

生体試料、食品中のヨウ素含有量測定法の確立についての研究（中間報告）

布施養善

帝京大学医学部小児科遺伝代謝研究室

伊藤善也

日本赤十字北海道看護大学臨床医学領域

吉田宗弘

関西大学化学生命工学部

山口真由

鎌倉女子大学家政学部管理栄養学科

浦川由美子

元鎌倉女子大学家政学部管理栄養学科

塚田 信

女子栄養大学研究所

横山次郎

日本農産工業株式会社

小川英伸

東北医科薬科大学病院小児科

三牧正和

帝京大学医学部小児科

児玉浩子

帝京平成大学健康メディカル学部健康栄養学科

研究の目的

本研究は平成 27 年度自由課題研究「毛髪中ヨウ素濃度分析によるヨウ素摂取量の評価についての研究」の内容を引き継いだもので、毛髪も含めた生体試料と食品中のヨウ素量の測定法を確立することである。

1. 毛髪中ヨウ素濃度測定方法を確立し、毛髪中ヨウ素含有値によって個人レベルでの長期間のヨウ素摂取量を正確に評価することが可能かを検証すること。
2. 血清、母乳中のヨウ素含有量の測定法を確立すること。
3. 食品中のヨウ素含有量の測定法を確立すること。
4. 以上によってヨウ素摂取量と甲状腺機能との関連を明らかにすること。

研究の背景

ヨウ素摂取過剰あるいは不足による甲状腺機能障害のリスクは乳幼児、高齢者において高いことが知られており、乳幼児では一過性あるいは永続性の甲状腺機能障害による発育・発達異常が起こ

ることがある。ヨウ素は食品中からほぼすべて吸収され、90%以上が尿中に排泄されるため尿中ヨウ素排泄量はヨウ素摂取量の生物学的指標であり、集団あるいは地域のヨウ素栄養状態は6 - 12歳の小児の随時尿中ヨウ素濃度の中央値から評価する(1)。

しかし、尿中ヨウ素量は過去1 - 2日の短期間のヨウ素摂取量を反映するので、長期間の日常的なヨウ素摂取量を個人レベルで評価するには適していない。また間接的なヨウ素摂取量の指標として、食物摂取頻度調査法(FFQ)(2)や秤量調査法などの栄養調査法があり、前者はある期間の平均的ヨウ素摂取量、後者は直近の摂取量を評価するものである。

毛髪中に微量元素が蓄積することは1923年ころから報告されているが(3 - 7)、最近、毛髪中ヨウ素濃度がヨウ素栄養状態を反映する可能性を示唆する報告がなされた(8)。本邦でもいくつかの報告があるが(9 - 11)、主として商業的目的で疾患のスクリーニング法としての有効性は認められていない。

血清中ヨウ素濃度、母乳中ヨウ素濃度については多くの報告があるが、信頼に足る標準範囲も設定されておらず、またヨウ素摂取量との関連、甲状腺機能との関連も明かではない。

研究方法

- 1) 対象は、公益財団法人成長科学協会ヨウ素関連調査委員会が行っている「ヨウ素を多量に含む食品摂取の健康リスクについて - 甲状腺機能への影響についての研究」において調査対象とした健康成人男女合計約1,000名とする。この研究では、血液で血清TSH、FT4、FT3、甲状腺自己抗体を測定し、尿でヨウ素濃度を測定する。
- 2) 残った血清を使用して、ヨウ素濃度を測定する。
- 3) 過去の研究で収集したヨウ素濃度を測定する同意を得ている母乳約150検体。
- 4) 上記研究において、毛髪中のヨウ素含有量の測定のために毛髪切片を0.5 - 1g提供を受ける。
- 5) FFQにより、日常的なヨウ素摂取量を算出する。
- 6) 毛髪中ヨウ素濃度の分布、標準範囲、年齢、性別との関連を検討する。
- 7) 毛髪中ヨウ素濃度とヨウ素摂取量および甲状腺機能との関連を検討する。

研究の進捗状況

1. ヨウ素の測定には試料の前処理を行い、誘導結合プラズマ質量分析計(Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, ICP-MS)を用いる。試料の処理方法、機器の操作方法について習熟する必要があり、下記のセミナーに参加し、実習を行った。

1) 誘導結合プラズマ質量分析計の使用講習会

平成27年2月17日、サーモフィッシャーサイエンティフィック社のiCAP Q ICP-MS質量分析計の使用講習会が帝京大学中央機器室において、同社講師によって行われた。

2) 食品中のヨウ素分析実習

平成27年5月10日、11日に財団法人日本食品分析センターから講師を招き、帝京大学医学部小児科学教室研究室において行った。内容と講師は1. 食品分析の概論 日本食品分析センター基礎栄養部 三宅大輔氏、実習指導は同大阪支所ミネラル分析課 徳田千晴氏である。

3) 元素分析基礎セミナー

平成 27 年 6 月 24 日に、サーモフィッシャーサイエンティフィック社横浜本社において開催された。

4) ETHOS-1、マイルストーン社の操作説明会

平成 28 年 1 月 13 日に、試料の前処理に使用するマイクロ波酸分解装置 ETHOS-1 についての講習会が帝京大学中央機器室において、同社講師によって行われた。

2. 2017 年 4 月の時点で、成人男女の毛髪 229 検体、尿 955 検体、血液検体 985 検体が全国から収集、保存されている。
3. 帝京大学中央機器室に設置されているサーモフィッシャーサイエンティフィック社の iCAP Q ICP-MS 質量分析計を用いて予備実験を行っている。

文献

1. Zimmermann MB, Boelaert K. 2015 Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol* 3:286-295.
2. 布施養善、田中卓雄、小川博康、藤田正樹、布施養慈、紫芝良昌、入江實. 2012 ヨウ素に特化した食物摂取頻度調査票による日本人のヨウ素摂取源と摂取量についての研究. *日臨栄会誌*, 34:18-28.
3. V Fellenberg Th. 1923 Untersuchungen über den Jodstoffwechsel. I. Mitteilung, Versuche mit physiologischen Jodmengen beim Erwachsenen. *Biochem. Z.*, 142:246-262.
4. Ganor S, Gedalia I, Brand N. 1964 Iodine in children's hair. *Journal of Investigative Dermatology* 43:5-6.
5. Harrison WW, Yurachek JP, Benson CA 1969 The determination of trace elements in human hair by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chim Acta* 23:83-91.
6. Gibson RS, DeWolfe MS. 1979 Copper, zinc, manganese, vanadium, and iodine concentrations in the hair of Canadian low birth weight neonates. *Am J Clin Nutr* 32:1728-1733.
7. Campbell JD 1985 Hair analysis: A diagnostic tool for measuring mineral status in humans. *J Orthomolecular Psychiatry* 14:276-280.
8. Momčilović B, Prejac J, Višnjević V, Skalnaya MG, Mimica N, Drmić S, Skalnyet AV. 2014 Hair iodine for human iodine status assessment. *Thyroid* 24:1018-1026.
9. 大森佐與子、上田和泉. 2004 甲状腺機能亢進症における排泄ヨウ素に関する研究. *Biomed Res Trace Elements* 15:102-104.
10. Yasuda H, Yonashiro T, Yoshida K, Ishii T, Tsutsui T. 2005 Mineral imbalance in children with autistic disorders. *Biomed Res Trace Elements* 16:285-292.
11. Yasuda H, Yoshida K, Tagai H, Fukuchi K, Tokuda R, Tsutsui T, Yonei Y. 2007 Association of aging with minerals in male Japanese adults. *Anti-Aging Medicine* 4:38-42.