

口腔外科手術におけるレミフェンタニル麻酔の体温変動と  
シバリングに関する検討

枝並宏治 鈴木正敏

日本大学松戸歯学部歯科麻酔学講座

## 緒 言

全身麻酔中の体温変動に起因する麻酔覚醒時の合併症の一つにシバリングがある<sup>1-5)</sup>。シバリングの発生は酸素消費量の増加や交感神経の緊張から予期せぬ合併症が生じる<sup>6,7)</sup>こともあり、発生機序を理解し予防策を講じることは重要である。シバリングには体温調節性と非体温調節性とがあり、体温調節性シバリングの発生予防には低体温の防止と積極的加温に努めることが、非体温調節性シバリングの予防には疼痛対策としてオピオイド薬の使用が勧められている<sup>1,3)</sup>。

一般に、全身麻酔中の体温変化の特徴は、麻酔導入時に中枢温が低下することであるが、これは一般に熱の再分布が原因である。麻酔導入前には末梢血管が収縮し熱容量の多くは中枢に存在している。麻酔導入とともに末梢血管拡張から熱容量が中枢から末梢に移動し、末梢温が上昇し中枢-末梢温度較差が減少する熱の再分布性低体温が生じる<sup>1-4)</sup>。麻酔中には発汗やシバリングは起こりにくい。麻酔覚醒にともない、末梢血管収縮と発汗の閾値温度の差である閾値間温度（閾値間域）が縮小することによって容易に血管収縮やふるえ熱産生やシバリングが生じる<sup>1-4)</sup>。

本邦において、2007年より臨床使用が可能になった麻薬性鎮痛薬レミフェンタニルは、選択的 $\mu$ オピオイド受容体アゴニストで超短時間型の麻薬性鎮痛薬である。効果の発現・消失が速やかで、長時間投与や大量投与においても、覚醒遅延などの副作用が少ない調節性に優れた薬剤である<sup>8)</sup>。しかし、循環抑制や術後疼痛<sup>9,10)</sup>、シバリング<sup>3,6,7)</sup>などの問題点も指摘されつつある。シバリングについて、レミフェンタニル使用では、体温調節性と非体温調節性シバリングが発生することから麻酔覚醒時および術後のシバリング発生率が増加することも指摘されている<sup>3,4)</sup>。

今回、歯科口腔外科の手術症例において比較的若年者が多く、手術前の患者

背景が統一できると思われる下顎枝矢状分割術を対象に，シバリング発生について体温変動から観察し，あわせてレミフェンタニル併用の揮発性麻酔薬と静脈麻酔薬との麻酔方法による相違についても検討を加えた。

## 対象および方法

### 1. 対象

本研究の目的及び測定方法の概略を説明し承諾が得られ、本学付属病院で行われた下顎枝矢状分割術を受けた ASA 分類 PS1~2 の患者 91 名を対象とした。なお、対象となった手術術式および手術者は同一である。本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認を得ている（承認番号 EC 16-024 号）。

### 2. 方法

#### 1) 麻酔方法

前投薬として入室 15 分前にミダゾラム 3 mg を筋肉内投与した。麻酔導入はプロポフォール 2mg/kg とベクロニウム臭化物 0.1mg/kg を用いた。

麻酔導入および手術中の麻酔維持法により、亜酸化窒素・酸素・セボフルラン (GOS) と亜酸化窒素・酸素・プロポフォール (GOP) との 2 群に分類した。さらに、麻酔補助薬としてレミフェンタニル単独 (0.1~0.5  $\mu$ g/kg/min) を使用した R 群、フェンタニル単独を使用した F 群 (50~100  $\mu$ g) およびレミフェンタニル使用後に手術終了前にフェンタニルを投与した RF 群のそれぞれ 3 群ずつ、計 6 群 (GOS-R, GOS-F, GOS-FR, GOP-R, GOP-F および GOP-FR 群) に分類した。なお、全例で経鼻気管挿管を行った。

セボフルランあるいはプロポフォールによる麻酔の維持は、BIS 値 40~60 を目安とした。また、フェンタニルおよびレミフェンタニルの投与と調節は BIS 値およびバイタルサインの変動から各麻酔科医に一任した。レミフェンタニルとフェンタニル併用症例では、transitional opioid<sup>11)</sup>として手術終了前にレミフェンタニルの投与を終了し、フェンタニルを単回投与 (50  $\mu$ g) した。フェンタニルおよびレミフェンタニルを単独で使用した群では体温測定終了時まで、他の鎮痛薬は使用しなかった。

手術台には綿製シートの下にムートンタイプのシートを敷いた。患者は布製のドレープの上にアルミ製のドレープで全身を覆い、手術中はその上に通法に従い滅菌ドレープを使用し、加温器具は全例で使用しなかった。手術室の室温は22～24℃、湿度は40～60%であった。

## 2) 体温測定

測定機器はモナサーム温度計<sup>®</sup>（マリンクロットメディカル社製）を用いた。皮膚温の測定は前胸部（前正中線上胸骨中央）、上腕部（前上腕部中央）、前腕部（前腕部中央）、大腿部（前大腿部中央）および下腿部（後下腿部中央）に皮膚温用プローブ（皮膚センサー<sup>®</sup>、皮膚センサーTM400<sup>®</sup>）を貼付し、それぞれの皮膚温を測定した。また、拇指指尖皮膚温および膀胱温は表面用プローブME-PDK-161およびサフィード<sup>®</sup>シリコーンバルーンカテーテル温度センサー付を使用し、テルモファイナーCTM-303<sup>®</sup>（テルモ社製）に接続した。

各測定値から、平均皮膚温＝0.3×（前胸部皮膚温＋上腕部皮膚温）＋0.2×（大腿部皮膚温＋下腿部皮膚温）を算出した<sup>12)</sup>。また、前腕－指尖温較差＝前腕部皮膚温－拇指指尖皮膚温を求めた。

## 3) 測定経過

入室後、心電図、非観血式血圧計およびパルスオキシメータの各モニター類の装着と同時に体温の測定装置を装着し、覆布で被覆後5分後に対照値を測定した。その後、全身麻酔導入前（導入前）、導入終了時（導入後）、気管挿管時（挿管時）、それ以降は40分まで5分間隔で、40分から60分後まで10分間隔で行った。手術終了時と分および10分後に、また抜管時から5分および10分後と手術室退出直前時（最終）に測定した。ただし、膀胱温については麻酔導入後の導尿時からの測定となるため挿管後、約5分からの測定を行い、それぞれの測定時間値とした。

術後、目視によりシバリングのみられなかった症例を非シバリング (NS) 群、シバリングが観察された症例<sup>13)</sup> をシバリング (S) 群とした。

### 3. 統計処理

患者背景因子および各体温測定値と麻酔方法 (GOS 群対 GOP 群) およびシバリングの有無 (NS 群と S 群) の群間比較は分散分析で、シバリング発生率については Fisher 直接確率法で行った。体温測定値の対照値に対する各測定時間値との差については対応のある  $t$  検定を行った。

有意水準は 5% とし、統計処理は IBM®SPSS® statistics ver.22 を用いた。

## 結 果

### 1. 患者背景因子 (Table 1)

対象患者の年齢, 性別, 体重, 身長, 手術時間, 麻酔時間, 出血量および輸液量において GOS 群と GOP 群および NS 群と S 群に差は認められなかった。尿量は S 群 ( $494.2 \pm 249.5$  ml) が NS 群 ( $370.6 \pm 207.0$  ml) よりも有意に多かった ( $p=0.021$ )。

### 2. シバリングの発生 (Table 2, 3)

全 91 症例中の NS 症例は 69 例 (75.8%) および S 症例は 22 例 (24.2%) であった。

麻酔方法 2 群では GOS 群 (48 例) において NS 群 35 例および S 群 13 例, GOP 群 (43 例) において NS 群 34 例および S 群 9 例であり, 麻酔方法別シバリングの発生に差は認められなかった ( $p=0.494$ )。麻酔方法 6 群 (GOS-R, GOS-F, GOS-RF, GOP-R, GOP-F および GOP-RF) 間の比較においては有意の差が認められた ( $p=0.041$ )。RF の使用の有無では, RF 使用症例 (NS 群 43 例, S 群 19 例) が RF 非使用症例 (NS 群 26 例, S 群 3 例) に対して有意 ( $p=0.035$ ) にシバリング発生が多かった。

### 3. 平均皮膚温の変動

#### 1) NS 群および S 群 (Table 4, Fig. 1)

NS 群と S 群との体温変動 (対照値との差) に有意の差 ( $p=0.004$ ) が認められ, S 群が NS 群に対して平均皮膚温の上昇が大きかった。

NS 群および S 群における平均皮膚温の対照値は  $34.3 \pm 0.6$  (mean  $\pm$  SD)  $^{\circ}\text{C}$  および  $34.1 \pm 0.7$   $^{\circ}\text{C}$  であった。導入後は  $0.3 \pm 0.2$   $^{\circ}\text{C}$  (対照値との差) および  $0.4 \pm 0.3$   $^{\circ}\text{C}$  を示し, その後, 下降し 10 分値は  $0.0 \pm 0.4$   $^{\circ}\text{C}$  および  $0.1 \pm 0.4$   $^{\circ}\text{C}$  であった。両群の変動は同じように推移しながら, 手術終了時において NS 群  $1.1 \pm 0.6$   $^{\circ}\text{C}$  およ

びS群  $1.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ を示し、最終値は  $1.0 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ およびS群  $1.1 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であった。

## 2) GOS群およびGOP群 (Table5, Fig. 2)

GOS群がGOP群より平均皮膚温の上昇が大きく有意の差 ( $p < 0.001$ ) が認められた。

GOS群の平均皮膚温の対照値は  $34.1 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$ であった。導入前に  $0.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 上昇し挿管時  $0.4 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ を示しその後下降し、10分値は  $0.0 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ と低下した。それ以降上昇し手術終了時の  $1.2 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ を示した。最終値は  $1.1 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ の上昇であった。

GOP群の対照値は  $34.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ であった。導入前に  $0.2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 上昇し挿管時  $0.2 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ を示しその後下降し、10分値は  $-0.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ と低下した。それ以降上昇し手術終了時の  $1.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ を示した。最終値は  $1.0 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ の上昇であった。

## 4. 前腕—指尖温較差

### 1) NS群およびS群 (Fig. 3)

NS群がS群に対して有意に高値を示した ( $p=0.020$ )。

NS群およびS群の対照値は  $4.2 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$ および  $3.8 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ であった。導入後は  $2.5 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$ および  $2.1 \pm 3.4^{\circ}\text{C}$ と縮小し、その後、10分値は  $-0.3 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ および  $-0.4 \pm 1.9^{\circ}\text{C}$ でマイナスとなった。それ以降NS群では40分値まで、S群では手術5分後値までマイナスで推移した。抜管時値はNS群  $1.1 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ およびS群  $1.4 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ となり最終値はNS群  $2.2 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ およびS群  $2.4 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ であった。

### 2) GOS群およびGOP群 (Fig. 4)

GOS群がGOP群に対して有意に高値を示した。 ( $p=0.005$ )。

対照値はGOS群およびGOP群  $4.2 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ および  $4.0 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ であった。麻酔導入後に縮小し5分値はGOS群  $0.0 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$ およびGOP群  $0.4 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ となり、10分値は  $-0.5 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ および  $-0.2 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ でマイナスとなった。それ以降GOS群



では 50 分値まで，GOP 群では 35 分値までマイナスで推移した。抜管時は GOS 群  $1.0 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$  および GOP 群  $1.3 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  となり，最終値は GOS 群  $1.9 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  および GOP 群  $2.6 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$  であった。

#### 5. 膀胱温

NS 群および S 群は 5 分値  $36.3 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  および  $36.4 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  であった。各測定時間値において  $-0.2 \sim 0.2^{\circ}\text{C}$  の変動を示し，NS 群と S 群 ( $p=0.239$ )，および GOS 群と GOP 群 ( $p=0.379$ ) とにおいて有意な体温変動は示さなかった。

#### 6. レミフェンタニル使用の有無と体温との関係

レミフェンタニルの使用の有無と平均皮膚温 ( $p=0.496$ ) および前腕一指尖温較差 ( $p=0.827$ ) の変動には有意の差が認められなかった。

## 考 察

レミフェンタニルは超短時間作用性オピオイドであり、血液中および組織中の非特異的コリンエステラーゼにより速やかに代謝され、代謝産物は薬理活性をもたない。きわめて調節性に優れた麻薬性鎮痛薬の一つとして全身麻酔中の使用頻度が増している。一方、副作用として徐脈や血圧低下などの循環抑制に加えシバリングが挙げられる<sup>3,4,6,7,9,10)</sup>。シバリングの発生率に関しては報告者によって異なるが、Apfel ら<sup>14)</sup>がフェンタニルの3.3%に対して6.7%と有意に増加することを報告してから、レミフェンタニルの使用は術後シバリングの発生率を増加させるという報告が多い<sup>15-18)</sup>。このように、レミフェンタニル使用の全身麻酔管理においてはシバリングとの関連性を考慮する必要がある。

今回の対象症例 91 例のシバリング発生率は 22 例 (24.1%) であった。麻酔方法別では GOS 群および GOP 群においてシバリングの発生に差は認められなかったが、レミフェンタニル使用の有無では使用例 19/62 (30.6%) が非使用例の 3/29 (10.3%) に対して有意に多かった。これまでの報告と同様、レミフェンタニル使用の麻酔ではシバリングの発生が大きくなるものと考えられた。

全身麻酔は体温調節中枢を抑制し体内での熱の再分布をうながし、中枢温は低下する<sup>1)</sup>。全身麻酔中の体温測定は呼吸、循環の監視に次いで重要な測定項目の一つである。基本的な体温測定は中枢温と呼ばれる鼓膜温、食道温、直腸温や膀胱温が利用されているが、末梢温は体温中枢に対して約 20%程度の体温情報を反映していることから、その測定意義が注目されている<sup>19)</sup>。また、体温測定において体表面での熱交換を問題とするときは、部位差の大きい皮膚温を単一の温度に代表させて取り扱うことが望ましく、この目的に平均皮膚温が用いられ、体温調節反応は平均皮膚温に依存するといわれる<sup>3,4)</sup>。

本研究では NS 群および S 群の平均皮膚温の推移は、麻酔導入後上昇し挿管後

から手術開始 15 分後までは再分布性の低下を認め、それ以降は上昇した。これまでの全身麻酔による体温変動の報告<sup>1,3,4,19)</sup>と同じであった。また、NS 群および S 群における対照値の  $34.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$  および  $34.1 \pm 0.7^\circ\text{C}$  から、手術終了時は  $35.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$  および  $35.1 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 、最終値  $35.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$  および  $35.0 \pm 0.6^\circ\text{C}$  であり、S 群が NS 群よりも低値を示して推移した。平均皮膚温の差の推移では S 群が NS 群よりも上昇が大きく両群間に差が認められたことから、平均皮膚温が低値を示すが麻酔中の上昇は S 群が大きいものと考えられた。

シバリングには体温調節性のものと非体温調節性のものがある。麻酔覚醒時に生じるシバリングの多くは体温調節性<sup>4,11)</sup>であり、低体温に対する熱産生として生じる。温度調節反応のひとつである自律性調節反応には、発汗、末梢血管収縮およびシバリングがある<sup>3)</sup>。末梢血管収縮閾値と発汗閾値との較差が閾値間域 (interthreshold range) と呼ばれ、通常は  $0.2 \sim 0.4^\circ\text{C}$  である。術中は閾値間域が  $2.0 \sim 4.0^\circ\text{C}$  と拡大し麻酔覚醒時には通常に戻る<sup>3-5)</sup>。覚醒時に閾値間域が手術侵襲などによって右方移動すると、体温が高い状態でもシバリングは発生する<sup>4)</sup>。S 群において平均皮膚温が高く推移したのは、閾値間域が高温側 (右方) に移動した結果である。

また、前腕一指尖温較差の推移は NS 群および S 群は対照値の  $4.2^\circ\text{C}$  および  $3.8^\circ\text{C}$  から時間経過とともに収束し、麻酔開始 10 分値からマイナスとなり 20 分値では NS 群  $-0.5^\circ\text{C}$  および S 群  $-0.9^\circ\text{C}$  を示し、手術終了 10 分値ではプラスとなり、NS 群  $0.5^\circ\text{C}$  および S 群  $0.3^\circ\text{C}$  となった。さらに、抜管時の値では NS 群の  $1.1^\circ\text{C}$  に対して S 群は  $1.4^\circ\text{C}$  と逆転し、最終値は NS 群  $2.2^\circ\text{C}$  および S 群  $2.4^\circ\text{C}$  を示した。前腕一指尖温較差を測定することで体温調節性血管反応が検出できる<sup>21)</sup>。前腕一指尖温較差  $> 0$  (プラス) は体温調節性動静脈吻合が閉じる状態 (血管収縮)、マイナスはこの動静脈吻合が開き始めた状態 (血管拡張) を意味

している。一般に全身麻酔中の体温変動は麻酔導入前の末梢血管収縮により熱容量の多くは中枢に存在し較差が大きく、全身麻酔中は較差が縮小し麻酔覚醒時には再び大きくなり、末梢血管の収縮を示すとともに血流量とも相関しているといわれる<sup>22)</sup>。

本研究の結果、前腕一指尖温較差が麻酔覚醒時においてS群がNS群より大きいことは末梢血管の収縮がより進んでいる可能性を示すものであり、体温調節性シバリングが生じている結果である。また、前腕一指先皮膚表面温度較差やふくらはぎ一爪先皮膚表面温度較差は体温調節性の末梢血管収縮反応の指標として用いられている<sup>4)</sup>。体温調節性血管反応に伴う血流変化は、動静脈吻合や対向流式熱交換機構が発達した四肢末端で顕著に出現することから、皮膚表面温度較差を測定することで体温調節性血管応答が検出できる。3~4°C以上の較差で体温調節性血管収縮反応の出現が疑われる<sup>20,23)</sup>。本研究では、平均皮膚温の上昇とともに、麻酔覚醒時の前腕一指尖温較差は2~3°Cではあるが拡大傾向にあったことから体温調節性の血管収縮反応を示している。

これらのことから、本研究でのシバリング発生には、平均体温の上昇による閾値間域の右方移動から末梢血管収縮反応（較差温の拡大）が生じる体温調節性が関与しているものと考えられた。

また、シバリングの発生率に関してはGOS麻酔とGOP麻酔とに差は認められなかった。しかし、体温変動において両群間に差が認められ、平均皮膚温の変動は最大でGOS群1.2°Cの上昇に対してGOP群が1.0°Cであった。箔本ら<sup>24)</sup>は口腔外科領域のレミフェンタニルを使用したPPF麻酔において、導入1時間後の直腸温低下が1.3°Cでセボフルラン麻酔の0.8°Cに対して有意に大きいことを、大江ら<sup>25)</sup>も開腹手術におけるアミノ酸輸液投与時の咽頭温の変化はセボフルラン麻酔の0.4°Cに対してPPF麻酔では0.2°Cの上昇（180分）にとどまることを

報告している。これは、揮発性麻酔薬は末梢血管を拡張させ中枢温は低下するが、熱産生のために体温調節性の血管収縮が生じるのに対して、PPF では交感神経の血管収縮作用が抑制される<sup>26,27)</sup>ことで、体温低下が優位になると考えられているが本研究もそれらを裏付ける結果となった。

レミフェンタニルによるシバリングは非体温調節性の原因も考えられている<sup>28,29)</sup>。非体温調節性のシバリングは末梢血管の収縮を伴わず、疼痛や炎症性サイトカインの上昇とともに、オピオイド受容体刺激の急激な消失による退薬現象である。レミフェンタニル麻酔では投与終了後の $\mu$ 受容体作用部位で急激な濃度低下が起これ、疼痛などのストレスによってシバリング閾値が低下するものと推測される<sup>29)</sup>。この退薬現象予防のために手術終了時に鎮痛薬などの投与が推奨されている<sup>30,31)</sup>。

今回、transitional opioid として術終了直前にフェンタニルを単回投与した結果、シバリングの発生率は GOS-R 群 47.1%および GOP-R 群 38.5%に対して GOS-FR 群は 28.6%、GOP-FR 群は 11.1%と少なかった。これらの結果は、レミフェンタニルによる非体温調節性シバリングの発生を含んでいる可能性を示唆するものであった。

本研究では、膀胱温とシバリングの発生およびレミフェンタニルの使用の有無について、明らかな関係は認められなかった。その一因として、測定開始時間が麻酔開始時からではなく麻酔導入後からの検討であったことが考えられる。尿量は、S 群が NS 群に対して有意に多かった。レミフェンタニルの使用は術中の尿量が多いという報告があり<sup>24,32,33)</sup>、これはレミフェンタニルの強力な鎮痛作用によって、コルチゾルやカテコラミンの分泌が抑制された結果であると推察されている<sup>33)</sup>。

手術侵襲による血中サイトカイン濃度の上昇に伴い体温閾値間域は右方（高温側）に移動する。これを免疫系活性化のための生体防御反応ととらえ、麻酔管理上発熱反応を受け入れるならば、平均体温の上昇は許容することができる。逆に、体温上昇を嫌うならば術中は麻酔深度を深く維持して、覚醒時の体温調節の抑制が必要である。重要臓器の酸素需給バランスの破綻や循環動態の大きな変動につながるような非ふるえ性熱産生やシバリングの出現は予防しなければならない。

本研究の結果から、シバリングの発生には平均皮膚温の上昇および前腕一指尖温較差の拡大がその要因であった。したがって、個々の症例に応じて皮膚表面温度較差を測定評価し、平均皮膚温および閾値間域関係の正常化を図ることと、良好な鎮痛状態と皮膚表面温較差が拡大していない体温維持の麻酔管理が重要である。

下顎枝矢状分割術は、比較的狭い術野であることから術中の体温低下は少ない。しかし、本成績に示されたように麻酔方法により体温変動に差が認められた事実から、シバリング発生予防のため、皮膚表面温較差を考慮した体温観察から体温変動を少なくする麻酔方法を考えていかなければならない。また、レミフェンタニルは、薬理学的特徴により投与中止後早期に鎮痛作用は消失する<sup>3,8,11)</sup>。したがって、作用時間の長い鎮痛薬の使用を考慮した質の高い麻酔管理が重要である。

今回対象とした下顎枝矢状分割術は、比較的若年者が多く、手術を受ける前には痛みがなく、予定待機手術であるため術前の条件がほぼ統一できたことと、同一術者で行ったことから、背景因子がほぼ同一下で行われたものと解釈できる。その結果、レミフェンタニルによるシバリング発生には体温調節性の関与が大きいものと考えられた。

## 結 論

口腔外科手術におけるレミフェンタニル（RF）麻酔とシバリング発生について体温変動から検討し、以下のような結論を得た。なお、対象は、同一術者による下顎枝矢状分割術を受けた患者 91 名とし、GOS（亜酸化窒素・酸素・セボフルラン）および GOP（亜酸化窒素・酸素・プロポフォール）麻酔に RF の使用の有無によって分類した。

### 1. シバリングの発生

シバリング（S）症例は 22 例（24.2%）および非シバリング（NS）症例は 69 例（75.8%）であった。RF 使用症例（NS 群 43 例，S 群 19 例）が RF 非使用症例（NS 群 26 例，S 群 3 例）に対して有意にシバリング発生が多かった。また，S 群の術中尿量は NS 群に対して有意に多かった。

### 2. 平均皮膚温

S 群が NS 群に対して，GOS 群が GOP 群に対して平均皮膚温の上昇が大きく，両群間に有意の差が認められた。

### 3. 前腕一指尖温較差

NS 群と S 群とに，GOS 群と GOP 群とに有意の差が認められた。

### 4. RF 使用の有無と体温との関係

RF の使用の有無と平均皮膚温および前腕一指尖温較差との変動に明らかな関係は認められなかった。

RF 使用の全身麻酔はシバリングの発生率が高く，体温調節性による影響が考えられた。また，GOS 麻酔と GOP 麻酔法の比較では体温変動が異なることが示唆された。

シバリング発生予防のため，皮膚表面温較差を考慮した体温観察から体温変動を少なくする質の高い麻酔方法を考えていかなければならない。

## 文 献

- 1) 岩下博宣, 松川 隆: モニタリングを検証する 体温, 麻酔, 61:42-46, 2012.
- 2) 黒瀧健二, 齋藤浩二: シバリングはなぜ起こるのか: 周術期の体温調節性反応の機序, LiSA, 21:852-854, 2014.
- 3) 赤田 隆: 周術期体温管理における皮膚表面温度較差測定の有用性ーレミフェンタニル麻酔管理における術後発熱反応早期検出の重要性に注目してー, 臨床麻酔, 32:1757-1773, 2008.
- 4) 赤田 隆: 周術期の体温調節性シバリング, Anet, 13:15-22, 2009.
- 5) Witte JD, Sessler DI: Perioperative Shivering: Physiology and Pharmacology, Anesthesiology, 96:467-484, 2002.
- 6) 山田忠則, 鬼頭和裕, 河村三千春ほか: 抜管後に発症した肺水腫の1症例, 臨床麻酔, 34:603-604, 2010.
- 7) 安藤嘉門, 森山 潔, 細川幸希ほか: レミフェンタニル投与終了後に重篤なシバリングを認めた気管形成術の1症例, 麻酔, 59:504-506, 2010.
- 8) 小谷順一郎: 第5章 全身麻酔, V 静脈麻酔, 4 その他の麻酔補助薬, 1) 麻薬性鎮痛薬, 歯科麻酔学, 第7版, 293-295, 医歯薬出版, 東京, 2011.
- 9) Reid JE, Mirakhur RK: Bradycardia after administration of remifentanyl, BJA, 84:422-423, 2000.
- 10) Yarmush J, D' Angelo R, Kirkhart B et al.: A Comparison of Remifentanyl and Morphine Sulfate for Acute Postoperative Analgesia after Total Intravenous Anesthesia with Remifentanyl and Propofol, Anesthesiology, 87:235-243, 1997.
- 11) 小坂橋俊哉: レミフェンタニル麻酔の効用と副作用対策, 日臨麻会誌, 29:455-466, 2009.



- 12) Ramanathan NL: A new weighting system for mean surface temperature of human body, *J Appl Physiol*, 19:531-533, 1964.
- 13) Dal D, Kose A, Honca M et al.: Efficacy of prophylactic ketamine in preventing postoperative shivering, *BJA*, 95:189-192, 2005.
- 14) Apfel CC, Korttila K, Abdalla M et al.: A Factorial Trial of Six Interventions for the Prevention of Postoperative Nausea and Vomiting, *The New England Journal of Medicine*, 350:2441-2451, 2004.
- 15) Komatsu R, Turan AM, Orhan-Sungur M et al.: Remifentanyl for general anaesthesia: a systematic review, *Anaesthesia*, 62:1266-1280, 2007.
- 16) Nakasuji M, Nakamura M, Imanaka N et al.: Intraoperative high-dose remifentanyl increases postanaesthetic shivering, *BJA*, 105:162-167, 2010.
- 17) 森本康裕, 野上裕子: 本邦におけるレミフェンタニルの使用状況 (第2報), *臨床麻酔*, 32:1983-1988, 2008.
- 18) Hoshijima H, Takeuchi R, Kuratani N et al.: Incidence of postoperative shivering comparing remifentanyl with other opioids: meta-analysis, *Journal of Clinical Anesthesia*, 32:300-312, 2015.
- 19) 赤田 隆: 術中の体温モニタリングとその意義, *麻酔*, 24:1432-1443, 2000.
- 20) Cheng C, Matsukawa T, Sessler DI et al.: Increasing Mean Skin Temperature Linearly Reduces the Core-temperature Thresholds for Vasoconstriction and Shivering in Humans, *Anesthesiology* 82:1160-1168, 1995.
- 21) Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM et al.: Heat Flow and Distribution during Induction of General Anesthesia, *Anesthesiology*, 82:662-673, 1995.
- 22) Rubinstein EH, Sessler DI: Skin-surface Temperature Gradients Correlate

- with Fingertip Blood Flow in Humans, *Anesthesiology*, 73:541-545, 1990.
- 23) 松川 隆 : 全身麻酔薬が体温調節機構に及ぼす影響, *臨床麻酔*, 24 : 1408-1415, 2008.
- 24) 箔本陽子, 杉岡伸悟, 橋本佳世子ほか : レミフェンタニルを併用した口腔外科手術時の体温変動と尿量に関する検討ーセボフルランとプロポフォール麻酔の比較ー, *日歯麻誌*, 38:1-5, 2010.
- 25) 大江容子, 國政賢哉, 渡邊芳男 : アミノ酸輸液による術中体温低下防止効果ーセボフルランとプロポフォールとの比較ー, *麻酔*, 63:623-628, 2014.
- 26) Robinson BJ, Ebert TJ, O'Brien TJ, et al.: Mechanisms whereby Propofol Mediates Peripheral Vasodilation in Human, *Anesthesiology*, 86:64-72, 1997.
- 27) Ikeda T, Sessler DI, Kikura M et al.: Less Core Hypothermia when Anesthesia Is Induced with Inhaled Sevoflurane Than with Intravenous Propofol, *Anesth Analg*, 88:921-924, 1999.
- 28) 判 理香, 縣 秀栄, 印南靖志ほか : 低用量レミフェンタニル麻酔後に非体温調節性シバリングが発現した 1 症例, *臨床麻酔*, 32:1184-1186, 2008.
- 29) Horn EP, Sessler DI, Standl TS et al.: Non-thermoregulatory Shivering in Patients Recovering from Isoflurane or Desflurane Anesthesia, *Anesthesiology*, 89:878-886, 1998.
- 30) 八田幸治, 宇野洋史, 重盛沙恵ほか : レミフェンタニル麻酔後のシバリングに対するフルルビプロフェンの有効性, *臨床麻酔*, 34:1453-1457, 2010.
- 31) 甲田賢一郎, 北村享之, 田上 恵 : レミフェンタニルとシバリング : 現状での理解と予防策, *麻酔*, 63:1018-1024, 2014.

32)川口昌彦, 坂本尚典, 西村健司, 杉山信子, 北口勝康, 古家 仁, 榊・ 寿  
右 : 脳外科手術に対する術中軽度低体温療法におけるシバリング発生因子の検  
討, 麻酔, 47:262-268, 1998.

33) Myles PS, Hunt OJ, Fletcher H, et al.:Remifentanil, Fentanyl, and  
Cardiac Surgery: A Double-Blinded, Randomized, Controlled Trial of Costs  
and Outcomes, Anesth Analg, 95:805-812, 2002.

## Table & Figure

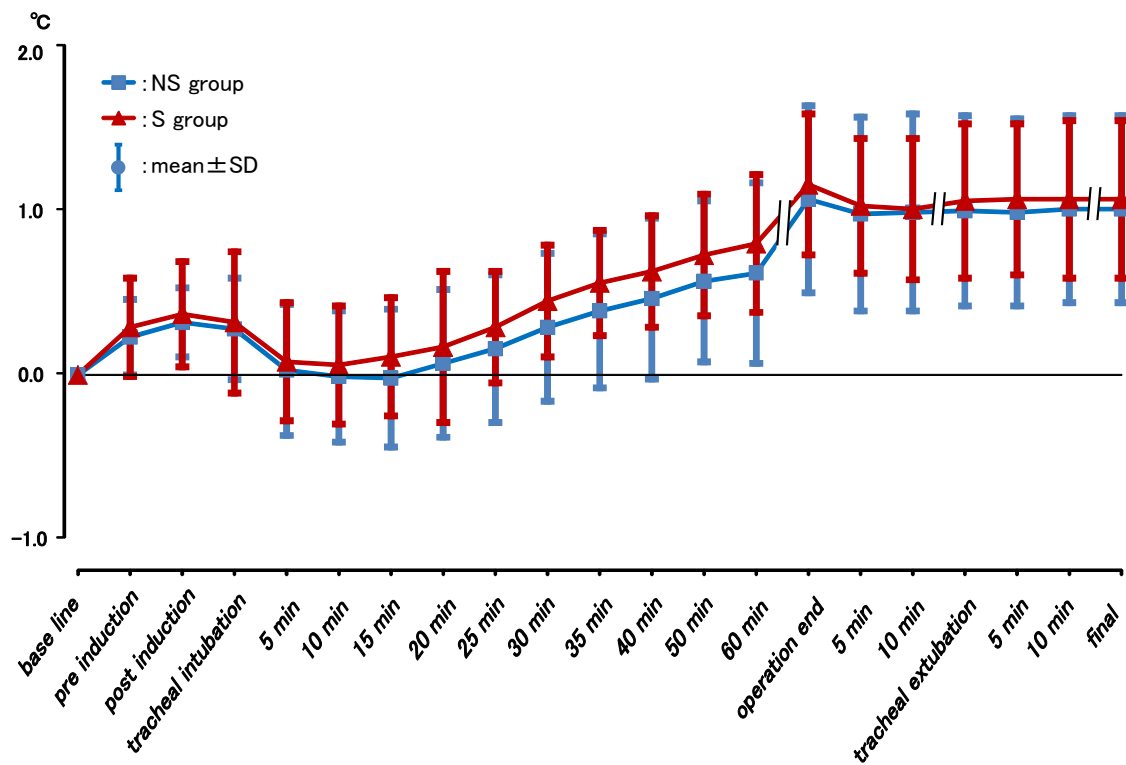


Fig. 1 Variation in mean skin temperature gradient

NS: Non Shivering S:Shivering

The difference between each value at the measurement point the base line.

In comparison of the two groups of mean skin temperature, shivering group was significantly higher than non shivering group ( $p=0.004$ ).

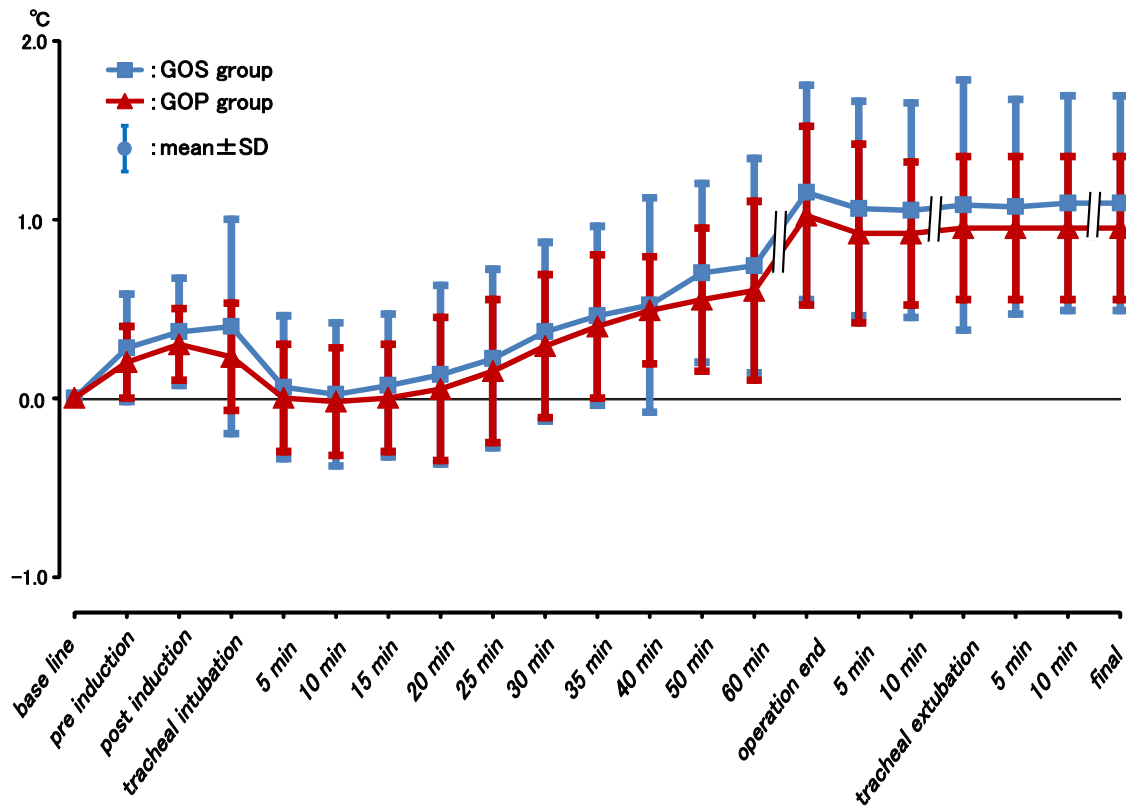


Fig. 2 Variation in mean skin temperature gradient

G:nitrous oxide O:oxygen S:sevoflurane F:fentanyl R:remifentanil P:propofol  
 In comparison of the two groups of mean skin temperature, GOS group increased significantly for GOP group ( $p < 0.001$ ). GOS group was significantly higher than GOP group.

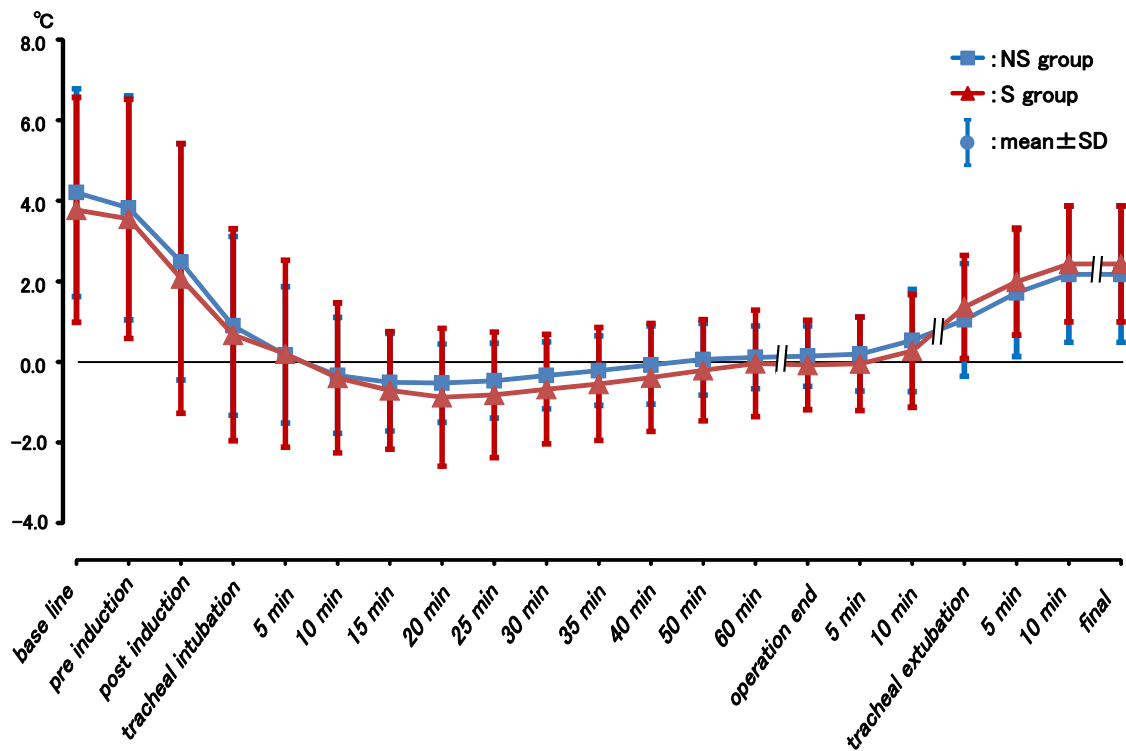


Fig.3 Variation of in skin temperature using forearm minus - fingertip gradients

NS:Non Shivering S:Shivering

The difference between each value at the measurement point the base line.

Shivering group increased significantly for non shivering group ( $p=0.020$ ).

In anesthesia awareness the gradient of shivering group was larger than non shivering group.

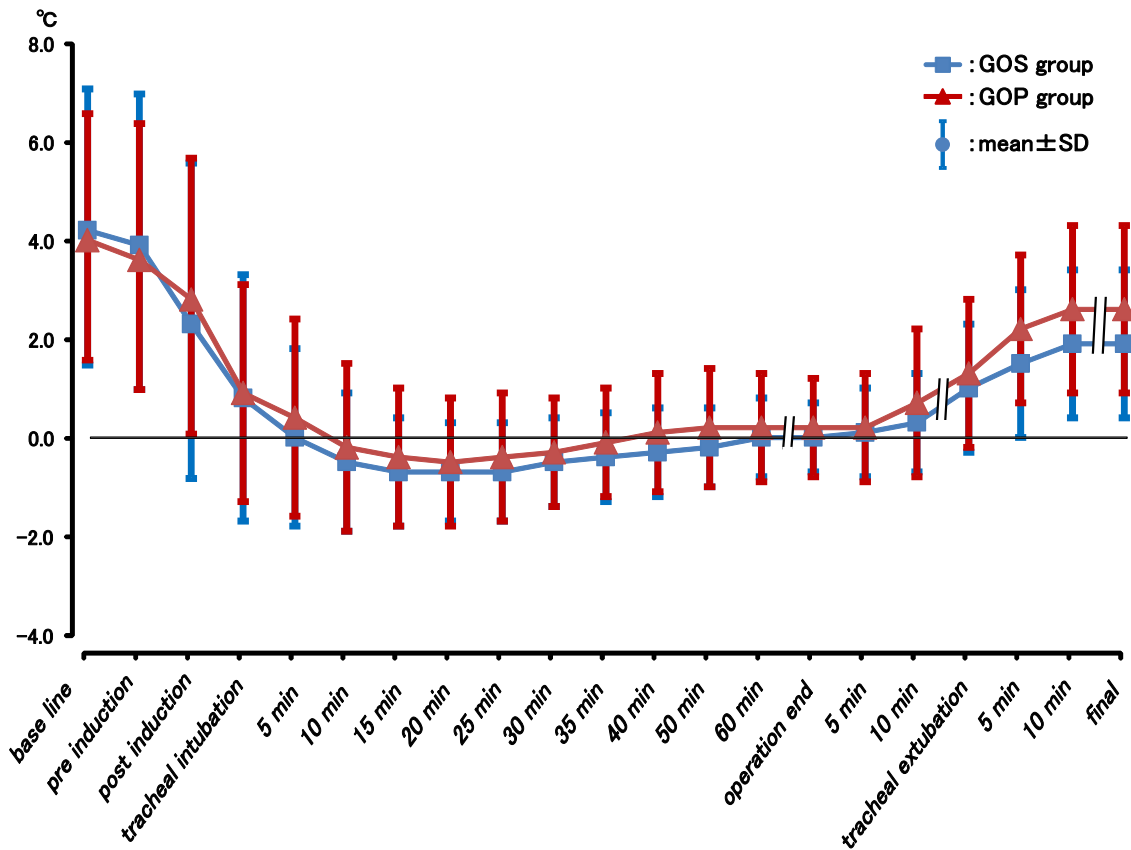


Fig.4 Variation of in skin temperature using forearm minus-fingertip gradients  
 G:nitrous oxide O:oxygen S:sevoflurane F:fentanyl R:remifentanil P:propofol  
 In comparison of the two groups of skin temperature gradients, GOP group showed significantly higher value than GOS group (p=0.005).



Table 1 Characteristics in each group

Table 2 Occurrence of shivering with methods of anesthesia

G:nitrous oxide O:oxigen S:sevoflurane F:fentanyl R:remifentanil P:propofol

There was no significant differences at between GOS group and GOP group. There were significant differences among six groups.

Table 3 Relationship between remifentanyl use and occurrence of shivering

Table 4 Mean skin temperature on each state during anesthseia

Time (min)	N S group (n=69)	S group (n=22)
Base line	34.3 ± 0.6	34.1 ± 0.7
pre induction	34.5 ± 0.6 *	34.3 ± 0.7 *
post induction	34.6 ± 0.6 *	34.3 ± 0.7 *
tracheal intubation	34.5 ± 0.6 *	34.3 ± 0.7
5	34.3 ± 0.6	34.1 ± 0.7
10	34.2 ± 0.6	34.0 ± 0.7
15	34.3 ± 0.6	34.1 ± 0.7
20	34.3 ± 0.5	34.1 ± 0.7
25	34.4 ± 0.5 *	34.3 ± 0.6 *
30	34.5 ± 0.5 *	34.4 ± 0.6 *
35	34.6 ± 0.5 *	34.5 ± 0.6 *
40	34.7 ± 0.6 *	34.6 ± 0.5 *
50	34.8 ± 0.5 *	34.7 ± 0.6 *
60	34.9 ± 0.5 *	34.8 ± 0.6 *
end of operation	35.3 ± 0.5 *	35.1 ± 0.7 *
5	35.2 ± 0.5 *	35.0 ± 0.7 *
10	35.2 ± 0.5 *	35.0 ± 0.6 *
tracheal extubation	35.3 ± 0.5 *	35.0 ± 0.6 *
5	35.2 ± 0.5 *	35.0 ± 0.6 *
10	35.4 ± 0.5 *	35.0 ± 0.6 *
final	35.3 ± 0.5 *	35.0 ± 0.6 *

NS:Non Shivering S:Shivering

unit:°C

Data values were expressed as mean±SD

\* : p<0.05 vs Base line

Table 5 Mean skin temperature on each state during anesthseia

Time (min)	GOS group (n=48)	GOP group (n=43)
Base line	34.1 ± 0.7	34.3 ± 0.6
pre induction	34.4 ± 0.6 *	34.5 ± 0.7 *
post induction	34.5 ± 0.6 *	34.6 ± 0.8 *
tracheal intubation	34.4 ± 0.6 *	34.5 ± 0.8
5	34.2 ± 0.6	34.3 ± 0.7
10	34.1 ± 0.6	34.3 ± 0.8
15	34.2 ± 0.6	34.3 ± 0.8
20	34.2 ± 0.5	34.4 ± 0.9
25	34.3 ± 0.5 *	34.5 ± 0.8
30	34.3 ± 0.5 *	34.6 ± 0.7 *
35	34.5 ± 0.5 *	34.7 ± 0.7 *
40	34.6 ± 0.5 *	34.8 ± 0.7 *
50	34.8 ± 0.5 *	34.8 ± 0.7 *
60	34.8 ± 0.5 *	34.9 ± 0.7 *
end of operation	35.2 ± 0.5 *	35.3 ± 0.8 *
5	35.1 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *
10	35.1 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *
tracheal extubation	35.2 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *
5	35.2 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *
10	35.2 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *
final	35.2 ± 0.5 *	35.2 ± 0.8 *

unit:°C

G:nitrous oxide O:oxigen S:sevoflurane

Data values were expressed as mean±SD

\* : p<0.05 vs Base line

Changes in Body Temperature and Shivering during Anesthesia combined with  
Remifentanil in Oral Surgery

Koji Enami, Masatoshi Suzuki

(Director: Koh Shibutani)

Department of Anesthesiology, Nihon University School of Dentistry at Matsudo,

Matsudo, 2-870-1 Sakaecho-Nishi, Matsudo, Chiba 271-8587, Japan

Key word:

remifentanyl, shivering, mean skin temperature, sagittal split ramus osteotomy, forearm minus fingertip gradients

Abstract:

Shivering is frequently encountered with remifentanyl (RF) anesthesia. The study includes 91 patients who underwent bilateral sagittal splitting ramus osteotomy performed by the same surgeon. These patients were divided into two groups: one anesthetized with sevoflurane and one group anesthetized with Propofol(PPF). Each group was also subdivided according to the presence or absence of RF.

Based on the occurrence of shivering, the 91 patients were classified into a shivering (S) group (n = 22, 24.2%) and a non-shivering (NS) group (n = 69, 75.8%). The RF anesthesia subgroups had 19 patients in the S group and 43 in the NS group; The non-RF anesthesia subgroups had 3 patients in the S group and 26 in the NS group. Thus, shivering was significantly associated with RF anesthesia (p = 0.035).

Significant differences in body temperature changes (change from control value) were found between the NS and S group (p = 0.004). The mean skin temperature in the S group was higher than in the NS group. Mean skin temperature was significantly higher in the sevoflurane group than in the PPF group (p = 0.001).

Significant differences were found between the NS and S groups in forearm minus fingertip gradients (p = 0.008). Forearm minus fingertip gradients differed significantly between the sevoflurane and PPF groups (p = 0.031).

Group differences in bladder temperature were not seen between the NS and S groups (p = 0.239) or between the sevoflurane and PPF groups (p = 0.379).

General anesthesia that included RF was associated with a higher incidence of shivering, a finding attributed to the effects of body temperature regulation. In addition, changes in body temperature appeared to differ between the sevoflurane and PPF groups.