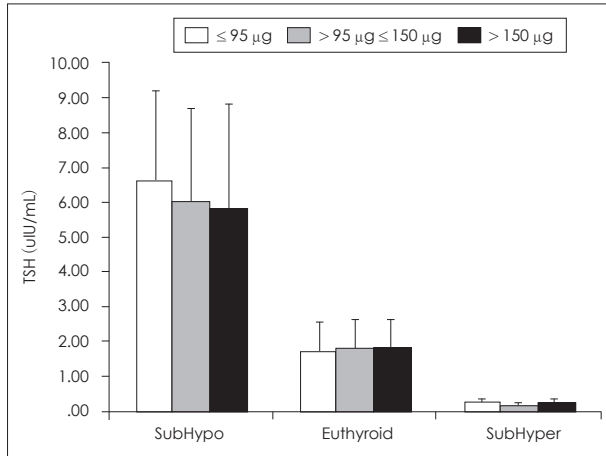


Fig. 2. Difference of thyroid stimulating hormone according to iodine intake.

가지고 있는 한국인에서, 갑상선 질환의 증가 원인으로 작용할 수 있는 요오드 섭취량과 임상적인 갑상선 질환으로 이행될 위험성이 있는 SubHypo<sup>11)</sup> 및 SubHyper<sup>12)</sup>와의 연관성을 알아보았다. 또한 본 연구에서는 여자에 비해 상대적으로 연구가 제한되어 있고, 절대적으로 여자와는 질환이환으로의 기전이 다를 것으로 추정되는 남자들을 연구대상자로 선정하였다. 본 연구에서는 특히 유리 갑상선호르몬의 수준이 정상 범위 이면서 갑상선 자극호르몬이 증가한 상태를 보이는 SubHypo<sup>13,14)</sup>와 반대로 갑상선 자극호르몬이 감소한 상태를 보이는 SubHyper와 유리 갑상선호르몬 및 갑상선 자극호르몬이 모두 정상 범위로 정상 갑상선기능을 가진 Euthyroid를 비교 하였다.

신체계측 결과 세 군의 체질량지수, 체지방률, 내장지방, 허리둘레, 이완기 혈압, 수축기 혈압에서는 유의한 차이가 없었고 연령은 SubHypo군이 40.1 ± 8.3세, SubHyper군이 42.4 ± 8.3세로 두 군 간에 유의한 차이를 나타냈다. 최근 갑상선 자극호르몬 농도 (TSH) 분포가 연령이 증가함에 따라 증가한다<sup>13,15)</sup>는 보고가 있으나, 특이하게 남성에서는 연령증가에 따른 SubHypo 유병률 증가가 관찰되지 않았다는<sup>15)</sup> 결과와 유사하게 남성만을 대상으로 한 본 연구에서도 SubHypo 대상자들이 SubHyper군과 Euthyroid군에 비해 낮은 연령을 보이고 있어, 남성에서는 갑상선자극호르몬 농도가 반드시 연령과 비례하지는 않다는 것을 알 수 있었다. 반면에 SubHyper군의 발생은 나이가 많은 노인에서 흔히 발병되는 것으로 알려져 있는데<sup>14)</sup> 본 연구에서도 SubHypo군 및 Euthyroid군 보다 SubHyper군에서 연령이 더 높은 특징을 나타냈다.

임상적인 갑상선기능저하증은 이차성 고지혈증과 동맥경화증의 원인으로 잘 알려져 있다.<sup>16)</sup> 그러나 SubHypo 환자에 있어서 이상지질혈증에 대해서는 상반된 결과들을 보이고 있

고<sup>16)</sup> SubHypo 일 때 갑상선기능이 혈중 지질 농도에 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 아직까지 논란이 있다. 이 등이 시행한 선행 연구에서 SubHypo 일 때 대조군과 비교하여 총 콜레스테롤, 중성지방, 저밀도 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤에서 유의한 차이가 없었다는 결과가 있었다.<sup>17,18)</sup> 한편 또 다른 연구에서는 SubHypo 일 때 중성지방이 증가한다<sup>19)</sup>는 결과와 총 콜레스테롤이 증가 한다<sup>20)</sup>는 결과, 또 TSH가 10 uIU/mL 이상인 SubHypo군에서 저밀도 콜레스테롤의 현저한 상승이 있었다는 결과가 있었다.<sup>16)</sup> 그러나 본 연구의 결과에서는 총 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당 모두 갑상선 기능이 정상인군과 비교하여 SubHypo 및 SubHyper 사이에 유의한 차이는 없었다. 이와 같이 선행연구 결과와 본 연구 결과에서 차이를 보이는 이유는 연구에 따라 SubHypo에 대한 진단 기준에 조금씩 차이가 있다는 점과 혈청 지질농도에 영향을 줄 수 있는 흡연, 음주 등의 여러 가지 요인과 연구 대상자의 특성 (성별, 연령 등)이 다를 수 있으며, 본 연구에서는 갑상선 기능에 영향을 줄 수 있는 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 약 및 기존에 갑상선 질환 등의 이유로 약을 복용하거나 병력이 있는 경우는 제외하였으나 선행연구에서는 이러한 요소들이 제외 되지 않았다는 점을 들 수 있겠다.

대상자들의 평상시 1일 요오드섭취량은 SubHypo군이 평균 392.9 ± 279.0 µg로 가장 높게 섭취하고 있고 Euthyroid군이 376.5 ± 281.7 µg, SubHyper군이 357.3 ± 253.8 µg를 섭취하였고 군 간의 유의성은 나타나지 않았으며, Euthyroid군에서 요오드 최저 섭취량 및 최대 섭취량의 범위가 10.2~2,861.9 µg로 가장 넓은 것으로 나타났다. 또 요오드를 많이 섭취하는 식습관에 따라 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 모두 RNI 대상자들이 가장 높은 분포를 나타냈고 즉, 한국인 요오드 권장섭취량인 150 µg 이상으로 섭취하는 비율은 81.5%, 82.0%, 76.4%를 차지하는 것으로 나타났다.

갑상선호르몬의 주요 영양소인 요오드의 섭취 상태를 조사한 결과, 우리나라의 경우 다시마, 미역, 김 등과 같은 해조류가 풍부하여 해조류의 섭취량이 높을 것이라 예상되었으나 이와 달리 요오드섭취량에 기여도가 가장 높은 식품은 계란이었고 우유, 미역 및 다시마 순서로 높은 섭취량을 나타냈으며 계란 (52.8%, 54.2%, 52.4%), 우유 (16.3%, 15.8%, 17.8%), 다시마와 미역 (12.4%, 11.9%, 11.6%)으로 세 군 모두에서 비슷한 비율로 식품을 섭취하고 있었다. 본 연구 결과에서 계란과 우유의 분포가 높은 것은 최근 요오드가 강화된 식염, 동물사료 및 계란이 도입되고, 제빵 과정 중에 밀가루 반죽조정으로 요오드 화합물이 사용되며, 우유와 관련해 젖소의 유두소독, 기구살균에 요오드 화합물이 사용됨으로 인해, 요오



드 섭취량이 높아졌다는 보고<sup>6,21)</sup>를 뒷받침해 주는 결과라고 볼 수 있다. 또한 요오드는 산란계를 위해 필요한 영양소이기에 산란계의 사료에 요오드 나트륨 또는 해조류로 요오드를 급여하기도 하여 계란 중의 요오드의 함유량이 증가하기도 한다.<sup>22)</sup> 그러나 식약청에서 계란, 우유의 요오드 함량 분석결과를 제공하기 이전의 국내 선행연구<sup>23)</sup> 결과는 미역, 다시마, 파래, 유제품, 생선의 순으로 많이 섭취하는 것으로 나타났다.

갑상선 질환과 요오드 섭취수준의 관계를 본 선행연구들에서 요오드의 결핍 상태 일 때 나 과잉 상태 일 때 모두 갑상선 질환에 영향을 주며 요오드 섭취 수준에 따라 갑상선질환의 유형이 다르게 나타난다고 보고 하였다.<sup>23,24)</sup> 지리적, 문화적 요인으로 풍부한 요오드를 섭취하고 있는 우리나라에서, 임상적인 갑상선질환으로 이환 될 수 있는 SubHypo 및 SubHyper와 갑상선 기능이 정상인 Euthyroid의 실제 요오드 섭취분포를 파악하고자 하였다. 이에 SubHypo군, SubHyper군, Euthyroid군을 한국인 영양권장 섭취권장량에 따라 평균필요량 95  $\mu\text{g}$  이하로 섭취 대상자 (EAR)와 평균필요량 95  $\mu\text{g}$ <sup>5)</sup>과 권장 섭취량 150  $\mu\text{g}$ <sup>5)</sup> 사이 섭취 대상자 (EAR/RNI), 권장섭취량 150  $\mu\text{g}$ <sup>5)</sup> 이상을 섭취하는 대상자 (RNI)로 재분류하고 본 연구의 대상자인 남성 직장인들의 요오드 섭취량에 따라 신체계측 및 생화학적 지표에서 어떤 양상을 나타내는지 비교하였다.

본 연구에서는 SubHypo군이 EAR대상자인 경우 평균 요오드 섭취량이 68.4  $\pm$  20.0  $\mu\text{g}$ 으로 요오드 평균 필요량인 95  $\mu\text{g}$ 의 2/3가량 섭취하고 있는 상태이고 RNI대상자인 경우 평균 요오드 섭취량이 458.8  $\pm$  268.0  $\mu\text{g}$ 으로 권장 섭취량인 150  $\mu\text{g}$  보다 3배 가량 과잉 상태였다. 요오드 섭취량이 부족할 때 나 과잉일 때 모두 불현성 갑상선기능저하증이 나타날 수 있다<sup>24)</sup>고 보고된 것과 일치 하였으며, 연령을 보정했을 때 EAR대상자와 RNI대상자 간에 신체계측치 및 혈액지표에 유의한 차이는 없었다. 이에 본 연구 결과로 선행연구들<sup>14-19)</sup>에서 SubHypo일 때 보고 되었던 혈액지표에 대한 상반된 결과가 SubHypo가 요오드 섭취 부족이 원인이 되어 나타났는지 또는 요오드 섭취 과잉이 원인이 되어 나타났는지 증명할 수 없다. SubHypo군에서 적정량의 요오드를 섭취하는 EAR/RNI사이의 대상자들이 신체계측 및 생화학지표에서 모두 정상인 것으로 보아 실제로는 정상 갑상선기능을 가진 사람들일 수도 있다고 사료된다. 갑상선자극호르몬의 측정이 1회였으며 혈중 갑상선자극호르몬의 농도는 약물에 의해 이상 소견을 보일 수 있고 정상적으로도 일중 변동이 있는 것으로 알려져<sup>13)</sup> 있기 때문이다. 따라서 이러한 갑상선 자극호르몬의 특징을 가만할 때 SubHypo군으로 분류 되었던 것은 일시적인 갑상선 자극호르몬 증가에 의해 나타난 결과 일수도 있을 것이라 사료된다.

Euthyroid군은 모두 정상 갑상선기능인 사람들로 EAR대상자의 평균 요오드 섭취량은 65.9  $\pm$  20.5  $\mu\text{g}$ 으로 요오드 평균 필요량인 95  $\mu\text{g}$ 의 2/3가량 섭취하고 있고, RNI 대상자의 요오드 평균 섭취량은 437.4  $\pm$  275.6  $\mu\text{g}$ 으로 권장 섭취량인 150  $\mu\text{g}$ 의 3배 가량 과잉섭취 상태로 나타났다. Euthyroid군 또한 EAR대상자가 RNI대상자보다 연령이 높은 것으로 나타났다. 연령을 보정했을 때 EAR대상자와 RNI대상자 간에 신체계측치 및 혈액지표에 유의한 차이는 없었다.

SubHyper군에서 EAR대상자의 평균 요오드 섭취량은 54.8  $\pm$  20.3  $\mu\text{g}$ 로 평균 필요량인 95  $\mu\text{g}$ 의 1/2 수준으로 섭취하고 있어 SubHypo군과 Euthyroid군의 EAR대상자 보다도 더 낮게 섭취하는 것으로 나타났다. RNI대상자의 평균 요오드 섭취량은 440.4  $\pm$  233.3  $\mu\text{g}$ 로 권장 섭취량인 150  $\mu\text{g}$ 의 3배 가량 과잉섭취 하는 것으로 나타났다. SubHyper군에서도 또한 EAR/RNI대상자가 RNI대상자 보다 연령이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 연령을 보정한 결과 EAR/RNI대상자는 RNI대상자와 비교하여 유의하게 공복혈당이 높고, EAR대상자는 RNI대상자와 비교하여 유리 갑상선호르몬 농도가 유의하게 낮았다. 또 적정 농도의 요오드를 섭취하는 EAR/RNI대상자에서 EAR 및 RNI 대상자와 비교하여 체지방률, 공복혈당, 당화혈색소, 내장지방, 이완기 혈압, 중성지방이 높은 경향을 나타냈다. 이것은 EAR/RNI대상자에서 비만인 대상자들이 모여 있고, 비교적 대사적으로 건강한 비만군에서 갑상선자극호르몬이 낮다는 국내 연구 결과<sup>25)</sup>와 일치하고 있었다. SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군에서 EAR대상자와 비교하여 RNI대상자의 연령이 낮은 것은 식품을 섭취하는 선호도에 있어 RNI대상자들에서 계란과 우유를 자주 섭취하는 젊은 연령층이 분포되어 있을 것으로 추정된다.

요오드 섭취에 따라 (EAR 이하 섭취 대상자, EAR/RNI 사이 섭취 대상자, RNI 이상 섭취 대상자) 유리 갑상선호르몬과 갑상선 자극호르몬의 차이를 본 결과 SubHyper군에서는 95  $\mu\text{g}$ 로 섭취했을 때와 비교하여 150  $\mu\text{g}$  이상 섭취 했을 때 유리 갑상선호르몬이 정상범위 내에서도 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 SubHyper를 예방하기 위한 방법으로 요오드의 섭취량의 조절이 필요할 것으로 본다.

본 연구는 요오드 섭취량이 결핍된 지역에서 뿐만 아니라 요오드 섭취량이 풍부한 지역에서도 갑상선질환과의 연관성이 크다고 보고되고, 한국인에서 갑상선질환이 증가 추이에 있음을 주목하였으며, 갑상선 질환으로 이행 할 수 있다고 알려진 SubHypo 대상자 및 SubHyper대상자들과 갑상선기능이 정상인 Euthyroid의 요오드섭취량을 비교하여 관련성을 도출하고자 하였다. 단순히 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군을 비교하였을 때는 세 군 간에 특징을 파악할 수 없었으

나 평균필요량과 권장섭취량을 기준으로 재분류하여 비교하였을 때, 요오드 섭취량이 평균필요량인 95  $\mu\text{g}$  보다 낮을 때와 권장섭취량인 150  $\mu\text{g}$  보다 높게 섭취 할 때 모두 SubHypo의 분포가 증가하는 것을 알 수 있었다. 또 평균필요량 이하로 섭취할 때보다 권장섭취량 이상으로 요오드를 섭취 할 때 SubHypo의 수가 12배 더 많았다.

SubHyper 대상자들에서도 요오드를 평균필요량 95  $\mu\text{g}$  이하로 섭취 할 때나 권장섭취량 150  $\mu\text{g}$ 보다 높게 섭취 할 때 모두 SubHyper가 발병하는 것으로 나타났고, SubHypo 집단에서 나타냈던 양상과 유사하게 권장섭취량 이상으로 요오드를 섭취할 때 SupHyper의 수가 7배 더 많은 것을 알 수 있었다. 그러므로 요오드섭취량이 150  $\mu\text{g}$  이상으로 높은 식습관은 SubHypo와 SubHyper의 위험인자로 예측 할 수 있을 것으로 추정된다.

직장 남성의 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 모두에서, 즉 갑상선 기능에 이상이 있든, 이상이 없든 요오드를 평균 필요량 이하로 섭취하는 사람들 보다는 요오드를 권장량 이상으로 과잉섭취 하는 사람들의 비율이 높게 나타났다. 이러한 현상은 우리나라 사람들이 요오드를 과잉 섭취하는 식습관에서 비롯된 것으로 SubHypo와 SubHyper 모두 요오드 섭취량이 권장량보다 과잉일 때 더 높은 유병률을 나타낼 수 있었다. 또한 본 연구의 결과는 우리나라에서 요오드 섭취에 가장 큰 영향을 끼치는 식품이 해조류가 아닌 계란과 우유로 나타났다. 이는 식약청에서 제시된 요오드 분석결과를 반영한 결과이며 국외 공신력있는 기관에서도, 미국 USDA 식품 데이터 베이스에도 요오드 분석치가 제시되지 않아 참조할 수 있는 식품 데이터베이스가 제한된 상황에서는 이러한 결과가 도출된 것이 본 연구의 제한점이라고 들 수 있겠다.

결론적으로 만성적으로 요오드의 섭취가 높은 식습관이 SubHypo와 SubHyper의 원인이라는 것은 이미 알려져 있는 가운데 본 연구 결과에서도 이 같은 사실을 어느 정도 확인 할 수 있다. 이와 같은 현상은 만성적인 요오드의 과잉섭취가 장기적으로 볼 때 임상적인 갑상선기능저하증이나 갑상선기능항진증을 유발할 수 있다는 위험을 가지고 있으며, 따라서 요오드의 섭취량을 평균필요량과 권장섭취량 사이로 적정하게 섭취할 수 있도록 지침이 마련되어야 할 것으로 본다. 또한 국내 선행연구에서 제시한 식품 내 요오드 함량 기초자료<sup>20)</sup>와 비교하여 큰 차이를 나타내고 있어, 분석에 사용되는 요오드 함량자료에 따라 연구 결과가 달라질 수 있음을 예측할 수 있다. 따라서 보다 정확한 한국인의 요오드 섭취 수준을 파악하고 한국인에게 가장 적절한 권장량을 제시하기 위해 식품 내 요오드 함량 분석에 대한 연구가 지속적으로 요구된다.

## 요약 및 결론

최근 한국인에서 갑상선기능저하증 및 갑상선기능항진증의 유병률이 증가하고 있는 추세를 나타내고 있다.<sup>1)</sup> 선행 연구에서는 요오드 섭취가 부족한 지역과 더불어 풍부한 지역에서도 갑상선기능저하증의 유병률이 높은 것으로 보고하였다.<sup>20)</sup> 지리적 요인과 문화적인 요인으로 요오드섭취량이 많은 우리나라에서, SubHypo 및 SubHyper인 사람들이 정상 갑상선기능인 사람들과 비교하여 신체계측, 생화학지표, 일반사항 및 요오드섭취량에 따라 어떤 특징을 나타내는지 살펴보았다.

SubHypo군은 Euthyroid군과 Subhyper군과 비교하여 연령이 낮게 나타났고 연령을 보정한 후 신체계측치를 비교했을 때, 체질량지수, 체지방률, 내장지방, 허리둘레, 수축기 혈압, 이완기 혈압에 차이가 없었다. 또 생화학지표를 비교했을 때 총 콜레스테롤, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 당화혈색소는 군 간에 차이가 없었고 일반사항을 비교 했을 때 음주습관에서는 군 간 차이가 없었고 흡연습관에서 SubHypo군이 다른 군에 비해 유의하게 흡연하는 비율 낮게 나타났다.

각 군별 평균 요오드 섭취량은 SubHypo군 392.9  $\pm$  279.0  $\mu\text{g}$ , Euthyroid군 376.5  $\pm$  281.7  $\mu\text{g}$ , SubHyper군 357.3  $\pm$  253.8  $\mu\text{g}$ 으로 세군 간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

요오드 섭취에 기여가 가장 큰 식품은 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 모두 계란 (52.8%, 54.2%, 52.4%)이었고 우유 (16.3%, 15.8%, 17.8%), 미역 및 다시마 (12.4%, 11.9%, 11.6%) 순으로 비슷한 비율로 섭취하고 있었다.

SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 안에서 요오드 섭취량에 따른 차이를 살펴보기 위해, 평균필요량 95  $\mu\text{g}$  이하, 평균필요량 95  $\mu\text{g}$ 과 권장섭취량 150  $\mu\text{g}$  사이, 권장섭취량 150  $\mu\text{g}$  이상을 기준으로 재분류하여 대상자들의 특성을 살펴보았다. SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 간에 신체계측에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. SubHyper군에서만 EAR 대상자가 EAR/RNI 대상자와 비교하여 공복혈당이 유의하게 낮고, EAR 대상자가 RNI 대상자와 비교하여 유리 갑상선호르몬에서 유의한 차이를 나타냈다. 본 연구의 결과에서 가장 큰 특징은 SubHypo군, Euthyroid군, SubHyper군 모두에서 권장량 이상을 섭취하는 대상자들의 비율이 평균 필요량 이하로 섭취하는 비율 보다 높았다. 특히 갑상선질환자로 이환 될 수 있는 SubHypo군과 Subhyper군 모두 요오드를 권장섭취량 이상으로 섭취하는 비율이 높게 나타났고, 이것은 요오드 섭취량을 권장량 이상으로 즉 과잉으로 섭취하는 것이 갑상선 질환과 연관이 있음을 보여준다.

SubHypo와 SubHyper로 분류된다는 것은 장기적으로 볼 때 갑상선기능저하증 및 갑상선기능항진증 유병률에 영향을 끼칠 수 있다. 또 해조류뿐만 아니라 계란과 우유를 통해서도 요오드 섭취량이 높아 질 수 있으므로 요오드를 평균필요량과 권장섭취량 사이로 적정하게 섭취할 수 있도록 교육하는 것은 아주 중요한 일이라고 사료된다. 따라서 갑상선 질환의 증가를 낮추는 예방의 목적으로 요오드 고함량, 다소비 섭취 식품에 대한 지침이 만들어져야 된다고 제안한다. 더불어 보다 정확한 한국인의 요오드 섭취 수준을 파악하고 한국인에게 가장 적절한 권장량을 제시하기 위해 식품 내 요오드 함량 분석에 대한 연구가 지속적으로 요구된다.

#### Literature cited

- National Health Insurance Corporation. Patients with hypothyroidism and hyperthyroidism over 500,000 people (press release). Seoul: National Health Insurance Corporation; 2011
- Oh MK, Cheon KS, Jung SM, Ryu DS, Park MS, Cheong SS, Kim JS, Park BG. Prevalence of thyroid diseases among adult for health check-up in a Youngdong area of Kwangwon province. *J Korean Acad Fam Med* 2001; 22(9): 1363-1374
- Chung JH, Kim BJ, Choi YH, Shin MH, Kim SH, Min YK, Lee MS, Lee MG, Kim KW. Prevalence of thyrotoxicosis and hypothyroidism in the subjects for health check-up. *J Korean Soc Endocrinol* 1999; 14(2): 301-313
- Korea Food & Drug Administration. Report on the intake of sugar, sodium, and the rest of Korea. 2007 Nov 22
- The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. 1st revision. Seoul; 2010
- Korea Food & Drug Administration. Iodine. 2010 Dec
- Lee HS, Min H. Iodine intake and tolerable upper intake level of iodine for Koreans. *Korean J Nutr* 2011; 44(1): 82-91
- Hopton Cann SA. Hypothesis: dietary iodine intake in the etiology of cardiovascular disease. *J Am Coll Nutr* 2006; 25(1): 1-11
- Lee KN, Yoon JH, Choi YH, Cho HI, Bae KW, Yoon CH, Kim SI. Standardization of reference values among laboratories of Korean Association of Health Promotion. *J Lab Med Qual Assur* 2002; 24(2): 185-195
- Global Health Care Marketing Company; Korea Food & Drug Administration. Iodine analysis method establishment and content monitoring of food. Seoul; 2006
- Brent G, Davies T, Larsen P. Chapter 12: Hypothyroidism and thyroiditis. In: Kronenberg HM, Melmed S, Polonsky KS, Larsen PR, editors. *Williams Textbook of Endocrinology*. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2008
- Mishell DR. Year book of contemporary Obstetrics and Gynecology; 2006. p.79-86
- Choi HS, Park YJ, Kin HK, Choi SH, Lim S, Park DJ, Jang HC, Cho NH, Cho BY. Prevalence of subclinical hypothyroidism in two population based-cohort: Ansong and KLoSHA cohort in Korea. *J Korean Thyroid Assoc* 2010; 3(1): 32-40
- Biondi B, Cooper DS. The clinical significance of subclinical thyroid dysfunction. *Endocr Rev* 2008; 29(1): 76-131
- Jang HW, Lee JI, Shin HW, Kim SW, Min YK, Lee MS, Lee MK, Kim KW, Chung JH. Reference range of serum TSH with aging and prevalence of subclinical hypothyroidism in patients without history of thyroid disease for the general medical examination. *J Korean Thyroid Assoc* 2009; 2(1): 28-32
- Kim CO, Hwang IC. Serum lipid profile in patients with subclinical hypothyroidism. *New Med J* 2008; 51(9-10): 49-55
- Kim KE, Lee OH, Moon JH, Lee SY, Kim YJ. Serum lipoprotein (a) and lipid concentrations in patients with subclinical hypothyroidism. *J Korean Acad Fam Med* 2001; 22(3): 345-353
- Lee WW, Kim CH, Cheong YS, Yoo SM, Park IH, Park SG. Profile of serum lipoprotein in patients with subclinical hypothyroidism. *J Korean Acad Fam Med* 2000; 21(3): 376-381
- Althaus BU, Staub JJ, Ryff-De Lèche A, Oberhänsli A, Stähelin HB. LDL/HDL-changes in subclinical hypothyroidism: possible risk factors for coronary heart disease. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1988; 28(2): 157-163
- Bogner U, Arntz HR, Peters H, Schleusener H. Subclinical hypothyroidism and hyperlipoproteinaemia: indiscriminate L-thyroxine treatment not justified. *Acta Endocrinol (Copenh)* 1993; 128(3): 202-206
- Moon SJ, Kim JY, Chung YJ, Chung YS. The iodine content in common Korean foods. *Korean J Nutr* 1998; 31(2): 206-212
- Song KW, Lee MH, Han JY, Lim JM, Kim HB. Revolutionary eggs. Seoul: Seoul National University Press; 2009. p.197
- Kim JY, Kim KR. Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in patients with thyroid diseases. *Yonsei Med J* 2000; 41(1): 22-28
- Laurberg P, Cerqueira C, Ovesen L, Rasmussen LB, Perrild H, Andersen S, Pedersen IB, Carlé A. Iodine intake as a determinant of thyroid disorders in populations. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2010; 24(1): 13-27
- Yoon HJ, Shin HC, Choi JH, Hur YS, Hong SB, Kim YS, Kim K. The relationship between thyroid hormone and metabolic syndrome in obese euthyroid adults. *Korean J Obes* 2008; 17(1): 10-19