

## 麻酔導入時の循環動態と体組成成分との関連性

内 海 功 ハシチウオヴィッチ トマシユ

東京慈恵会医科大学麻酔科学講座

(受付 2022年7月15日 / 受理 2023年3月14日)

### RELATIONSHIP BETWEEN BODY COMPOSITION AND CIRCULATORY DYNAMICS CAUSED BY INDUCTION OF ANESTHESIA.

Isao UTSUMI and Tomasz HASCILOWICZ

*Department of Anesthesiology, The Jikei University School of Medicine*

Background: Bioelectrical impedance analysis is a commonly used method of estimating body composition. Recently developed analyzers allow for body composition to be accurately and quickly evaluated. The aim of the present study was to examine whether preoperative body composition is related to the extent of changes of heart rate (HR) and blood pressure (BP) after anesthesia is induced.

Material and Methods: Patients aged 18 to 70 years and without underlying disease who underwent endoscopic sinus surgery were enrolled after providing informed consent. In all patients, body composition was preoperatively measured with a multifrequency bioelectrical impedance analysis device (InBody 720, Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea). Because body composition is related to a person's sex, the patients were divided into groups of men and women which were compared. The HR and mean BP were measured before anesthesia was induced, and 5 minutes after rocuronium was injected the relationship between changes of circulatory dynamics and preoperative body composition was examined. The Mann-Whitney U test and multiple regression analysis were used to predict the mean rate of BP change on the basis of sex, age, body mass index, and all measured body composition components;  $p < 0.05$  was considered significant.

Results: A total of 125 patients were enrolled. The rates of decreases of HR and mean BP before and 5 minutes after anesthesia was induced differed significantly between men and women ( $p < 0.01$ ). Body composition and changes in HR rate were not correlated. Multiple regression analysis to predict the mean BP change rate on the basis of sex, age, body mass index, and all body composition components showed that prediction was added to significantly by sex and age for all patients ( $p < 0.01$ ), by age for male patients ( $p < 0.01$ ), and by age and percentage of body fat for female patients ( $p < 0.01$ ).

Conclusion: The prediction of mean BP was significantly added to by sex and age for all patients and for age and body fat percentage for female patients. The results of this study suggest that preoperative analysis of body composition components should be performed for female patients and provides useful information when assessing potential causes of hypotension after anesthesia is induced.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2023;138:1-8)

Key words : bioelectrical impedance analysis, body composition, body fat, induction of anesthesia

#### I. 緒 言

薬物動態に影響する因子はさまざまであるが、その一つに体脂肪がある。体脂肪率により静脈麻酔薬の薬物動態が変化することは知られており、

鎮静に必要なプロポフォール投与量は総体重ではなく除脂肪体重に比例し<sup>1)2)</sup>、実体重を基準としてレミフェンタニルを投与すると肥満症例では血中濃度が高くなるため過量になることなどが報告されている<sup>3)</sup>。そのため、実体重ではなく、理想

体重、もしくは除脂肪体重に基づいた薬剤投与が勧められている。しかし、今までは測定機器が大きい、測定時間が長いなどから、通常の臨床での全症例での測定は困難であった。

近年、体組成分析法（BIA：Bioelectrical Impedance Analysis）が進歩したことで、簡便に短時間で非侵襲的に、安定した体組成成分が測定、分析できるようになり<sup>4)</sup>、「体脂肪率」「体筋肉率」「体水分率」「細胞内水分率」「細胞外水分率」などの体組成成分を容易かつ精密に分析することが可能となったが、体組成測定は手術前の標準検査にはなっていないことが多い。

今回、手術直前に測定した患者の体組成成分が、麻酔導入薬投与後の循環動態の変動に関連する要因となるか調べることにした。全身麻酔導入時に使用する薬剤は循環抑制作用が強いため血圧が低下することが多いが、血圧低下の程度は患者の年齢、合併症、体質などさまざまな要因に影響され、脱水状態では麻酔導入時に血圧が低下することは知られている<sup>5)</sup>。

麻酔導入時の循環動態変動は麻酔管理中における大きなイベントの一つであり、予測できない重度低血圧は麻酔管理のリスクが高くなる<sup>6)</sup>。また、周術期の低血圧は術後の長期入院や、死亡率と相関することが報告されている<sup>8)</sup>。手術患者の体組成成分が麻酔導入時の循環動態変動の要因であるならば、体組成成分から事前に血圧低下を予測し対応することが可能となる。

今まで、基礎疾患のない症例において、体組成成分の循環動態への影響は調べられていない。本研究では、手術直前に基礎疾患のない患者の体組成成分を測定し、総体重で計算された麻酔導入薬剤量を投与したときに起こる心拍低下率、平均血圧低下率が年齢、Body Mass Index（BMI）、体脂肪率、体水分率、体筋肉率、細胞内水分率、細胞外水分率と相関すると仮説し検討した。

## II. 対象と方法

この研究は前向き観察研究であり、本研究は東京慈恵会医科大学倫理委員会の承認を受けている[承認番号25-128（7263）2013年9月2日]。この研究における利益相反はなかった。

### 1. 研究デザイン

本研究は単一施設による前向き観察研究である。

### 2. 対象

対象は2013年9月から2016年10月に東京慈恵会医科大学附属病院もしくは東京慈恵会医科大学附属第三病院の耳鼻咽喉科で内視鏡下副鼻腔手術の手術を受けた年齢18歳から70歳までの基礎疾患のない（American Society of Anesthesiology – physical status I : ASA-PS I）患者とした。全ての患者は、手術2時間前まで口渇に合わせ経口補水液の飲水可能とした。対象除外は、インフォームド・コンセントが得られない症例、BIA法使用禁忌の症例（体内に金属物が入っている症例、妊娠またはその可能性がある症例）とした。

### 3. 方法

患者へのインフォームド・コンセントは本研究責任者から行われ、同意説明書に基づき、術前の麻酔科訪問後に研究内容と安全性（予想される有害事象と対策）に対する説明が行われ、研究同意のための説明書の配布と書面での同意を取得した。同意を得られた場合も手術当日に再確認をした。

同意を得られた患者は、麻酔導入前に手術室にて体組成分析装置上に起立し両手のグリップを握った状態で約2分間の測定を行った。次に、手術台に仰臥位後に点滴ルートを確認し、安静状態を維持している間に晶質液（乳酸リンゲル液もしくは酢酸リンゲル液）を4 ml/kgを10分間で投与した後、術前の標準モニタリングである非観血的血圧（上腕）、胸部心電図モニター、酸素飽和度モニター、脳波（Bispectral index : BIS）モニターを装着し測定した。その後の輸液速度は3 ml/kg/hrで持続投与とした。

Fig. 1に簡易プロトコルを示す。麻酔導入はプロポフォールを1.5 mg/kg、フェンタニルを2.5  $\mu$ g/kgを同時投与し、呼吸停止後にロクロニウムを0.6 mg/kg投与した。心拍数、血圧は、プロポフォール投与前と、投与後は2.5分間隔で継続測定し記録した。呼吸停止後は100 %酸素6 L、セボフルラン1.5 %で呼吸回数10回/minで、気道内圧は20 mmHg以下になるようマスク換気をした。

麻酔導入2.5分後の平均血圧が40 mmHgを下回

り昇圧剤が必要となった場合、プロポフォール投与後1分以降でBIS値が60以上の場合は十分な鎮静が得られない可能性を考慮し、この臨床研究からは除外した。

使用した体組成分析装置 (InBody 720, Biospace, Japan) は、6種類の周波数 (1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1000 kHz) で5つの部位 (右腕, 左腕, 体幹, 右脚, 左脚) から生体組織の電気抵抗値 (生体インピーダンス) を測定するもので<sup>4)9)</sup>, 年齢, 性別による統計補正などはせず, 電流を流した際に測定される電気抵抗値・身長・体重の情報のみで測定値を算出するものである (測定時間約60秒). 測定値から体組成成分 (体脂肪率, 体筋肉率, 体水分率, 細胞内水分率, 細胞外水分率) を算出した。

4. 統計・分析

体組成成分の性差は知られており<sup>10)</sup>, 本研究では初めから対象者を全症例とは別に男性群と女性群の2群にも分けて評価することとした. 年齢, BMI, 体組成成分, 麻酔導入前の心拍数, 平均血圧は全症例, 男性群, 女性群それぞれのデータを中央値および四分位範囲 (Interquartile Range; IQR) で表し, 性別間の比較をMann-WhitneyのU検定で検出した。

循環動態変動率は, 麻酔導入前と麻酔導入薬投与5分後の心拍数, 平均血圧を比較し, それぞれの変化率は, (導入前値 - 導入5分後値) / 導入前値 × 100とした. 算出された心拍数変化率と平

均血圧変化率を目的変数とし, 性別, 年齢の違いを交絡因子とし, 性別, 年齢, BMI, 体組成成分 (体脂肪率, 体筋肉率, 体水分率, 細胞内水分率, 細胞外水分率) を説明変数として, ステップワイズ法による階層的重回帰分析を行った. 加えて, 性別ごとに年齢の違いを交絡因子として補正した上で, 同様な分析を行った。

統計解析は統計ソフトIBM SPSS Statistics 28.0 for Windows / IBM Corporation (Chicago, IL, USA) を用い, 統計的検定の有意水準を0.05とした。

III. 結 果

対象症例は126症例で男性75名, 女性51名であった. その中で男性1名のみが, 導入1分後のBIS値が60以下まで低下しなかったため除外となった. 導入後5分以内の平均血圧が40 mmHg以下になり昇圧剤を必要とした症例はなかった。

患者背景をTable 1に示す. 男性群, 女性群では年齢以外の, BMIを含めた体組成成分 (体脂肪率, 体筋肉率, 体水分率, 細胞内水分率, 細胞外水分率) は全ての項目において2群間に有意差を認めた (p<0.001). 一方, 導入前の心拍数 (Heart Rate: HR), 平均血圧 (mean Blood Pressure: mBP) においては男性群, 女性群の間に有意差は認められなかった。

導入前と麻酔導入薬投与5分後の心拍数と平均血圧の変化をFig. 2, 3に示す. 心拍数変化率の中央値 (IQR) は, 男性群-5.2% (10.58), 女性群

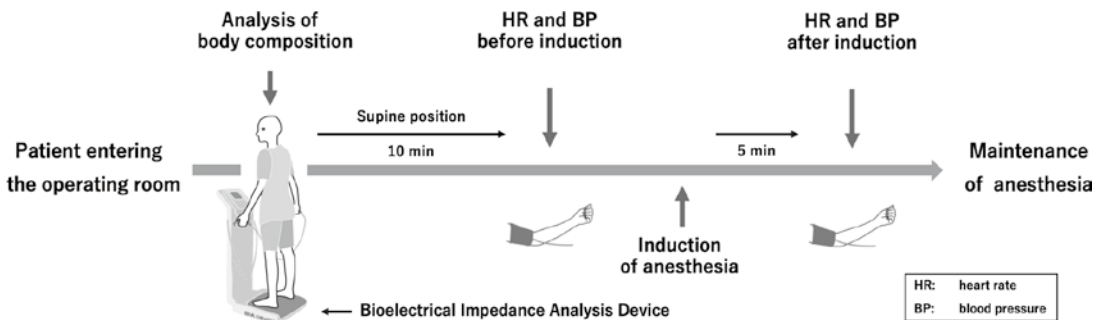


Fig. 1. Study Protocol

In all patients, body composition was preoperatively measured using a multifrequency BIA device (InBody 720, Biospace, Japan). Just before induction of anesthesia and after obtaining the baseline BP, patients were randomly given 4ml/kg of either lactate Ringer's solution for 10 min. Then, they were induced with propofol 1.5 mg/kg IV, fentanyl 2.5 μg/kg IV and rocuronium 0.6 mg/kg IV, and anesthesia was maintained under 100% oxygen. Blood pressure was recorded every minute for 2.5 minutes after propofol administration.

Table 1. Patients' demographic data

Data are presented as Median and interquartile range (IQR). Gender differences were found in body mass index and all body composition components. There was no gender difference in heart rate and mean blood pressure before induction of anesthesia.

	All	Men	Women	P Value
	N	125	74	
Age	42.0 (10.5)	41.5 (10.1)	43.0 (11.5)	0.177
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	21.8 (1.7)	22.8 (1.2)	20.3 (1.8)	<0.001
Body Fat (%)	22.9 (3.9)	19.4 (3.8)	25.2 (4.1)	<0.001
Body Muscle (%)	72.9 (4.2)	76.3 (3.4)	70.5 (3.9)	<0.001
Total Body Water (%)	56.6 (3.2)	59.1 (2.7)	54.9 (2.9)	<0.001
Intracellular Water (%)	35.5 (2.2)	37.0 (1.2)	33.9 (1.7)	<0.001
Extracellular Water (%)	21.2 (1.0)	22.2 (1.0)	20.7 (1.0)	<0.001
Heart rate (bpm)	66.0 (8.5)	68.0 (9.1)	71.0 (9.0)	0.101
Mean Blood Pressure (mmHg)	87.0 (19.0)	96.5 (10.1)	94.0 (8.0)	0.343

-12.4 % (7.4), また平均血圧変化率では, 男性群 -29.8 % (8.2), 女性群は -38.0 % (8.0) であり, それぞれ男女間において有意差を認めた ( $p < 0.05$ ).

全症例の心拍数変化率を結果変数として, 性別, 年齢, BMI, 体組成成分を説明変数とした重回帰分析では, 有意な結果は得られなかった. 一方, 全症例の平均血圧変化率を結果変数として, 性別, 年齢, BMI, 体組成成分を説明変数とした重回帰分析を Table 2 に示す. Durbin-Watson 比は 2.007 であり残差の独立性を認め, 許容値は 0.1 以上であり多重共線性は認められず, 平均血圧変化率の重回帰モデルでは,  $F(2, 122) = 22.841$  ( $p < 0.01$ ),  $\text{adjusted } R^2 = 0.261$  であり統計的有意性を認めた. BMI, 体組成成分では有意な結果は得られなかったが, 性別と年齢は, 統計的に有意であった ( $p < 0.01$ ).

次に性別ごとに, 平均血圧低下率を結果変数として, 年齢, BMI, 体組成成分を説明変数とした重回帰分析を, 男性群は Table 3, 女性群は Table

4 に示す.

男性群では Durbin-Watson 比は 2.367 であり残差の独立性を認め, 許容値は 0.1 以上であり多重共線性は認められず, 重回帰モデルでは,  $F(1, 72) = 14.35$  ( $p < 0.01$ ),  $\text{adjusted } R^2 = 0.154$  であり統計的有意性を認め, 年齢においてのみ統計的に有意であった ( $p < 0.01$ ).

女性群では Durbin-Watson 比は 1.813 であり残差の独立性を認め, 許容値は 0.1 以上であり多重共線性は認められず, 重回帰モデルでは,  $F(2, 48) = 17.043$  ( $p < 0.01$ ),  $\text{adjusted } R^2 = 0.391$  であり統計的有意性を認め, 年齢と体脂肪において, 統計的に有意であった ( $p < 0.01$ ).

#### IV. 考 察

麻酔導入時の血圧低下事象は, 術後の長期入院や死亡率と相関し<sup>8)11)</sup>, 麻酔全身管理においてもリスクが高くなる<sup>2)5)12)</sup>. 過去の報告では血圧低下因子として, 高齢者, 重度の全身疾患を有する

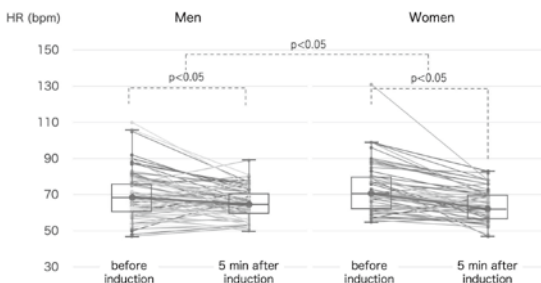


Fig. 2. Heart Rate (HR) change rate  
The difference in the decrease of heart rate between men and women before induction of anesthesia and 5 minutes after the induction was statistically significant ( $p < 0.05$ ).

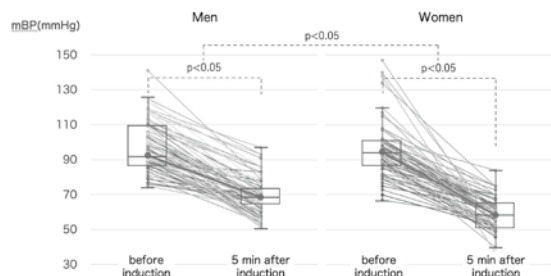


Fig. 3. Mean Blood Pressure (mBP) change rate  
The difference in the rate of decrease in mean blood pressure between men and women before induction of anesthesia and 5 minutes after induction was statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Table 2. The results of multiple linear regression analysis for mean blood pressure change rate for all patient

A multiple regression was run to predict mBP change rate from sex, age, BMI and all body composition components. The multiple regression model significantly predicted mBP change rate,  $F(2,122) = 22.841$ ,  $P < 0.01$ , adjusted  $R^2 = 0.261$ . Sex and ages variables added significantly to the prediction,  $p < 0.01$ . Regression coefficients and collinearity statistics can be found in Table 2.

variable	Unstandardized coefficients			Standardized coefficients	Collinearity statistics	P value
	B	95% confidence interval	SE B	$\beta$	VIF	
Sex	4.642	0.872-8.413	1.905	0.190	1.015	<0.01
Age	0.404	0.270-0.538	0.068	0.464	1.015	<0.01
Bodu Mass Index	—	—	—	0.019	1.171	0.82
Body Fat	—	—	—	0.105	1.537	0.28
Body Muscle	—	—	—	-0.056	1.319	0.53
Total Body Water	—	—	—	-0.062	1.303	0.48
Intracellular Water	—	—	—	-0.074	1.399	0.420
Extracellular Water	—	—	—	-0.043	1.164	0.610

N = 125    Adjusted  $R^2 = 0.261$     Durbin-Watson = 2.007     $F(2,122) = 22.841$  ( $p < 0.01$ )    VIF : variance inflation factor

Table 3. The results of multiple linear regression analysis for mean blood pressure change rate for men

A multiple regression was run to predict mBP change rate from age, BMI and all body composition components. The multiple regression model significantly predicted mBP change rate,  $F(1,72) = 14.35$ ,  $P < 0.01$ , adjusted  $R^2 = 0.154$ . Ages variables added significantly to the prediction,  $p < 0.01$ . Regression coefficients and collinearity statistics can be found in Table 3.

variable	Unstandardized coefficients			Standardized coefficients	Collinearity statistics	P value
	B	95% confidence interval	SE B	$\beta$	VIF	
Age	0.342	0.162-0.521	0.090	0.407	1.000	<0.01
Bodu Mass Index	—	—	—	-0.107	1.035	0.332
Body Fat	—	—	—	-0.106	1.128	0.356
Body Muscle	—	—	—	0.084	1.096	0.460
Total Body Water	—	—	—	0.088	1.085	0.437
Intracellular Water	—	—	—	0.068	1.138	0.556
Extracellular Water	—	—	—	0.119	1.021	0.278

N = 74    Adjusted  $R^2 = 0.154$     Durbin-Watson = 2.367     $F(1,72) = 14.35$  ( $p < 0.01$ )    VIF : variance inflation factor

Table 4. The results of multiple linear regression analysis for mean blood pressure change rate for women

A multiple regression was run to predict mBP change rate from age, BMI and all body composition components. The multiple regression model significantly predicted mBP change rate,  $F(1,72) = 14.35$ ,  $P < 0.01$ , adjusted  $R^2 = 0.154$ . Ages variables added significantly to the prediction,  $p < 0.01$ . Regression coefficients and collinearity statistics can be found in Table 3.

variable	Unstandardized coefficients			Standardized coefficients	Collinearity statistics	P value
	B	95% confidence interval	SE B	$\beta$	VIF	
Age	0.412	0.218-0.607	0.097	0.479	1.039	<0.01
Bodu Mass Index	—	—	—	-0.155	2.091	0.337
Body Fat	0.879	0.309-1.449	0.284	0.349	1.039	<0.01
Body Muscle	—	—	—	0.230	3.579	0.275
Total Body Water	—	—	—	0.194	3.762	0.371
Intracellular Water	—	—	—	0.157	3.408	0.446
Extracellular Water	—	—	—	0.221	4.144	0.330

N = 51    Adjusted  $R^2 = 0.391$     Durbin-Watson = 1.813     $F(2,48) = 17.043$  ( $p < 0.01$ )    VIF : variance inflation factor

患者，女性，術前輸液量，下大静脈径などが報告されている<sup>13)14)</sup>。このような事前情報があることで，麻酔科医は薬剤の種類，薬剤投与量を決めることができ，血圧低下予防もしくはその対応準備ができる。

例えば，プロポフォールの麻酔導入に必要な薬剤投与量は，体重ではなく脂肪量を除いた除体脂肪体重であることが報告されている<sup>1)15)</sup>。しかし，周術期のために術前に体脂肪率が測定されることは少なく，習慣的に体重により薬剤投与量が決め

られることがほとんどである。本研究では、このように体重により決められた薬剤投与量で麻酔導入された場合に、体脂肪などの体組成成分が血圧低下の予測因子となるのであれば、上記に加え重要な術前情報となると考え、体組成成分が麻酔導入前後の循環動態変動と関連があると仮定し検討することとした。

体組成成分分析は、従来、正確に計測する方法としてX線を用いたDual energy X-ray Absorptiometry (DXA) 法が使用されていたが、被曝量、計測の時間の長さに加え広い場所を必要とし容易に測定できるものではなかった。しかし本研究で使用したBIA法の技術は近年急速に進歩しており、麻酔導入直前に約60秒という短時間で安定した体組成測定が可能となっている。体組成成分はFig. 4に示すように、基本的に2コンパートメントモデルとして体脂肪量と除脂肪量で表されるが、BIA法では4コンパートメントモデルを利用して分析することができる。除脂肪量は蛋白量、体水分量、ミネラルで構成され、その中の体水分量は細胞内水分量、細胞外水分量である。筋肉量は蛋白量、体水分量、ミネラルの一部で構成されている。

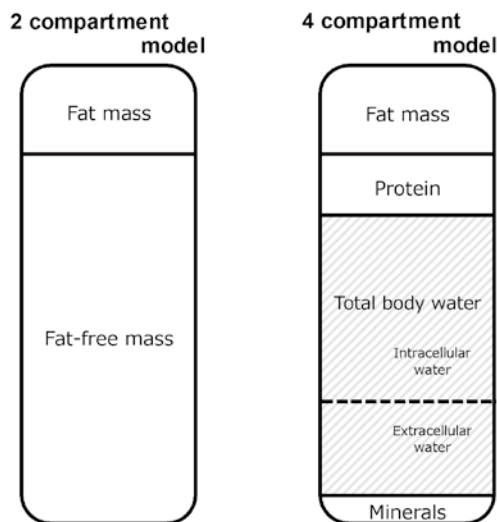


Fig. 4. Compartment Model of Body Composition (Modified from Reference 9)

The left figure depicts the basic two-compartment model that is based on the fat mass and lean body mass. The right figure depicts the molecular model that divides the body compartments according to the mineral content, protein, lipid (fat) and water contents.

この体組成成分には性差があることが知られている<sup>10)</sup>。生物学的性差として、男性よりも女性では体脂肪率が高く、体筋肉率が低い。要因としては、エストロゲンやテストステロンなどのホルモンバランスの違いが報告されている<sup>16)</sup>。そのため本研究では全症例の検討に加え、対象者を男性群と女性群に分けて比較検討することとした。本研究結果 (Table 1) から、性別間の体組成成分は体脂肪率、体筋肉率、体水分率、細胞内水分率、細胞外水分率の全ての測定値で有意差が認められた。循環動態変動では、女性群では男性群よりも心拍数、平均血圧ともに低下率が高く (Fig. 2, 3)、全症例における重回帰分析では、平均血圧低下率と性別との相関性が強く認められた (Table 2)。将来の研究においても体組成成分を使用して比較する場合は、性別で分ける必要があると考えられる。

体脂肪率は薬物動態に影響することが知られている。基礎疾患のない症例では同体重であっても体脂肪率が高いと相対的に体水分率は低くなり、循環血液量は相対的に少なくなる。そのため総体重を基準として計算された薬剤量では脂肪率が高いと、薬剤投与直後の薬物血中濃度は一時的に高くなる。加えて体脂肪率は薬物動態を考える上で必要な薬物コンパートメントモデルにも影響する。薬剤コンパートメントモデルとは、薬剤分布を血流量の多い中枢分画 (肝臓、腎臓や肺) と血流量の少ない末梢分画 (脂肪組織など) に分け、中枢分画に投与された薬物が末梢分画に移行し、両分画の間で平衡が保たれている、という考え方である。脂溶性の高い薬物は末梢の脂肪組織に移行しやすく、薬剤分布容積が増大することとなる。他にも、体脂肪率増加による心拍出量の増加や血漿タンパク質結合の変化などが、麻酔薬の薬物動態に影響を与える要因となる<sup>17)</sup>。具体的には、意識消失に必要なプロポフォール投与量は体脂肪率に相関することが報告されており<sup>11)15)</sup>、上記に示した要因が影響しているものと考えられている。

本研究の結果では、男性群よりも女性群において心拍数、平均血圧それぞれの低下率が大きく、プロポフォール投与による血圧低下の要因の一つが女性であるという過去の報告と一致していた<sup>11)14)15)</sup>。全症例と男性群における重回帰分析では、循環動態変動と体組成成分との相関性を認めなかった

が、女性群においてのみ体脂肪率が平均血圧低下率に影響を及ぼすという結果になった。これは、体組成分析結果は女性の麻酔導入時血圧低下の予想因子として有用性があることを示唆している。

また、全症例、男性群、女性群それぞれにおいて年齢と平均血圧低下率で相関関係を認めた。これは過去の報告と一致していた<sup>13)14)</sup>。年齢を重ねることで体脂肪率が増加していることも予想されたが、今回の結果からは年齢と体重の相関性は認められなかった。要因の一つとしては年齢による血管コンプライアンスの低下などが考えられた。

本研究の対象症例はBMI 30 kg/m<sup>2</sup>以下の基礎疾患のない健常者であった。肥満(BMI 30 kg/m<sup>2</sup>以上)と心血管疾患との関連は多数報告されており<sup>18)19)</sup>、麻酔導入時の血圧低下の要因となるが、肥満患者の体脂肪率との相関性は報告されていない。BMI だけでは、体脂肪量と除脂肪体重の区別はできないため、今回は女性だけであったが体脂肪率と麻酔導入時の血圧低下との相関を認めたことの意義は大きく、今後は男女ともにBMI 30 kg/m<sup>2</sup>以上の肥満患者に対しても体組成成分と循環動態変動の分析をする必要があると考えられる。

本研究の限界を示す。BIA法の結果は、環境、民族性、月経周期の段階と基礎疾患などの要因によって影響されると報告されている<sup>20)–22)</sup>。今回の研究では、対象者はすべて日本人であった。環境においては同手術で前日から病院に入院しており、基礎疾患はないため、ほぼ同じ条件で実施できていたが、女性群において月経周期については調査していない。

また、術前脱水が影響しないようにするため、手術2時間前まで経口補水の摂取を可とした。本研究対象者では入室時に口渴を訴える症例はなく、体水分率、細胞内水分率、細胞外水分率が基準値より低いなどの脱水状態を示す数値は認めなかったが、それぞれの飲水量は測定しておらず比較できていない。導入前の緊張により通常よりも高血圧を示す症例も除外しなかった。

また、今回は導入時の循環動態変動を観察したのみである。麻酔導入十分量であることはBISモニターで確認したが、麻酔導入必要最小量としての側面では確認していない。

## V. 結 語

基礎疾患のない症例における麻酔導入前の体組成成分と、麻酔導入時の循環動態との相関性を調査した。体組成成分は体脂肪率、体水分率、体筋肉率、細胞内水分率、細胞外水分率の全ての項目において、男性群と女性群の2群間において有意差を認めた。心拍数、平均血圧の低下率はどちらも、男性群よりも女性群で大きかった。麻酔導入薬投与後の心拍数低下率では相関性を認める因子はなかったが、平均血圧低下率においては、全症例では性別と年齢、男性群では年齢、女性群では年齢と体脂肪率が相関性を示していた。本研究で得られた知見は、術前の体組成成分の分析の必要性を示唆しており、麻酔導入薬による血圧低下を考慮する上で有益な情報になると考える。

### 著者の利益相反 (conflict of interest : COI) 開示 :

本論文の研究内容に関連して特に申告なし

## 文 献

- 1) Chassard D, Berrada K, Bryssine B, Guiraud M, Bouletreau P. Influence of body compartments on propofol induction dose in female patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1996; 40: 889–91.
- 2) Ingrande J, Brodsky JB, Lemmens HJ. Lean body weight scalar for the anesthetic induction dose of propofol in morbidly obese subjects. *Anesth Analg.* 2011; 113: 57–62.
- 3) Egan TD, Huizinga B, Gupta SK, Jaarsma RL, Sperry RJ, Yee JB, et al. Remifentanyl pharmacokinetics in obese versus lean patients. *Anesthesiology.* 1998; 89: 562–573.
- 4) von Hurst PR, Walsh DCI, Conlon CA, Ingram M, Kruger R, Stonehouse W. Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis to estimate body fat percentage against air displacement plethysmography and dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutr Diet.* 2016; 73: 197–204.
- 5) 谷口英喜, 佐々木俊郎, 牧瀬杏子, 藤田久栄. 絶飲食期間を短縮した術前管理の提案—多周波数インピーダンス法を用いた体内水分量の検討から—。日臨麻会誌. 2010; 30: 383–92.
- 6) Weinger MB, Herndon OW, Zornow MH, Paulus MP, Gaba DM, Dallen LT. An objective methodology for task analysis and workload assessment in anesthesia providers. *Anesthesiology.* 1994; 80: 77–92.
- 7) Loeb RG. A measure of intraoperative attention to monitor displays. *Anesth Analg.* 1993; 76: 337–41.

- 8) Reich DL, Bodian CA, Krol M, Kuroda M, Osinski T, Thys DM. Intraoperative hemodynamic predictors of mortality, stroke, and myocardial infarction after coronary artery bypass surgery. *Anesth Analg*. 1999; 89: 814–22.
- 9) 山内健. BIAの原理と体組成評価. *外科と代謝・栄*. 2019; 53: 123–30.
- 10) 原田脩平, 佐野幸子, 井上貴裕. 体組成計による筋肉量・脂肪量の測定報告. *理療臨研教*. 2018; 25: 98–102.
- 11) Reich DL, Hossain S, Krol M, Baez B, Patel P, Bernstein A, et al. Predictors of hypotension after induction of general anesthesia. *Anesth Analg*. 2005; 101: 622–8.
- 12) Leedal JM, Smith AF. Methodological approaches to anaesthetists' workload in the operating theatre. *Br J Anaesth*. 2005; 94: 702–9.
- 13) Zhang J, Critchley LA. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction. *Anesthesiology*. 2016; 124: 580–9.
- 14) 西川昌志, 福田妙子, 山田久美子, 高橋明子, 棚部久美子. 全身麻酔導入後の低血圧予測因子. *麻酔*. 2019; 68 : 817–21.
- 15) Hug Jr CC, McLeskey CH, Nahrwold ML, Roizen MF, Stanley TH, Thisted RA, et al. Hemodynamic effects of propofol: data from over 25,000 patients. *Anesth Analg*. 1993; 77: S21–9.
- 16) Pedersen SB, Kristensen K, Hermann PA, Katzenellenbogen JA, Richelsen B. Estrogen controls lipolysis by up-regulating alpha2A-adrenergic receptors directly in human adipose tissue through the estrogen receptor alpha. Implications for the female fat distribution. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89: 1869–78.
- 17) Casati A, Putzu M. Anesthesia in the obese patient: pharmacokinetic considerations. *J Clin Anaesthesia*. 2005; 17: 134–45.
- 18) Dentali F, Sharma AM, Douketis JD. Management of hypertension in overweight and obese patients: a practical guide for clinicians. *Curr Hypertens Rep*. 2005; 7: 330–6.
- 19) Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*. 2003; 289: 76–9.
- 20) Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutr J*. 2008; 7: 26.
- 21) Merchant AT, Anand SS, Vuksan V, Jacobs R, Davis B, Teo K, et al. Protein intake is inversely associated with abdominal obesity in a multi-ethnic population. *J. Nutr*. 2005; 135: 1196–201.
- 22) Wang J, Thornton JC, Kolesnik S, Pierson RN. Anthropometry in body composition: An overview. *Ann N Y Acad Sci*. 2000; 904: 317–26.