

研究ノート

肥満2型糖尿病患者の教育入院中の 体構成成分変化

Changes in body composition during educational hospitalization
in obese patients with type 2 diabetes.

芳野憲司*, 廣瀬幸恵**, 笠舞和宏***,
中真理子**, 八木千佐子****, 牧野晋也**

Kenji YOSHINO, Sachie HIROSE, Kazuhiro KASAMAI,
Mariko NAKA, Chisako YAGI, Shinya MAKINO

キーワード：肥満、2型糖尿病、体組成

Key words : obesity, type 2 diabetes, body composition

要約

本研究では血糖コントロール目的で教育入院となった肥満2型糖尿病患者の入院期間中の体組成変化を調べた。肥満2型糖尿病患者11名（男性6名、女性5名、年齢 60.5 ± 10.8 歳、BMI 32.8 ± 6.0 kg/m²）を対象とし、入院時および退院前に体重および体組成（除脂肪重量、筋肉重量、体脂肪重量、体水分量）、空腹時血糖、安静時代謝量の測定を行い比較した。また、入院中の毎日のエネルギー摂取量も評価した。体重、除脂肪重量、体水分量は入院時に比べ転退院時に減少したが、脂肪重量、筋肉重量に有意な差は認められなかった。空腹時血糖値は入院時に比べ、退院時に低下したが、安静時代謝量は有意な差が認められなかった。肥満2型糖尿病患者の教育入院による体重減少は、体水分量の減少によるものであり、脂肪重量の減少にはつながらなかった。肥満2型糖尿病患者の教育入院による減量の効果は、体重だけでなく体組成測定も行って評価する必要があるとともに、10日間程度の短期間では期待できないことが示された。

Abstract

Herein, we investigated changes in body composition during hospitalization in obese patients with type 2 diabetes for glycemic management; 11 hospitalized obese patients with

* 東海学園大学健康栄養学部管理栄養学科
*** 市立ひらかた病院栄養管理科

** 大阪暁明館病院糖尿病内科
**** 兵庫医科大学糖尿病内分泌・免疫内科学講座

type 2 diabetes (6 men and 5 women, aged 60.5 ± 10.8 years, BMI $32.8 \pm 6.0\text{kg/m}^2$) had their body weight, body composition (fat-free mass, muscle mass, fat mass, and body fluid volume), fasting blood sugar level, and resting energy expenditure measured upon hospital admission and before discharge, early in the morning. In addition, daily energy intake was assessed during hospitalization. Body weight, fat free mass, and body fluid volume decreased before discharge, compared to hospital admission. No significant differences were observed in fat and muscle masses. Fasting blood sugar levels were significantly lower before discharge than at hospital admission, but no significant differences were observed in resting energy expenditure. Weight loss during educational hospitalization in obese patients with type 2 diabetes was due to decreased volume of fluid in the body, which did not lead to loss of fat mass. It was shown that weight loss during educational hospitalization in obese patients with type 2 diabetes needs to be evaluated by measuring not only body weight, but also body composition, while body fat loss cannot be expected within a short period of approximately 10 days.

諸言

糖尿病治療において、栄養食事療法と運動療法はその根幹となるものであり、中でも栄養食事療法は全ての糖尿病患者に実施可能な治療法である。医療者がその治療の経過を評価する上で体組成を把握することは重要な客観的な情報となるだけでなく、患者にとっても脂肪重量が減少するなど好ましい結果が得られることでその後の治療に対する意欲の維持、意識の向上に繋がることもある。特に2型糖尿病患者は、不摂生な生活習慣、食習慣による内臓脂肪型肥満からのインスリン抵抗性の惹起が発症の引き金となることから、体組成の測定を行うことの意義は非常に大きい。

体組成の測定法は、臨床においては二重エネルギー X 線吸収測定 (Dual Energy X-ray Absorptiometry : DEXA) 法が標準の測定法とされているが、測定器設置場所の確保が難しい、少量であっても被曝を伴うため実施できる施設に限られる、高コストである等、汎用性に欠点がある。そのため、今日では非常に低侵襲であり、安全に誰にでも簡単に短時間で測定可能である生体電気インピーダンス (Bioelectrical Impedance Analysis : BIA) 法がよく用いられる。BIA 法は生体に微弱な交流電流を通電した時に、水分や電解質を多く含む除脂肪組織は通過するが、水分が極めて少ない脂肪組織や骨は通過しにくいという原理を利用して生体の抵抗値を測定し、その抵抗値から身体組成を推定するものである (Cha et al., 1995)。BIA を利用した体組成測定機器である InBody では DSM-BIA (Direct Segmental Multi-frequency Bio-electrical Impedance Analysis) を採用しており、左右の手足に電極を付け、多周波数の微弱な交流電流を

通電し、右腕・左腕・体幹・右脚・左脚の測定値を得て、脂肪重量、除脂肪重量、筋肉重量、体水分量を推定する。

糖尿病患者の教育入院は、患者に病気について深く理解してもらい、今後の治療について医師、看護師、薬剤師、管理栄養士等が連携して指導することで日常生活をより良くすることを目的として3日～2週間の期間で多くの医療施設で実施されている。そして、入院中の治療の強化により血糖コントロールの改善や入院期間にもよるが肥満患者においては減量をはかる。しかしながら、減量効果を体組成の面から評価した研究報告は少ない。そこで本研究では、血糖コントロール目的で教育入院となった肥満2型糖尿病患者を対象に、InBodyを用いて教育入院による体組成の変化を評価した。

方法

1. 対象者

平成30年5月1日～平成30年12月24日に大阪暁明館病院糖尿病内科に血糖コントロール目的で教育入院となった肥満2型糖尿病患者の内、除外基準に該当しない書面でのインフォームドコンセントを行い本人の自由意志で同意が得られた11名（男性5名、女性6名）を対象とした。なお、除外基準は重度の肝機能障害、重度の腎機能障害（ $eGFR < 30$ ）、浮腫、腹水、胸水、エネルギー代謝に影響を与える病態（心不全、甲状腺疾患、慢性閉塞性肺疾患、CRP高値、悪性腫瘍等）を有する患者、ペースメーカーを使用している患者、妊娠中の患者、治療に対するコンプライアンス不良の患者とした。ADLは全員完全自立であった。また、入院期間中の身体活動レベルは病院内自由歩行レベルで、運動療法の強化は行っていない。

入院時の糖尿病の薬物療法を行っている者は10名で、その内訳はインスリンのみ5名、インスリン+GLP-1受容体作動薬+DPP-4阻害薬1名、インスリン+SGLT2阻害薬+DPP-4阻害薬+スルホニル尿素薬1名、チアゾリジン誘導体+ビグアナイト薬1名、チアゾリジン誘導体+ビグアナイト薬+SGLT2阻害薬+ α -グルコシダーゼ阻害薬1名、GLP-1受容体作動薬+スルホニル尿素薬+ビグアナイト薬+SGLT2阻害薬+ α -グルコシダーゼ阻害薬1名であった。食事療法のみを行っている者は1名であった。入院中に薬物療法に変更があった者は8名で、その内2名で薬物療法が中止に、4名でSGLT-2阻害薬が開始された。

2. 倫理的配慮

本研究は大阪暁明館病院研究倫理委員会の承認を得て（承認番号18-0002）、ヘルシンキ宣言の原則を遵守して行った。

3. 入院中の食事エネルギー給与量および摂取量

対象者全員の栄養補給は、経口栄養法で行った。入院中のエネルギー給与量は、患者個々の肥満、身体活動のレベルに応じて20~30kcal/kg 標準体重/日に設定した(日本糖尿病学会, 2019)。また、入院中の間食は禁止とした。エネルギー摂取量は、提供した食事エネルギーとカルテの経過記録に記載された主食とおかずの摂取割合から推定した。

4. 身体計測、体組成の測定

入院翌日~翌々日の間と退院前日~当日の間の2回、身長と体重の測定後に、InBody S10(株式会社インボディジャパン)を用いて脂肪重量、除脂肪重量、筋肉重量、体水分量(細胞内液量および細胞外液量)を5分間常温の環境下で安静仰臥位の姿勢で測定し、得られたデータを解析した。測定前には貴金属を身から取り外し、手掌と足底を電解ティッシュで十分に清拭した。

5. 早朝空腹時の安静時代謝エネルギー代謝量(REE)、呼吸商(RQ)の測定

入院翌日~翌々日と退院前日~当日の早朝空腹時(午前7時)に間接熱量測定計(有限会社アルコシステム)を用いて測定を行った。測定前には毎回5% CO₂ガスで校正を行った。測定は常温の環境下で安静仰臥位の姿勢で行い、呼吸は採気マスクで採集した。測定は15分行ったが、測定値が安定しない最初の5分間の測定値は使用せず、最後の10分間の測定値をもとに1日のREEに換算し、RQを算出した。

6. 臨床検査値

早朝空腹時血糖値は、早朝空腹時の安静時代謝量測定と同日の自己血糖測定 of データを使用した。それ以外は、入院時の静脈採血により得られたデータを使用した。評価項目は、赤血球数(RBC)、白血球数(WBC)、ヘモグロビン(Hb)、総蛋白(TP)、アルブミン(Alb)、ヘモグロビンA1c(HbA1c)、トリグリセリド(TG)、LDL-コレステロール(LDL-C)、HDL-コレステロール(HDL-C)、血中尿素窒素(BUN)、クレアチニン(Cre)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、アラニンアミノトランスフェラーゼ(ALT)、尿酸(UA)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)とした。また、推定糸球体濾過量(eGFR)は年齢とCreから以下の式で算出した(Matsuo et al., 2009)。

$$\text{男性} : 194 \times \text{Cre}^{-1.094} \times \text{年齢}^{-0.287}$$

$$\text{女性} : 194 \times \text{Cre}^{-1.094} \times \text{年齢}^{-0.287} \times 0.739$$

7. 統計解析

統計解析はEZR version1.54を用いて行った。入院時と退院前のデータの比較は、対応のある

t検定で行った。また、効果量の指標としてCohen's dを用いた。

結果

1. 患者の基本情報、臨床的背景

対象11名（男性6名、女性5名）の年齢 60.5 ± 10.8 歳（平均値 \pm 標準偏差、以下同）、身長 164.5 ± 10.7 cm、体重 89.2 ± 20.2 kg、Body mass index (BMI) 32.8 ± 6.0 kg/m²、入院時の体組成分析から転退院までの測定間隔は 11.2 ± 2.9 日であった。入院中の食事からの摂取エネルギー量は 1396 ± 236 kcal/日で、体重1kg当たりでは 23.4 ± 2.8 kcal/kg 体重/日であった（表1）。

入院時の臨床検査データでは、早朝空腹時血糖値 188.0 ± 80.3 mg/dl、HbA1c $10.6 \pm 2.9\%$ で9%以上の者が11名中9名と血糖コントロールは著しく不良であった。その他の検査値では、血清トリグリセリドが 187.2 ± 131.1 mg/dlと異常高値を示し、11名中7名が高トリグリセリド血症であった。その他の項目においては、異常値を示す項目はなかった（表2）。

表1. 対象者の入院時の基本情報、摂取エネルギー量

項目	値
対象者数 (男性/女性)	11 (6/5)
年齢	60.5 ± 10.8
身長 (cm)	164.5 ± 10.7
体重 (kg)	89.2 ± 20.2
BMI (kg/m ²)	32.8 ± 6.0
体組成の測定間隔 (日)	11.8 ± 2.9
摂取エネルギー量 (kcal/日)	1396 ± 236
体重当たりの摂取エネルギー量 (kcal/kg 標準体重/日)	23.4 ± 2.8

年齢、身長、体重、BMI、体組成の測定間隔、摂取エネルギー量のデータは平均値 \pm 標準偏差で示した。

表2. 対象者の入院時の臨床検査値

項目	値	項目	値
RBC (/mm ³)	502 ± 43	BUN (mg/dl)	11.5 ± 3.6
WBC (/mm ³)	7473 ± 1962	Cre (mg/dl)	0.7 ± 0.1
Hb (g/dl)	15.1 ± 1.1	eGFR (ml/min/1.73m ²)	78.2 ± 22.8
TP (g/dl)	7.1 ± 0.8	AST (IU/l)	29.5 ± 8.8
Alb (g/dl)	3.9 ± 0.3	ALT (IU/l)	35.7 ± 16.4
HbA1c (%)	10.6 ± 2.9	UA (mg/dl)	5.8 ± 1.6
TG (mg/dl)	187.2 ± 131.1	Na (mEq/l)	137.2 ± 4.0
LDL-C (mg/dl)	103.9 ± 43.8	K (mEq/l)	4.3 ± 0.4
HDL-C (mg/dl)	43.0 ± 14.3	CRP (mg/dl)	0.4 ± 0.5

データは全て平均値 \pm 標準偏差で示した。

2. 体組成分析

InBody による入院時および転退院時の体組成分析の結果を表3に示す。体重は入院時 $89.2 \pm 20.2\text{kg}$ に比べ、転退院前 $85.5 \pm 17.4\text{kg}$ と有意に低値であった ($p < 0.001$, 効果量 0.19)。体組成成分別にみると、除脂肪重量は入院時 $51.5 \pm 11.1\text{kg}$ に比べ、転退院前 $48.7 \pm 10.0\text{kg}$ と有意に低値であったが ($p < 0.001$, 効果量 0.26)、脂肪重量には有意な差が認められなかった ($p = 0.298$, 効果量 0.05)。また除脂肪重量の内訳で見ると、筋肉重量には有意な差が認められなかったもの ($p = 0.113$, 効果量 0.23)、体水分量は入院時 $38.0 \pm 8.2\text{kg}$ に比べ、転退院前 $36.0 \pm 7.4\text{kg}$ と低値の傾向にあった。 ($p = 0.005$, 効果量 0.25)。体水分量の内訳で見ると細胞外液量は入院時 $23.0 \pm 5.0\text{kg}$ に比べ、転退院前 $21.8 \pm 4.5\text{kg}$ と低値の傾向にあり ($p = 0.005$, 効果量 0.26)、細胞外液量も入院時 $14.9 \pm 3.2\text{kg}$ に比べ、転退院前 $14.2 \pm 2.9\text{kg}$ と低値の傾向にあった ($p = 0.007$, 効果量 0.23)。

次に、SGLT-2 阻害薬使用群と非使用群に分け、退院前の体水分量を評価すると、使用群 $41.0 \pm 3.4\%$ ($n = 4$)、非使用群 $43.4 \pm 7.7\%$ ($n = 7$) であった。

表3. 入院時および退院前の体重、BMI、除脂肪重量、筋肉重量、体水分量、細胞内液量、細胞外液量とそれらの変化量、変化率

	入院時	退院前	変化量	変化率(%)	入院時 vs 退院前	
					p 値	効果量
体重(kg)	89.2 ± 20.2	85.5 ± 17.4	-3.7 ± 1.8	-4.0 ± 1.7	<0.001	0.19
BMI(kg/m ²)	32.8 ± 6.0	31.4 ± 5.0	-1.4 ± 0.7	-4.1 ± 1.7	<0.001	0.25
除脂肪重量(kg)	51.5 ± 11.1	48.7 ± 10.0	-2.8 ± 2.4	-5.4 ± 5.0	<0.001	0.26
筋肉重量 (kg)	48.5 ± 10.5	46.0 ± 9.5	-2.5 ± 2.2	-5.2 ± 4.9	0.113	0.23
脂肪重量(kg)	37.6 ± 14.8	36.8 ± 12.5	-0.8 ± 2.1	-2.0 ± 8.3	0.298	0.05
体水分量(kg)	38.0 ± 8.2	36.0 ± 7.4	-2.0 ± 1.7	-5.1 ± 4.8	0.005	0.25
細胞内液量(kg)	23.0 ± 5.0	21.8 ± 4.5	-1.2 ± 1.1	-5.4 ± 5.0	0.005	0.26
細胞外液量(kg)	14.9 ± 3.2	14.2 ± 2.9	-0.7 ± 0.7	-4.7 ± 4.7	0.007	0.23

データは平均値 ± 標準偏差で示した。
効果量の指標にはCohen's dを用いた。

3. 早朝空腹時血糖値

早朝空腹時血糖値は、入院時 $188.0 \pm 80.3\text{mg/dl}$ に比べ、転退院前 $112.0 \pm 14.2\text{mg/dl}$ で有意に低値であり血糖コントロールが大きく改善した ($p < 0.001$, 効果量 1.38)。

4. 早朝空腹時の REE、RQ

早朝空腹時の REE (kcal/日) は、入院時と転退院前で有意な差が見られなかった ($p = 0.634$, 効果量: 0.11)。また、体重 1kg 当たりの安静時代謝量 (kcal/kg 体重/日) で比べても有意な差は見られなかった ($p = 0.136$, 効果量: 0.49)。RQ は、入院時と転退院前で有意な差は認められな

かった ($p = 0.136$, 効果量 0.26)。

表 4. 入院時および転退院前の早朝空腹時血糖値、安静時代謝量 (REE)、呼吸商 (RQ)

	入院時	退院前	入院前 vs	退院前
			p 値	効果量
空腹時血糖値(mg/dl)	188.0 ± 80.3	112.2 ± 14.2	0.008	1.38
REE(kcal/日)	2074 ± 448	2122 ± 393	0.633	0.11
REE(kcal/kg体重/日)	23.5 ± 2.8	25.4 ± 4.5	0.136	0.49
RQ	0.76 ± 0.04	0.77 ± 0.05	0.136	0.26

データは全て平均値 ± 標準偏差で示した。
効果量の指標にはCohen's dを用いた。

考察

体組成測定の標準の測定法である DEXA 法と BIA 法での測定値を比較し、相関、絶対値を評価した研究は多数報告されており、対象の疾患、年齢層、人種により結果が異なる (Demura et al, 2004, Faria et al, 2014, Jensky-Squires et al, 2008, Kim et al., 2011, Kriemler et al, 2009, Lim et al., 2009, Malavolti et al, 2003, Medici et al., 2005, Shafer et al., 2009, Steihaug et al., 2016, 西内他, 2020)。肥満者または糖尿病患者を対象とした BIA 法の精度評価に関する研究では、超高度肥満のブラジル人において DEXA 法に比べ脂肪重量を過小評価し、除脂肪重量を過大評価する傾向が報告されている (Faria et al., 2014)。また、韓国人の健常者においてやせ型の男性では体脂肪率を過大評価し、肥満女性では体脂肪率を過小評価する傾向が見られている (Kim et al., 2011)。逆にアメリカ人の健常者において非肥満者で体脂肪率を過小評価し、肥満者で過大評価する傾向にあることが報告されている (Shafer et al., 2009)。また、本邦の肥満糖尿病患者を対象とした研究報告においても DEXA 法に比べ BIA 法で体脂肪量を過小評価する可能性が示されており、BIA 法により得られた絶対値の精度は一定ではない (西内他, 2020)。そのため、肥満糖尿病患者を対象とした本研究においても体組成を過大もしくは過小評価している可能性がある。

本研究におけるエネルギー出納と脂肪重量の変化の関係をみると、まず入院中の平均摂取エネルギー量は 1396 ± 236 kcal/日で、REE は入院時 2050 ± 448 kcal/日、退院前 2122 ± 393 kcal/日であり、REE にも満たない負のエネルギー出納であった。脂肪組織を 1kg 減少させるためには、脂肪組織は約 80% の脂肪を含有していることから約 7200 kcal のエネルギーの消費が必要とされており、理論的にはエネルギー出納から 1 日中安静状態であっても約 90g/日の脂肪組織の減少が見込め、身体活動やストレスを考慮するとそれ以上の減少となる。しかしながら、2 回の体組成測定の間隔が 11.8 ± 2.9 日であったものの有意な脂肪重量の減少は認められなかった。この

ことは405kcal/日の超低エネルギー食ダイエットを4日間続けた結果、減少した体重の3~4kgが水で脂肪はほとんど減少しなかったという本研究よりも短期間かつ厳しいエネルギー制限による研究と同様の結果であった (Kreitzman et al., 1992)。そのため、数日間のエネルギー制限ではその程度に関係なく脂肪重量の減少に繋がりにくいことが示唆された。一方で、この結果は、摂取エネルギー量の評価の精度に起因する可能性も考えられる。本研究では、摂取エネルギー量の評価は提供した食事エネルギーとカルテに記載された主食とおかずの摂取割合から推定しているため、特におかずは同じ料理であっても、残食があれば摂取した食品の種類と量によって実際の摂取エネルギー量との間に差が生じる。提供した食事を全量摂取できない対象者も存在したため、この影響もあったと考えられる。次に、教育入院では、間食の摂取は禁止しているが、間食の有無は対象者の申告に基づくため、摂取エネルギー量を過少評価している可能性もある。以上のことから、エネルギー出納と体組成の変化との関係を正しく評価できていない可能性がある。

体水分量が減少した原因としては、1日の食品からの摂取水分量は健常者では摂取水分量全体の半分程度を占めることから、食事制限に伴う水分摂取量の減少が考えられる。このことは、超低エネルギー食ダイエットを用いた研究において水分量が大きく減少した理由の1つでもであると考えられる (Kreitzman et al., 1992)。ただ、我々の研究では体水分量は有意に減少したものの効果量は小さく、臨床的な影響はほとんどないものと思われる。

SGLT2 阻害薬は、腎近位尿細管からのグルコースの再吸収を阻害することで、血糖降下作用を発揮するが、浸透圧利尿作用により尿量が増加することから脱水が副作用として報告されている。SGLT2 阻害薬使用者4名と非使用者7名の退院時の体水分率を比較すると、対象者が少ないため統計学的処理は行っていないが、SGLT2 阻害薬使用者の方が低い傾向にあった。先行研究においても、体水分量は減少することが報告されている (川田他, 2019)。

筋肉重量は、入院時と退院前との間で有意な差を認めなかった。教育入院中の糖尿病患者の筋肉重量を評価した研究においても10日間で有意な筋肉重量の変化は認められず、本研究の結果と一致している (岡田他, 2004)。一方で、骨格筋量が有意に減少したという報告もある (玉井他, 2020)。この研究の対象者の年齢層や身体活動レベルは我々の研究と大差はないが、結果が異なった理由として、1つ目に平均入院期間が22.8日と我々の研究の倍近い研究期間であったこと、2つ目に入院期間中の骨格筋量の減少幅が我々の研究に比べて小さいが、対象者数が356人と規模が大きいために統計学的に有意になったと考えられる。本研究の対象者のADLは全員自立しているが、運動療法の強化は行っていなかったため、筋肉重量に変化を認めなかったのは妥当な結果であると考えられる。

本研究の限界として、研究期間中に対象の基準を満たす新規の糖尿病教育入院の患者が少なかったため対象者数が小さく、検定結果の信頼性が低いことが挙げられる。単一施設で多くの新規患者のデータを収集するには限界があり、今後は多施設共同研究を今回の結果をもとに適切

な対象者数を設計した上で実施したい。

本研究では、血糖コントロール目的で教育入院となった肥満2型糖尿病患者の入院時と退院前の体組成測定を行い治療効果の評価を行った。その結果、入院時に比べ退院前で体重、除脂肪重量、体水分量、細胞外液量、細胞内液量は有意に減少したが、脂肪重量、筋肉重量には有意な差が見られなかった。以上の事から、肥満2型糖尿病患者の教育入院期間中の体重減少は体水分量の減少によるものであり、体重のみで治療効果の評価をするのではなく、体組成の測定を行い各組成の変動を評価することが重要であること、短期間の治療では脂肪重量の減少につながりにくいことが示唆された。

文献

- Cha, K., Chertow, G. M., Gonzalez, J. et al., 1995. Multifrequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. *J Appl Physiol* 79:1316-1319.
- Demura, S., Sato, S., Kitabayashi, T., 2004. Percentage of total body fat as estimated by three automatic bioelectrical impedance analyzers. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 23:93-99.
- Faria, S. L., Faria, O. P., Cardeal, M. D. et al., 2014. Validation study of multi-frequency bioelectrical impedance with dual-energy X-ray absorptiometry among obese patients. *Obes Surg* 24:1476-1480.
- Jensky-Squires, N. E., Dieli-Conwright, C. M., Rossuello, A. et al., 2008. Validity and reliability of body composition analysers in children and adults. *Br J Nutr* 100:859-865.
- Kim, H., Kim, C., Kim, D. et al., 2011. External cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in Korean adults. *Nutr Res Pract* 5:246-252.
- Kreitzman, S. N., Coxon, A. Y., Szaz, K. F., 1992. Glycogen storage: illusions of easy weight loss, excessive weight regain, and distortions in estimates of body composition. *Am J Clin Nutr* 56:292S-293S.
- Kriemler, S., Puder, J., Zahner, L., 2009. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in a representative sample of 6- to 13-year-old children. *Eur J Clin Nutr* 63:619-626.
- Lim, J. S., Hwang, J. S., Lee, J. A. et al., 2009. Cross-calibration of multi-frequency bioelectrical impedance analysis with eight-point tactile electrodes and dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in healthy children aged 6-18 years. *Pediatr Int* 51:263-268.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M. et al., 2003. Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol* 30:380-391.
- Matsuo, S., Imai, E., Horio, M. et al., 2009. Revised equations for estimated GFR from serum

- creatinine in Japan. *Am J Kidney Dis* 53:982-992.
- Medici, G., Mussi, C., Fantuzzi, A. L. et al, 2005. Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *Eur J Clin Nutr* 59:932-937.
- Shafer, K. J., Sider, W. A., Johnson, L. K. et al., 2009. Accuracy of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. *Nutrition* 25:25-32.
- Steihaug, O. M., Gjesdal, C. G., Bogen, B. et al., 2016. Identifying Low Muscle Mass in Patients with Hip Fracture: Validation of Bioelectrical Impedance Analysis and Anthropometry Compared to Dual Energy X-ray Absorptiometry. *J Nutr Health Aging* 20:685-690.
- 岡田節朗, 高橋博幸, 2004. 糖尿病教育入院の体組成変化の評価-インボディの結果から-. *新潟医学会雑誌* 118:652-653.
- 川田剛裕, 家光浩太郎, 朝倉太郎他, 2019. 日本人2型糖尿病患者に対するイブラグリフロジン投与52週間の有効性と安全性に関する前向き介入研究. *糖尿病* 62:649-658.
- 玉井由美子, 小倉雅仁, 幣憲一郎他, 2020. 糖尿病患者の入院による骨格筋量の変化. *日本病態栄養学会誌* 23:253-260.
- 西内智子, 船越生吾, 平野世紀他, 2020. 当院の糖尿病患者におけるInBody[®]を用いたインピーダンス(BIA)法による体組成測定の精度の検討. *日本病態栄養学会誌* 23:85-91.
- 日本糖尿病学会, 2019. *糖尿病診療ガイドライン2019*. 南江堂. 35.