

## 顎関節症患者の上顎関節腔の容積と伸縮性 および開口域との関連性について

大平 明範, 佐藤 理恵, 根反不二生, 関山 三郎

岩手医科大学歯学部口腔外科学第二講座

(主任 : 関山 三郎 教授)

(受付 : 2002年10月24日)

(受理 : 2002年11月20日)

**Abstract :** Regarding improved range of mouth opening for patients with temporomandibular joint arthrosis, improvements in elasticity of the upper joint cavity and relaxation of the articular capsule are believed to be involved. When the maxillary joint cavity is pressurized and irrigated, it expands, thus increasing volume. In the present study, to investigate the relationship between range of mouth opening and elasticity of the joint cavity in temporo-mandibular joint arthrosis, elasticity of the temporomandibular joint cavity was assessed mechanically based on volume of the upper joint cavity and changes in outflow before and after temporomandibular joint cavity irrigation. In addition, the relationship between these mechanical parameters and changes in range of mouth opening before and after irrigation was investigated. While outflow increased after irrigation in some patients with temporo-mandibular joint arthrosis (I type), it decreased after irrigation in others (D type). Of the 60 joints studied, 43 Type I joints (71.7%) were identified. Sufficient improvements in range of mouth opening could not be achieved when the elasticity and volume of the upper joint cavity were small and when relaxation of the upper joint cavity was seen after PLS.

**Key words :** temporomandibular joint, upper joint cavity volume, pumping lavage system

### 緒 言

顎関節腔は硬軟組織の複合体で構成される、伸縮性を有する弾性腔である。顎関節腔内に線維性の癒着病変が形成されると顎関節腔の弾性は低下し、下顎頭滑走は制限されると考えられる。本研究では、上顎関節腔洗浄療法の一つである上顎関節腔パンピング洗浄システム (pumping lavage system : 以下、PLSと略す) 法<sup>1)</sup>で用いる装置を利用して、上顎関節腔容

積の測定と PLS 法施行前後での上顎関節腔の伸縮性の変化を検索し、開口域との関係について検討した。なお、上顎関節腔の伸縮性の評価は、上顎関節腔内に局所麻酔薬 (以下、局麻薬と略す) または生理食塩水 (以下、生食と略す) を注入した後に活栓で流路を切り換えて、上顎関節腔内から排出される量でもって行った。

### 対象および方法

#### 1. 対象

Relationships between upper joint cavity volume and elasticity and mouth opening in temporomandibular joint arthrosis

Akinori OHIRA, Rie SATO, Fujio NESORI, Saburo SEKIYAMA

Second Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Iwate Medical University.

1-3-27 Chuo-dori, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020-8505)

*Dent. J. Iwate Med. Univ.* 27 : 237-245, 2002

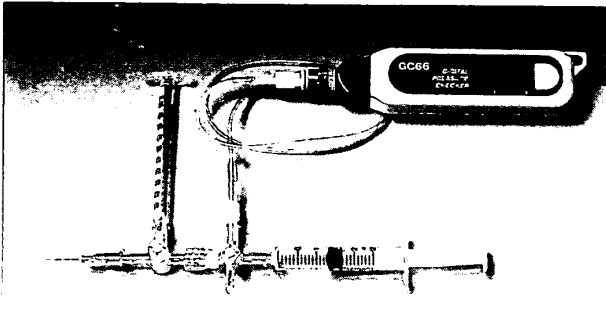


Fig. 1. . Equipment used to measure volume of the upper joint cavity and initial outflow. A manometer with pressure range 0 ~ 1,000 kPa, and indication accuracy  $\pm(1.0\% \text{ FS} + 1 \text{ digit})$  was used.

1998年4月から2001年3月までの3年間に当科を受診した顎関節症患者は364例であった。このうち顎関節痛を有する非復位性円板前方転位例は121例(125関節)であった。これらの症例のうちでマニピュレーション, 非ステロイド系消炎鎮痛薬の経口投与, スプリント療法などによる治療を3週間以上行っても症状に著しい改善が得られず, PLS法を行った60例(60関節)を対象とした。対象症例の性別は男性7例(7関節), 女性53例(53関節)で, 平均年齢は男性30.5(18~56)歳, 女性31.4(17~72)歳であった。

## 2. 上顎関節腔容積および局麻薬の排出量の測定方法

PLS法施行に先立ち Fig. 1 に示す装置を用い, Fig. 2 に示す方法で上顎関節腔に局麻薬を注入した後に上顎関節腔から排出される局麻薬の量を測定した。すなわち中切歯間距離を10mmに固定した状態で, 先ず1%塩酸リドカイン2mlを吸引した2.5mlのシリンジ(テルモ社)に接続した23ゲージ針を上顎関節腔内に穿刺し, 上顎関節腔内圧が30.0kPaとなるように局麻薬を注入し, その注入量を2.5mlのシリンジに記載されている目盛りで測定した後に活栓で流路を切り換えて, 内筒を抜去した1.0mlのシリンジ(テルモ社)へ排出される量(以下, 初回排出量と記す)を測定した。局麻薬の注入量から初回排出量を差し引いて上顎関節腔の容積とし, 1関節につき3回ずつ測定して, その平均値を求め

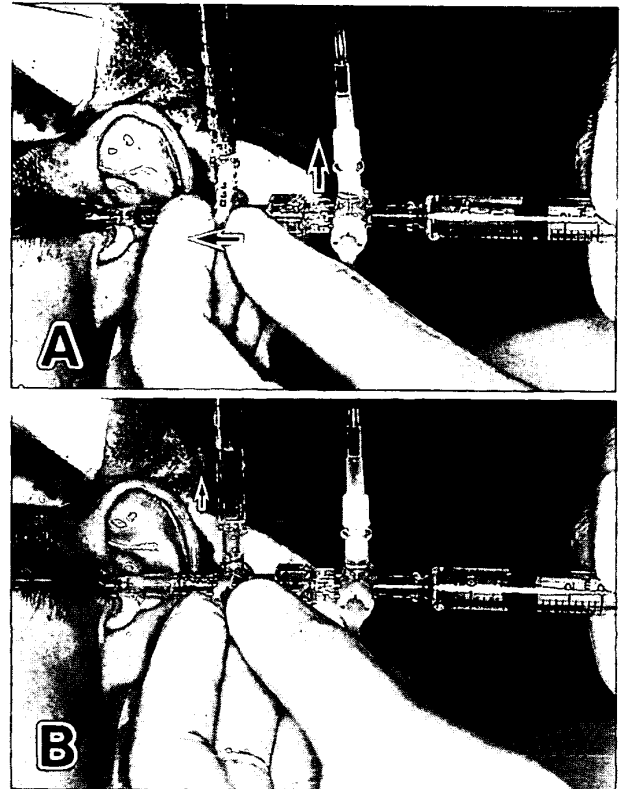


Fig. 2. Volume and initial outflow measurement methods

A : Lidocaine hydrochloride (1%) was injected until upper joint cavity pressure reached 30.0 kPa, then amount of lidocaine injected was measured.

B : Flow pass was altered by turning the valve. The internal cylinder was then removed from the 1.0 ml syringe, and the amount of lidocaine that came out of the syringe was measured (initial outflow). Volume of the upper joint cavity was calculated by subtracting the initial outflow from the injected amount.

た。

## 3. PLS法<sup>1)</sup>

上記の操作に続いて, 上顎関節腔洗浄療法をPLS法で行った。PLS法は Fig. 3 に示すように上顎関節腔内圧が30.0kPaとなるまで, 上顎関節腔内に加圧バック(テルモ社)により生食を注入した後に活栓で流路を切り換えて, 上顎関節腔内に注入した生食の吸引回収を行った。同様の操作をくり返し, 洗浄量が100mlとなるまで行った。

## 4. PLS法施行による上顎関節腔の伸縮性の変化の比較

PLS法施行前とPLS法終了後(生食100mlで

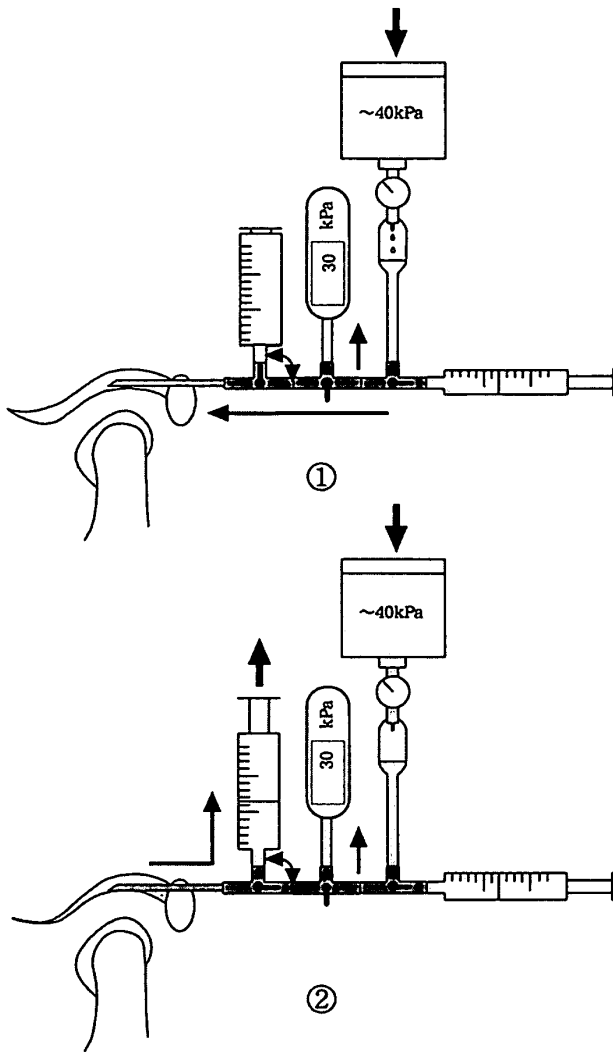


Fig. 3. Schematic diagram of PLS  
The pressure bag was compressed until reaching a pressure of 30 kPa as measured using a pressure gauge. The valve was then turned to alter the flow pass, and Procedures (1) and (2) were repeated. One syringe was used for suction or recovery, while the other syringe was used for pumping or injecting local anesthetic when necessary.

洗浄後)の上顎関節腔の伸縮性の変化の比較は、初回排出量とPLS法終了後の上顎関節腔からの排出量(以下、最終排出量と略す)の差でもって評価した。上顎関節腔の洗浄過程の排出量および最終排出量の測定法は、局麻薬の代わりに生食を用いて、初回排出量の測定法と同様な方法で行った。すなわち、洗浄量が10, 20, 30, 40, 50, 100mlとなった時点で、30.0kPaの圧力で上顎関節腔内に生食を注入した後に活栓

で流路を切り換えて、内筒を除去した1.0mlのシリンジへ排出される量を3回ずつ測定した。

### 5. 排出量による分類

PLS法施行前(初回排出量)とPLS法終了後(最終排出量)とで上顎関節腔からの排出量を比較して以下のように分類した。

I type (Increase type): 初回排出量より最終排出量が増加した例

D type (Decrease type): 初回排出量より最終排出量が減少した例

また、初回排出量を以下のように4段階に分類した。

Grade 1: 初回排出量が0.29ml以下

Grade 2: 初回排出量が0.30~0.59ml

Grade 3: 初回排出量が0.60~0.89ml

Grade 4: 初回排出量が0.90ml以上

以上の分類を基に上顎関節腔容積と排出量および開口域の関係について比較した。

### 6. 開口域の変化

開口域は、右側上下顎中切歯の距離を1/20mmスケールのノギスで測定し、PLS法施行前後の開口域の変化をGrade別に比較した。

### 7. 統計学的検定方法

統計処理は正規性の検定、等分散の検定を行い、上顎関節腔容積の比較や初回排出量の比較は平均値の有意差検定をStudent's法で行った。PLS法施行時の排出量の比較は一元配置分散分析を行った後に多重比較検定をScheffé法で行った。開口域の変化は平均値の有意差検定をPaired法で行い、有意水準5%未満を有意差ありと判定した。

## 結 果

### 1. 排出量の比較

Fig. 4に示すように顎関節症患者の上顎関節腔には初回排出量(PLS法施行前の排出量)より最終排出量(PLS法終了後の排出量)が増加する例(I type)と減少する例(D type)があり、このうちI typeが60関節のうち43関節(71.7%)と多かった。I type, D typeの初回排出量の比較では、I typeの初回排出量はD

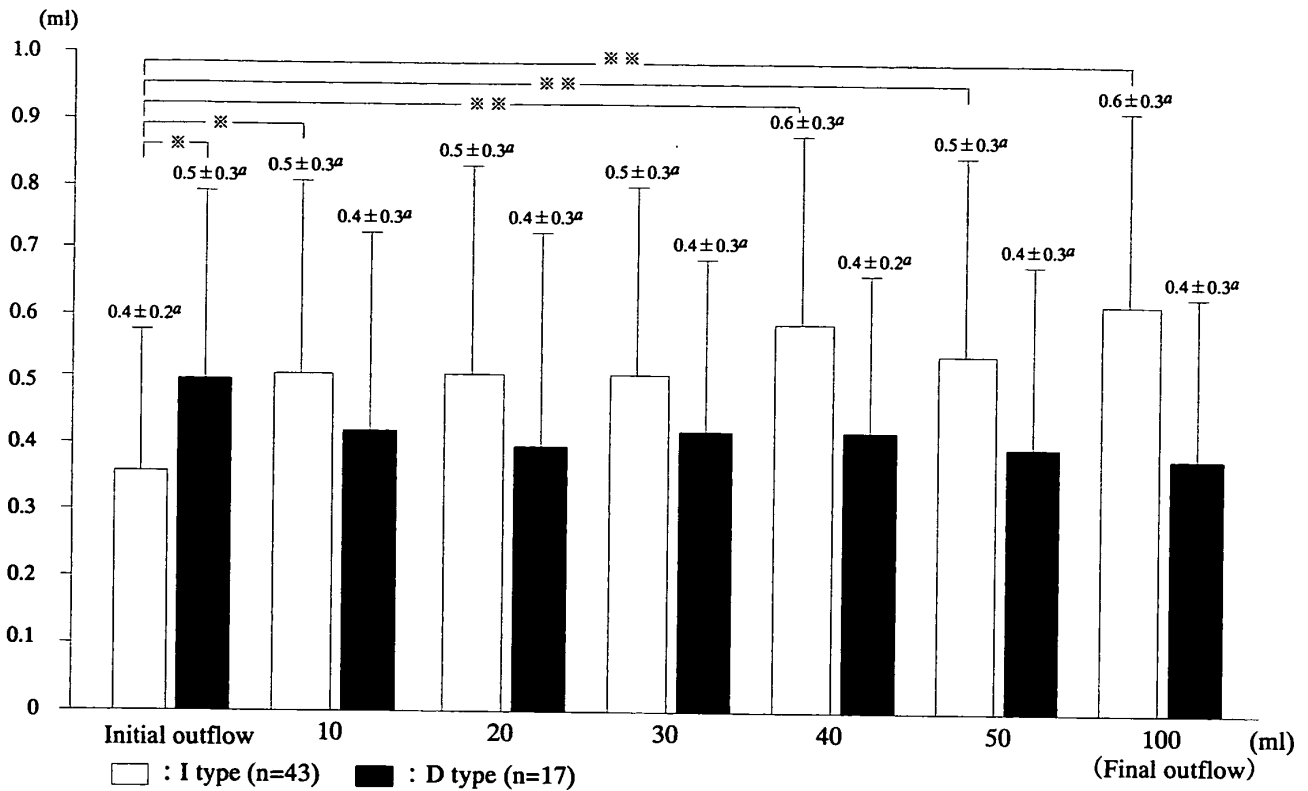


Fig. 4. Changes in outflow before and after irrigation for each outflow type

a : mean ± SD

※ : p < 0.05, ※※ : p < 0.01

In I type, final outflow exceeded initial outflow, and in D type, initial outflow exceeded final outflow. Comparison of initial outflow to outflow during PLS and final outflow (after first 100 ml) Outflow was plotted along the vertical axis, while irrigation was plotted along the horizontal axis.

type より有意に少なかった (p < 0.05)。I type, D type の初回排出量を Grade 分類したものの内訳を Table 1 に示す。I type のうちの Grade 1 が60関節のうち19関節 (31.7%) と最も多く, 次いでI type の Grade 2 の18関節 (30.0%) の順で多く, Grade 4 はI type, D type とともに1関節 (1.7%) と最も少なかった。I type, D type の同一の Grade 間の初回排出量の比較では, 同一の Grade どうしでは初回排出量に差はなかった。

## 2. 上顎関節腔容積

I type, D type の上顎関節腔容積を Table 2 に示し, Grade 別の上顎関節腔容積を Fig. 5 に示す。Table 2 に示すように I type (1.8 ± 0.7ml) の上顎関節腔容積と D type (1.7 ± 0.9ml) の上顎関節腔容積に差はなかった。また, Fig. 5 に示すように I type, D type とともに Grade

Table 1. Outflow types and grades

Type	Grade	Number of joints	Initial outflow <sup>a</sup> (ml)
I	1	19 (31.7)	0.2 ± 0.1
	2	18 (30.0)	0.4 ± 0.1
	3	5 (8.3)	0.8 ± 0.1
	4	1 (1.7)	0.9
D	1	4 (6.7)	0.2 ± 0.1
	2	7 (11.7)	0.4 ± 0.1
	3	5 (8.3)	0.8 ± 0.1
	4	1 (1.7)	1.2

a : mean ± SD

( ) Percentage

In I type, final outflow exceeded initial outflow, and in D type, initial outflow exceeded final outflow.

In addition, the level of initial outflow was divided into four grades: Grade 1, <0.29 ml; Grade 2, 0.30-0.59 ml; Grade 3, 0.60-0.89 ml; and Grade 4, >0.90 ml.

Table 2 Upper joint cavity volume

(ml)

Type	Number of joints	Injected <sup>a</sup>	Initial outflow <sup>a</sup>	Volume <sup>a</sup>
I	43	2.1±0.7 (1.3~4.6)	0.4±0.2 (0.07~0.94) ※	1.8±0.7 (0.5~4.4)
D	17	2.3±1.0 (0.6~3.8)	0.5±0.3 (0.09~1.15)	1.7±0.9 (0.5~3.4)
Total	60	2.2±0.8 (0.6~4.6)	0.4±0.2 (0.07~1.15)	1.8±0.8 (0.5~4.4)

<sup>a</sup> : mean ± SD

※ : p < 0.05

( ) Range

Local anesthetic was injected until upper joint cavity pressure reached 30.0 kPa, and flow pass was altered by turning the valve to allow local anesthetic to flow out. Volume of the upper joint cavity was then calculated by subtracting outflow from the injected amount.

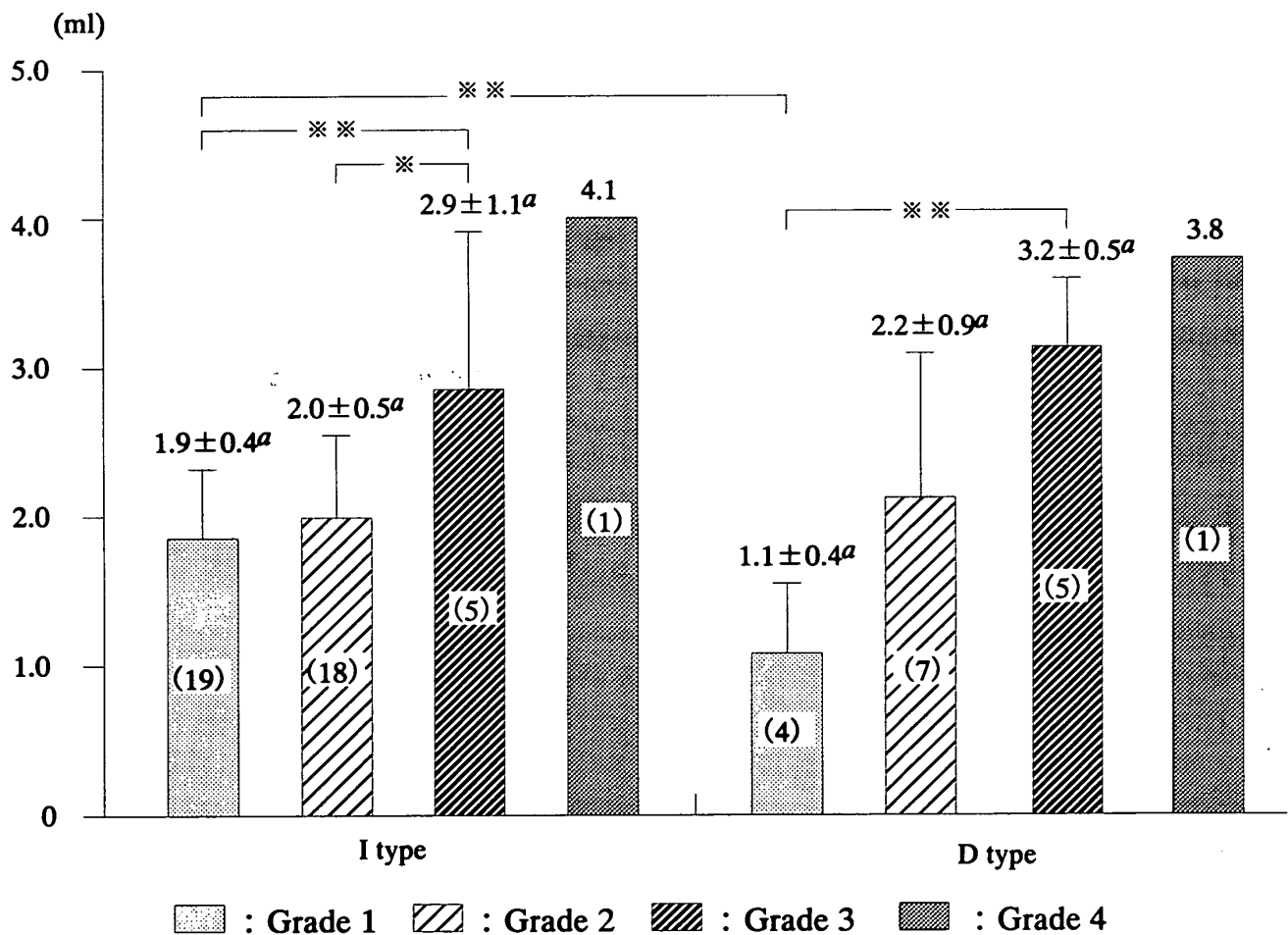


Fig. 5. Joint cavity volume for each type and grade

<sup>a</sup> : mean ± SD

\* : p < 0.05, \*\* : p < 0.01

( ) Indicates number of joints.

Table 3. Changes in outflow before and after irrigation for each type and grade

(ml)

Type	Grade (Initial outflow <sup>a</sup> )	Irrigation					100 <sup>a</sup> (Final outflow)	Subtracting the final outflow from the initial outflow amount. <sup>a</sup>
		10 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>		
I	1 (0.2±0.1)	0.3±0.2 **	0.3±0.2 **	0.4±0.2 **	0.4±0.2 **	0.4±0.2 **	0.5±0.2 **	0.3±0.2
	2 (0.4±0.1)	0.6±0.3 *	0.6±0.3 *	0.6±0.3 *	0.6±0.3 **	0.6±0.3 **	0.7±0.3 **	0.3±0.3
	3 (0.8±0.1)	0.9±0.1	0.9±0.3	0.9±0.1	0.9±0.2	0.9±0.1	1.0±0.1	0.2±0.1
	4 (0.9)	1.0	1.1	1.0	1.1	1.2	1.1	0.2
D	1 (0.2±0.1)	0.1±0.1	0.1±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	-0.1±0.1
	2 (0.4±0.1)	0.3±0.2	0.3±0.2	0.4±0.2	0.4±0.1	0.3±0.2	0.3±0.1	-0.1±0.1
	3 (0.8±0.1)	0.7±0.1	0.7±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	0.6±0.1	-0.1±1.0
	4 (1.2)	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	-0.2

<sup>a</sup> : mean ± SD

Comparison of initial outflow to outflow during irrigation and final outflow for each grade(\* p&lt;0.05, \*\* p&lt;0.01).

が高い(初回排出量が多い)ほど上顎関節腔容積が大きくなる傾向があり, I type では Grade 3 (2.9±1.1ml) 以上で Grade 1, 2 より大きく(p<0.01, p<0.05), D type では Grade 3 (3.2±0.5ml) 以上で Grade 1 より大きかった(p<0.01)。I type, D type の同一の Grade どうしでの上顎関節腔容積の比較では, I type の Grade 1 の上顎関節腔容積(1.9±0.4ml)は, D type の Grade 1 の上顎関節腔容積(1.1±0.4ml)より有意に大きかった(p<0.05)。

### 3. PLS 法施行時の排出量の推移

Fig. 4 に示すように, I type の排出量は10ml 洗浄後(0.5±0.3ml)から有意に増大し(p<0.05), PLS 法終了後(生食100mlで洗浄後)まで排出量は増大した(p<0.01)。D type の排出量は, 10ml 洗浄後から減少し, PLS 法終了後まで排出量は減少する傾向があった。また, Table 3 に示すように I type, D type の Grade 別の排出量の推移についてみると, I type の Grade 1, 2 は10ml 洗浄後から排出量は有意に増大し(p<0.01, p<0.05), PLS 法終了後まで排出量は有意に増大した(p<0.01)。また, I type の Grade 3, 4 についてみても10ml 洗浄後から排出量は増大する傾向があった。D type は各 Grade とともに10ml 洗浄後から排出

量は減少し, その後も PLS 法終了後まで排出量は減少する傾向があった。初回排出量(PLS 法施行前の排出量)と最終排出量(PLS 法終了後の排出量)との差についてみると, D type の方が I type よりも PLS 法施行前後での排出量の差が少ない傾向があった。

### 4. PLS 法施行前後の開口域の変化

PLS 法施行前の開口域は I type が31.9±4.1mm, D type が31.3±4.1mm, PLS 法終了後は I type が39.4±3.7mm, D type が38.0±3.9mmで, PLS 法施行前, PLS 法終了後ともに I type と D type の開口域には差がなかった。また, Fig. 6 に示すようにどの Grade も PLS 法施行前よりも PLS 法終了後に開口域は増大したが, D type の Grade 1 は, PLS 法終了後に有意な開口域の増大が得られなかった。

## 考 察

顎関節症患者の開口域の改善の機序としては, 上顎関節腔の伸縮性の改善や関節包の弛緩<sup>2)</sup>などが考えられている。このため上顎関節腔内を加圧洗浄して, 上顎関節腔の伸縮性を増大させ弛緩させることによって, 開口域は改善されると推察される。本研究では, 顎関節症患者の上顎関節腔の伸縮性の違いと開口域との関

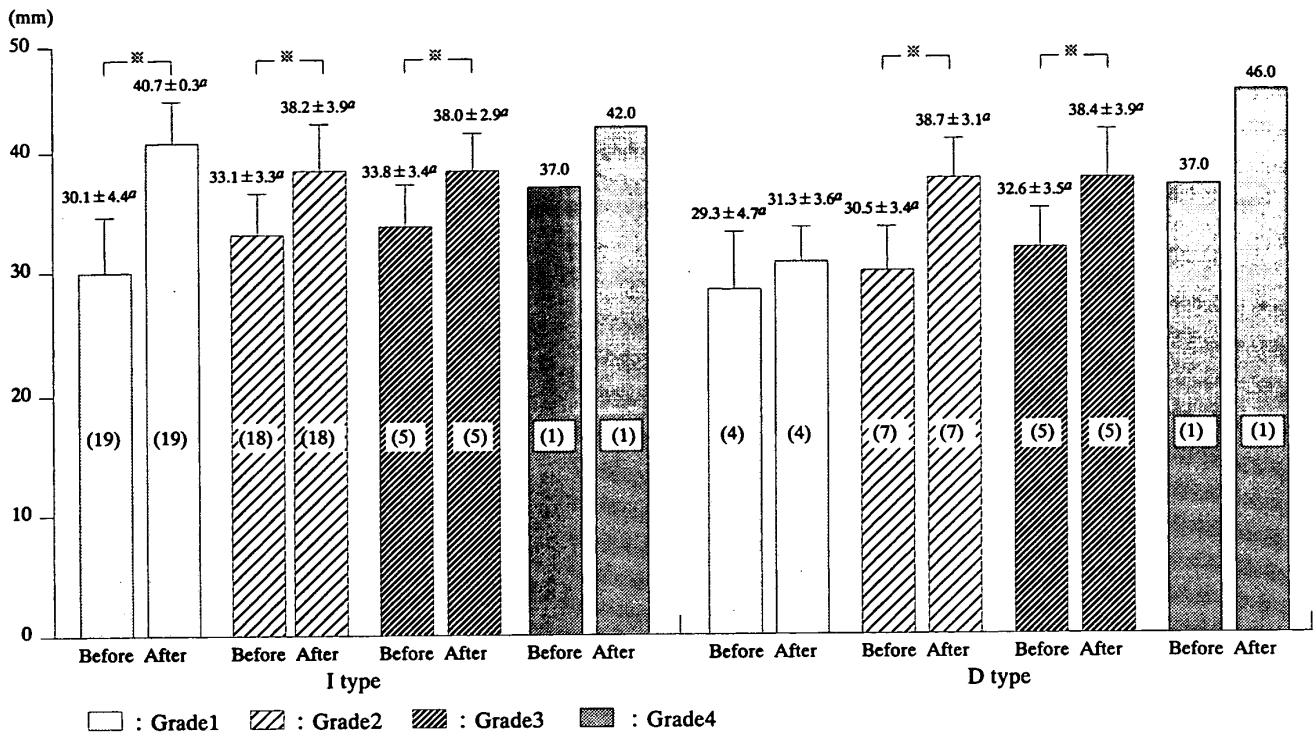


Fig. 6. Changes in range of mouth opening before and after PLS for each type and grade  
 a : mean ± SD  
 Comparison of the range of mouth opening before and after PLS (\*\*p < 0.05).  
 ( ) Indicates number of joints.

係を検索する目的で、上顎関節腔内に30.0kPaの圧力で局麻薬または生食を注入した後排出させて、上顎関節腔容積の測定、PLS法施行前の排出量（初回排出量）、PLS法終了後の排出量（最終排出量）の測定を行い、得られた結果から上顎関節腔の伸縮性の特性を力学的に検討し、開口域との関係を検索した。

### 1. 上顎関節腔内圧

本研究では、上顎関節腔容積の測定や上顎関節腔からの局麻薬または生食の排出量の測定を30.0kPaで行ったが、筆者らは、約30kPaの圧力でPLS法を行った場合には、術中に患者に不快な圧迫感を与えることがないこと、洗浄液の漏洩によって生じる皮下水腫などの合併症がないこと、高い臨床効果が得られることを確認しており<sup>1,3,4)</sup>、臨床的な観点から局麻薬や生食注入時の圧力を30.0kPaとした。

### 2. 上顎関節腔の容積と伸縮性の特性

従来の報告では、顎関節症患者の上顎関節腔の容積は1.2~4.1ml<sup>5,6)</sup>で、上顎関節腔内に癒着病変が広範囲に形成された場合は上顎関節腔容

積は減少する<sup>7)</sup>とされているが、いずれの場合も測定には指先の触知感覚で局麻薬や生食を加圧注入し、その注入量を顎関節腔容積としているため、同一の術者でも注入力の再現性の不確かさや術者間での注入力の違いなどの要因によって、測定ごとに誤差を生じると考えられる。そこで本研究で行ったように、上顎関節腔内圧が30.0kPaとなるまで局麻薬を上顎関節腔内に注入し、その注入量を測定した後に活栓で流路を切り換えて、内筒を除去したシリンジの方へ局麻薬を排出させ、注入量から排出量を差し引くことで、人為的に圧力を加えない状態（大気圧）での上顎関節腔容積の測定が可能となる。また、筆者らは上顎関節腔内の圧力を30.0kPaとした場合に、上顎関節腔内から洗浄液は漏洩しないことを臨床的に確認しており<sup>1)</sup>、測定値には洗浄液の漏洩による誤差は生じなかったと思われた。顎関節症患者の上顎関節腔容積についてみると、I type, D typeともにGradeが低い（初回排出量が少ない）ほど上顎関節腔容積は小さかった。癒着病変は緻密性線

維性組織から構成され、硝子化した組織がみられる<sup>8)</sup>ことから、癒着病変が上顎関節腔内で広範囲に形成されるほど上顎関節腔容積は減少し、上顎関節腔の伸縮性が減少すると推測された。

上顎関節腔の伸縮性の特性についてみると、上顎関節腔には PLS 法終了後に上顎関節腔内からの排出量が増大する場合 (I type) と減少する場合 (D type) があり、PLS 法を行うことによって、いずれのタイプも上顎関節腔容積が増大した。このことは I type の場合は上顎関節腔の伸縮性が増し、D type は上顎関節腔が弛緩 (塑性) したためと考えられた。このように顎関節症患者の上顎関節腔には弾性限界の違いがあったが、上顎関節腔内に線維性癒着が形成された場合には、その癒着病変が硝子化する<sup>8)</sup>ことや円板後部組織の弾性線維が減少して硝子様変性する<sup>9,10)</sup>ことが言われており、顎関節の器質的変化の度合などによって、上顎関節腔の伸縮性に違いを生じると考えられた。

I type と D type の同一の Grade どうしで上顎関節腔容積を比較した場合、Grade 2 以上 (上顎関節腔容積は 2 ml 以上) では I type と D type の上顎関節腔容積に違いはなく、ともに高い Grade (初回排出量が多い) ほど上顎関節腔容積は大きかったが、Grade 1 では I type の上顎関節腔容積 ( $1.9 \pm 0.4$  ml) は D type の上顎関節腔容積 ( $1.1 \pm 0.4$  ml) よりも有意に大きかった ( $p < 0.01$ )。以上のことから、上顎関節腔容積が 2 ml 以上の場合は、上顎関節腔容積が大きくなるほど初回排出量は増大 (伸縮性が増大) し、上顎関節腔容積が 1.9 ml 以下の場合は、上顎関節腔容積が 1.1 ml まで減少しても初回排出量 (伸縮性) に違いを生じないことが分かった。

### 3. 開口域と上顎関節腔容積および伸縮性との関係

開口域は全例とも PLS 法終了後に増大した。これは上顎関節腔を加圧洗浄すると上顎関節腔の伸縮性が増したり、弛緩したりして顎関節の可動性が改善されるためと推察されたが、D type (初回排出量より最終排出量が減少した

例) のうちの Grade 1 (初回排出量が少なく、容積が小さい例) については、PLS 法終了後も十分な開口域の増大 (改善) が得られないことが分かった。すなわち上顎関節腔の容積が約 1.0 ml 以下、初回排出量が約 0.2 ml 以下、初回排出量より最終排出量が減少する特性を有する上顎関節腔の場合は、顎関節鏡視下手術などの外科療法を考慮する際の基準の 1 つに成り得ると思われた。

## 結 論

1. 大気圧での顎関節症患者の上顎関節腔容積は  $1.8 \pm 0.8$  ml であった。

2. 顎関節症患者の上顎関節腔には PLS 法終了後に上顎関節腔からの排出量が増加する例 (I type) と減少する例 (D type) があり、このうち I type が 60 関節のうち 43 関節 (71.7%) と多かった。

3. I type, D type の初回排出量を測定した結果、I type の Grade 1, 2 (初回排出量が 0.59 ml 以下) が全体の約 60% であった。

4. 上顎関節腔容積が 2 ml 以上の場合は、上顎関節腔容積が大きくなるほど初回排出量は増大し、上顎関節腔容積が 1.9 ml 以下の場合は、上顎関節腔容積が 1.1 ml まで減少しても初回排出量に違いはなかった。

5. I type, D type とともに上顎関節腔洗浄前よりも洗浄後に開口域は増大したが、D type の Grade 1 は、洗浄前後の開口域に有意な差はなかった。

6. 顎関節症患者の上顎関節腔のうちで、上顎関節腔容積が約 1.0 ml 以下、初回排出量が約 0.2 ml 以下、初回排出量より最終排出量が減少した例は、開口域が改善されにくかった。

本論文の要旨は、第 45 回日本口腔外科学会総会 (2000 年, 10 月, 千葉), 第 55 回日本口腔科学会総会 (2001 年, 4 月, 盛岡) において発表した。

## 文 献



- 1) 大平明範, 村田尚子, 関山三郎: 顎関節症に対する上関節腔パンピング洗浄システムの考案と臨床応用. 日顎誌 13: 51-56 2001.
- 2) 近藤寿郎, 小林 馨, 鹿島隆正, 小早川元博, 堀内昌明, 田中延幸, 鈴木 聡, 中村 慎, 瀬戸皖一: 顎関節・上関節腔関節鏡視下剥離授動術の術後成績に関する臨床的検討. 口科誌 40: 249-262 1991.
- 3) 大平明範, 村田尚子, 中谷寛之, 北畠顕良, 星秀樹, 杉山芳樹, 関山三郎: 顎関節症に対する上関節腔パンピング洗浄システムの考案と臨床応用ーパンピング圧, 洗浄液の自然回収量, 洗浄効率についての比較ー(抄). 日口外誌 46: 934 2000.
- 4) 大平明範, 村田真介, 堤 陽一, 坂上公一, 佐藤理恵, 根反不二生, 杉山芳樹, 関山三郎: 上顎関節腔パンピング洗浄システム (PLS) の改良 (抄). 口科誌 50: 550-551 2001.
- 5) 大西正俊: 顎関節内穿刺法とその応用に関する臨床的研究. 日病誌 37: 14-43 1970.
- 6) 大平明範, 関山三郎, 杉山芳樹, 星 秀樹, 高橋衛: 顎関節症に対する高分子量ヒアルロン酸ナトリウム (アルツ®) 注入療法. 日口外誌 42: 1014-1019, 1996.
- 7) 大平明範, 村田尚子, 星 秀樹, 杉山芳樹, 関山三郎: 関節鏡視下剥離授動術が奏功した陳旧性顎関節頭骨折の1例. 日口外誌 46: 802-804 2000.
- 8) 陳 文熙, 瀬上夏樹, 村上賢一郎, 飯塚忠彦: 顎関節内障にみられる線維性癒着病変ー第2報: 顎関節鏡視下の生検標本における組織学的検討ー. 日口外誌 38: 1471-1472 1992.
- 9) Hall, M. B., Brown, R. W., Baughman, R. A.: Histologic appearance of the bilaminar zone in internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 58: 375-381 1984.
- 10) Isacsson, G., Isberg, A., Johansson, A. S., Larson, O.: Internal derangement of the temporomandibular joint: radiographic and histologic changes associated with severe pain. *Oral Maxillofac Surg* 44: 771-778 1986.