野田 和裕
土井 勝美*
野入 輝久
肥塚 泉**
久保 武*

市立川西病院耳鼻咽喉科

*大阪大学医学部耳鼻咽喉科学
教室

**聖マリアンナ医科大学
耳鼻咽喉科学教室

水流中の内視鏡下副鼻腔手術の試み—手術用後鼻孔バルーンの開発

後鼻孔を完全に遮蔽する手術用後鼻孔バルーンを開発し、鼻内の大量の洗浄水還流と、水流中での手術操作について検討した。

38例の慢性副鼻腔炎患者に手術用後鼻孔バルーンを装着し、術後洗浄として最大毎分1000mlの洗浄水を注入し安全性を確認し、うち10例は手術操作と術野周辺の超音波診断を試みた。

泌尿器科における経尿道的手術である Trans Urethral Resection of the Prostate (以後 TUR と略す) のような水流中の清明な視界のもとでの手術が可能で、内視鏡先端汚染防止、血液の持続除去、摘除組織の自動排出の様子を確認した。咽頭漏水は皆無で不快感もほぼなく、問題点はほぼなかった。

超音波診断では、内側壁欠損症例において眼球運動により眼窩内脂肪組織の中で視神経の動く様子が明瞭に描写でき、今後さらに画像情報を蓄積することで副損傷回避の有力手段となる可能性が示唆された。

鼻腔内を大量の洗浄水で還流することを可能としたことで、水中での手術操作、超音波診断、術中術後洗浄など今後の内視鏡下副鼻腔手術に新たな選択肢を与えられた。

キーワード：内視鏡下副鼻腔手術，水流，超音波，バルーン，副損傷

はじめに

近年、内視鏡手術の医療への貢献は目覚ましいものがある。鼻内視鏡手術も例外ではないが、術空間の観点から考えると独特と言える。閉鎖・清潔空間に空気を注入して行われる腹腔内視鏡下の手術や、洗浄水還流の中で施行される TUR、整形外科における関節鏡視下手術と異なり、開放・不潔空間の空气中で施行されるからである。

しかし、一方でもし後鼻孔を完全に遮蔽できるならば、洗浄水流中での手術操作も理論的には可能となる。

今回、我々は後鼻孔をどの程度まで遮蔽可能なのか、また遮蔽することでどのような利用法があるのかを検討した。術中、術後の洗浄や超音波診断などいくつかの利用法の中で、技術的に最も困難なものは水流中の手術操作と思われた。何故なら、組織を切除するときに血液や組織片で水中の術野が濁りやすく、それを洗い流し清明な視野を保つためには、急速な注水と排水を行い、なおかつその圧力に耐え得るバルーンの遮蔽性が求められるからである。さらに鉗子の動きを制限せず、従来どおり

自由な手術操作ができることも必要となる。

この最も難しい水流中の手術操作まで可能なシステムを確立してしまえば、その他の多くの利用法が実現できると考え、その安全性、操作性を検討し、加えて超音波診断も試みた。

対象と方法

1998年6月から1999年1月まで当科で局所麻酔で鼻内視鏡手術を行った慢性副鼻腔炎、術後鼻28症例（18～62歳、男性16例、女性12例）に手術用後鼻孔バルーンを装着した。TURの洗浄水パックを患者の約50cm上方につるし、TUR用の導管を介して、内視鏡に平行にとりつけた外径4mmのプラスチック製の注水チューブに洗浄水が流れ落ちるようにした。注水チューブは内視鏡先端の横に開口し、噴射される洗浄水が内視鏡先端汚染と内視鏡直前の術野の混濁を除去するようにした。術後洗浄として総量1000～2000mlの洗浄水を噴射した。清明な視野を得るためには導管を全開にした毎分約1000mlの流速が必要な場合もあったため、すべての症例で最低でも

図1 手術用後鼻孔バルーン

図3 注水器

図2 バルーン固定器

30秒以上の間、流速毎分約1000mlで注入して安全性を検討した。

さらに水中で手術操作を試みたところ、外径4mmのチューブが障害となり鉗子操作が著しく困難であった。そこでチューブを細くしてみると、今度は逆に十分な流速が得られないことが分かった。つまり狭い外鼻孔に内視鏡を挿入し大量の注水、排水ができる経路を設けると、自由な鉗子操作を両立させることは困難に思われた。そこで柔軟なラテックス製の注水チューブを作製し注水口を内視鏡先端の横側にとりつけた。この注水チューブは、先に使用した外径4mmの硬性チューブと同様に大量の流水が可能であり、さらに鉗子の動きに対応して柔軟に変形することと、排水は外鼻孔の隙間より溢れでた洗浄水を集めて受け取る形にすることで、手術操作の障害にならないと想定した。この注水チューブを使用して1999年1月から4月までの慢性副鼻腔炎で手術を行った10例（25～67歳、男性5例、女性5例）に対して、1000～2000mlの術後洗浄に先立ち、3000mlの洗浄水を流水中での手術操作を行い鉗子の操作性と手術可能な程度に清明な視野が保たれるかを検討した。同じ10例に超音波細径探触子（アロカ社、SSD-2000、ASU-101）を用いて超音波画像診断も試みた。

注水時間は、最小2分弱（洗浄のみの症例）、最大約15

分間（超音波診断も行った症例）であった。

以下に洗浄水還流の方法について概説する。

1. 手術用後鼻孔バルーン

従来の高圧のバルーンの外周を覆う形で、低圧柔軟なバルーンがあり、二重構造で独立に注気できるバルーンを作製した（図1）。内部バルーンは高圧で硬く、後鼻孔の特に鼻中隔後端にひっかかるため、固定性に優れ前方に引っ張っても抜けることがない。これは従来のペロクタンポンと同様の原理である。しかし、このバルーンのみでは柔軟性に欠けるために、特に後鼻孔の上方に大きな隙間ができ、遮蔽力は極めて弱い。これを補うべく外周に低圧で柔軟なバルーンを設けて、周囲粘膜を密閉する。2つのバルーンは下部で接着されているため、相互に固定しあい、外部バルーンが後鼻孔の上方へ膨脹するのを促進する一方で下方の咽頭側への膨脹するのを防げる作用をもつ。また、挿入時につかみやすい突起を設け、上下方向の目印にもなるようにした。

2. バルーン固定器

バルーンのチューブを前方に引っ張って固定するために、顔面を覆う器具を用いた（図2）。側方にある器具でチューブを挟む。鼻腔内のチューブは下鼻道を通るため術野の障害にならない。力がかかる方向である後鼻孔、外鼻孔を結ぶラインと顔面が垂直であるため安定して固定できる。

3. 注水器

大量の洗浄水を注入するためには、口径の大きなチューブが望ましいが、手術操作の障害となりやすい。そこで、柔らかい素材のチューブを使用して、手術鉗子の動きに対して、柔軟に対応できるようにした（図3、4）。

注水チューブの内径を小さくする一方で流速を大きくして、水流量を十分に保てば、より操作性が向上すると思われるが、バルーンの遮蔽力と水圧との関係を今後検討することが必要となる。

洗浄水パックと導管はTUR用のものを用い、TURと同様に患者の上方につるして洗浄水を重力落下させた。

図4 注水器に内視鏡と導管を接続したところ

図5 排水ドレーン

洗浄水パックは3リットルパック、5リットルパックなどがあり、我々は3リットルパックを使用した。

4. 排水ドレーン

鼻孔用に穴を開けた、筒状のドレーンを患者に貼った(図5)。これで、外鼻孔から溢れでた水を受けとってそのまま排出した。

結 果

手術用後鼻孔バルーンの遮蔽力については、合計38例について検討したことになるが、咽頭漏水、気道閉塞をみとめなかった。装着苦痛は1名が不快を訴え、流水による不快感を訴えた例はなかった。手術操作を試みた10例については、組織切除の時に術野が濡ることがあるが、数秒で術野は清明となりTURのように手術操作を行うことができた(図6)。鉗子操作に特に障害を感じなかった。注水中は内視鏡先端の汚染がなく、血液除去、切除組織の自動排泄などが確認された。術後洗浄(図7)では、術後に残存していた凝血塊、膿汁が除去される様子が観察された。

術中超音波診断(図8)は、中鼻甲介、下鼻甲介、鼻中隔が描写された(図9)。眼窩領域の軟部陰影も描出さ

図6 水流で満たした左鼻腔

m.T: 中鼻甲介, E: 篩骨蜂巣

中央に鉗子が見える。清明な視野で水中操作が可能である。場合により毎分1000mlの水流が必要なこともあるが、漏水は認めない。

図7 術後の洗浄(右鼻腔の水中像)

m.T: 中鼻甲介, i.T: 下鼻甲介, M: 上顎洞, B: バルーン

術野の血液は洗浄除去されている。会話により後鼻孔周囲は大きく動くがバルーンは柔軟に対応し、漏水をきたさない。

れており、眼球運動をさせると眼窩内容の動きも明瞭に描写される場合があった。しかし、どこが内直筋なのかといった詳細については今後のデータの蓄積が必要で、現段階では断定できなかった。特に眼窩内側壁欠損症例では視神経が動く状態も捉えられた(図10A, B)。

考 察

後鼻孔を完全に閉鎖することでさまざまな応用が可能ではないか、ということで今回の試みを行った。しかし、

後鼻孔閉鎖は耳鼻咽喉科の古くからの課題でもあり、決して容易ではなかった。例えば従来の鼻出血用のバルーンを手術中に装着してみたが、外鼻孔より洗浄水を注入すると一瞬で咽頭側へ流れてしまい、鼻腔内を水で満た

すことは全く不可能であった。後鼻孔の上側は尖った形になっており、バルーンを膨張しても大きな間隙が残りそこから漏水していると思われた。そこで、後鼻孔の形に対応するバルーンの作製を試みたが、従来の高圧のバルーンでは、嚥下や発語などで大きく動く後鼻孔に対応できないことが分かった。そこで、コンドームを利用し

図8 超音波細径探触子による診断(左鼻腔の水中像)
P: 超音波細径探触子, m.T: 中鼻甲介, Sep: 鼻中隔

細径探触子を水流中の鼻腔に挿入している。直径2mmであり、後部篩骨蜂巣にも容易に挿入できる。先端をセンサーが回転しており垂直平面、つまり冠状断に近い画像が得られる。

図9 超音波画像(左鼻腔)
P: 超音波細径探触子, m.T: 中鼻甲介, i.T: 下鼻甲介, Sep: 鼻中隔, Sup: 上方(頭側)

A

B

図10 超音波画像(左鼻腔)

E: 篩骨蜂巣, O: 眼窩内脂肪組織, o.n: 視神経, Sup: 上方(頭側)

左後部篩骨蜂巣にセンサーを挿入すると眼球後方の眼窩内画像がみえた。左右の眼球運動で眼球後部の視神経が動く様子が捉えられた。右方視では視神経は画像の範囲外に移動している。(A)

しかし左方視で視神経が内側に移動し画像内に明瞭にとらえられた。(B)

た柔軟なバルーンを製作した。これは複雑な後鼻孔の形にも柔軟に対応して、水面を形成することはできたが、やはり徐々に水面が低下し十分に閉鎖していることは言えなかった。頭蓋骨模型で検討したところ、従来のベロックタンポンや後鼻孔バルーンは鼻中隔の後端に引っかけて前方へ抜けない構造になっているが、鼻中隔の後端は下方にいくほど前方に短くなっており、前方から引っ張るとバルーンは下方になることが分かった。そのため後鼻孔上方を圧迫する力がほとんどかからず、むしろ咽頭側へ力が分散してしまう。このことから一重のバルーンの遮蔽力には限界があり、YAMIK カテーテルのように空気陰圧を造ることは可能であっても、大量の水流を陽圧で負荷してもなお十分な安全性をもって遮蔽するのは困難と思われた。そこで、高圧のバルーンの外部を低圧で柔軟なバルーンで覆う二重構造、独立注気のバルーンを考案した。まず内部バルーンが後鼻孔に固定され、それを土台として外部バルーンが柔軟に周囲を圧迫する。2つのバルーンは下面で接着されているために、外部バルーンは咽頭側へ膨張することを阻止され、後鼻孔上方に向かって膨張する。これにより、上方を圧迫する力が生じ、柔軟な圧着により強力な後鼻孔の遮蔽が達成できると考えられた。

バルーンの遮蔽性については、38例について検討できたため、臨床的に使用可能であろうと結論したい。

しかし、単に後鼻孔を遮蔽するだけでなく、手術操作まで可能なシステムを確立することは、さらに数段の工夫を要した。水中で手術操作をすると視野が濁るために、多量の注水により水流で洗い流しつづける必要があるが、狭い外鼻孔の中に、注水、排水の経路と内視鏡が入る空間を確保したうえで、さらに手術鉗子を自由に操作できるようにする必要があったからである。

今回は症例数は少ないながらも、技術的に手術操作まで可能であることをほぼ確認できた。

ただ、強調しておくことは、手術のすべてを水流中で行う必要は全くない、ということである。

むしろ、手術操作の大半は従来どおり空気中で行えばよい、と考える。

しかし、いったん手術操作まで可能なシステムを確立してしまえば、その他多くの応用の可能性を示唆しうる意義は大きい。

本論文の実証的なデータとしては、38例の使用において安全に後鼻孔を閉鎖しえた、という点のみであるが、それ自体が大きな達成点と考え、現時点での成果と示唆しうる用途を考察として加えたい。

1. 安全性

1) 咽頭漏水

最も重要なのは咽頭漏水に対する安全性であろう。安全性には、(1)トラブルを起こす可能性が低いこと、(2)予想外の最悪の事態においても対処できること、を考慮しておくべきと考える。

(1)については、38例で漏水がないことで安全性は高いと思われた。これにより、従来の後鼻孔バルーンのように高圧である必要はなく、むしろ柔軟な「密着」により遮蔽され则认为られた。会話や嚥下でバルーン周囲は大きく動くが、バルーンは柔軟に対応して漏水しなかった。著者自身の装着経験でも、大きく嚥下して少し咽頭が湿る感じがするだけであった。

ただ、常に患者に咽頭漏水がないか問いかける姿勢は必要と考える。

(2)は重要と考える。思いもかけないことは起こり得るのであって、絶対安全ということはない。例えばバルーンが破裂したり、固定器が壊れたりしないとは限らない。しかし、万が一洗浄水が一気に漏水しても、内視鏡を抜去すれば瞬時に注水を中止できる。今まで、排水の不備で外鼻孔から溢れた水が他方の外鼻孔や口に一気に流入する失敗があったが、患者の訴えで内視鏡を抜けば、患者は水を口に溜めてそのまま吐き出してくれた。その間の流入量は少なく、むせることもなく、そのまま水流の注入を再開できた。

さらに最悪の事態として、肺に水が侵入した場合はどうか。それでも、よほど大量でない限りまず問題はないと推測する。例えば全身麻酔に用いられるラリンジアルマスクは誤嚥性肺炎に注意が必要²⁾とされるが、それは、逆流した胃酸の肺への流入を阻止するカフがないためである。強酸は肺に重篤な障害をもたらすが、洗浄水ならば肺への侵襲は極めて少ない。手術用後鼻孔バルーンは、覚醒時使用であることと、流入するものが強酸ではない、という2つの点でラリンジアルマスクより安全と考える。

2) 気道閉塞

気道閉塞の可能性としては念頭に入れるべきと思われる。著者自身で試したところ、バルーンを逆向きにして咽頭側に膨張させ、2倍の注気量で気道閉塞が起きた。その場合、発声もできなかった。しかし、実際の手術に適用した38例では、適切な注気で問題なかった。もちろん挿入時には、常に患者に息苦しくないかと声をかけることが必要で、咽頭側からも観察することが望ましい。気道閉塞は忘れてはならない問題だが、構造上ベロックタンポンの危険を上回るものではないと思われる。

3) 血管内逆流

TUR では閉鎖空間であり、洗浄水注入で膀胱が拡張し内圧が上昇する。従って頻繁に内視鏡を抜去して排水

しなければ、圧力に応じて洗浄水が血管内に逆流し、低ナトリウム血症などにつながる事が知られている³⁾。

鼻内においては現段階では短時間の水流中操作しか行っていないために、低ナトリウム血症を検証するに至っていないが、理論的に血管内逆流が起こりうることを次に述べる。

洗浄水の注水口近傍における水圧は、洗浄水パックと出口の落差のみで決まる。鼻内手術においては、開放空間ゆえに連続的に排水されるため注水口から離れた部位での水圧は低く、注水口近傍の水圧がそのまま反映されて速やかに注水される。一方、TUR においても注水初期は膀胱内圧が低いので、注水口近傍の水圧が反映され、洗浄水は速やかに膀胱の他の空間へと流される。つまり、TUR の注水初期は鼻内手術と同じく、水還流にとっては理想的な状態である。しかし、膀胱が拡張するにつれて膀胱内圧が注水を阻止する力となる。[注水口近傍の水圧]－[膀胱内圧]の圧力で注入が行われ、注水口近傍の水圧と膀胱内圧が等しくなったとき、注水されなくなる。この状態に至るまでの間も常に注水口近傍の水圧は一定であり、他の膀胱空間より高い（高くなければ注水されない）。

一方、同じ洗浄水セットを用いるかぎり、注水口近傍の水圧は鼻内でも膀胱内でも等しい。鼻内手術で、注水口と手術面が十分に近いと噴射されるように吹きつけられ、注水口近傍の水圧、つまり TUR における最大の水圧と等しい圧力が術野にかかることになる。すなわち、TUR で起こる血管内逆流は、鼻内でも洗浄水パックの高さ、導管の抵抗、注水口と手術野との距離、血圧等の程度により引き起こされ、長時間にわたれば低ナトリウム血症も起こりうると思うのが自然である。ただ、TUR では水中での電気凝固操作に支障がないように、電界質成分のない非電導性の洗浄水を用いているが、鼻内洗浄においてその必要はなく、電界質を含む洗浄水を使用すれば低ナトリウム血症の懸念は少ない。

ここで水流速度については、鼻内使用の場合は、[水流速度]＝[注水口近傍の水圧]÷[導管の抵抗（主に導管の内径で決まる）]となるが、TUR においては、[水流速度]＝{[注水口近傍の水圧]－[膀胱内圧]}÷[導管の抵抗]となる。

4) 出血量

水流中での手術操作が長いと総出血量が分かりにくい。常時水流中での操作を余儀なくされる TUR は、総出血量も多い。鼻内手術でも、長時間の水流中操作は注意を要する。

2. 有用性

1) 術中・術後洗浄

手術後の洗浄は、術野が不潔であることから重要であろう。過去には、後鼻孔に留置したタンポンを持続吸引しながら還流消毒して有効だった⁴⁾、という報告もある。このバルーンにおいても洗浄が可能となり術後感染の予防になりうると考える。

2) 水流中の手術操作

内視鏡先端が汚染されない、術野の血液が持続的に除去される、という点で出血の多い部位の処理を短時間で済ませるのに有効と考える。洗浄水が噴射される術野で、血管内逆流が起こり得ることは先に述べたが、それは適度な水圧により出血抑制をもたらすことも意味する。また摘出組織はそのまま水流で排出される利点もあるが、操作によっては毎分 1000ml 近い洗浄水を用いなければ清らかな術野が得られないことも少なくない。手術の大部分を水中で行うとすると、大量の洗浄水を消費することになる。TUR では、これに近い流速で大量の洗浄水使用が日常的に行われており、同様にシステム化してしまえば技術的には十分可能ではある。我々は現在、TUR の洗浄水セットをそのまま使用しているが、コスト的にも安価である。しかし、水流中操作が長くなるほど TUR の短所である、大量出血、血管内逆流の危険を考慮しなくてはならない。

一方、TUR は常に水中で行わなければならないのに対し、鼻内手術では、水中、空気中どちらでも必要に応じて選べるという利点がある。

手術のすべてを水中でやる必要はなく、むしろ、大半は従来どおりの空気中の操作で十分であり、出血の多い部分で選択的に行う方が効果的と思われる。

3) 超音波診断

診断用超音波は空気を通さないが、水を満たせば鼻腔で使用できる。これは副損傷防止の観点から有望である。しかしナビゲーションシステム⁵⁾⁶⁾⁷⁾のように、全体の中で位置を把握し、腫瘍や嚢胞へ誘導する、という使用方法には不向きである。超音波は、厚い骨の向こう側は描写しにくいので、厚い骨壁内の嚢胞などの検知は困難だからである。一方で、今回、眼窩内の映像のように、センサーが危険部位に近く、内側壁が欠損しているなど副損傷の可能性が高い状態であればあるほど明瞭に描写され、直前で危険を回避させる手段となりうると考える。

リアルタイムで眼球運動を捉えられることも有利で、手術中に眼球運動をさせて、近くの軟部組織が動かないこと、また骨壁が確認できれば安全と判断できそうである。ただ、今回の鼻腔からの視神経像もおそらく最初のものでデータそのものが少なく、今後超音波画像のデータを蓄積した上での検討が必要であろう。

さらにナビゲーションシステムに対する長所をあげ

る。

(1)まずコストが極めて安い、既に細径探触子の中規模以上の病院の大半の外科などに導入されている。また新たに購入してもナビゲーションシステムより廉価である。(2)術前の準備がいらない。(3)リアルタイムの画像情報が入る。(4)ナビゲーションシステムで2mm程度⁵⁾⁶⁾⁷⁾と言われている誤差を考えなくてよい。

これらにより、ナビゲーションシステムより気軽に使い、一般の慢性副鼻腔炎や術後鼻など、副損傷回避が最重要となる手術にはむしろ実用的かもしれない。

4) 手術以外の利用可能性

後鼻孔の強力な閉鎖により、手術以外にもいくつかの利用の可能性があると思われる。

ベロックタンポンより操作が容易で、柔軟な圧迫のために長期留置可能な鼻出血用バルーンとしての利用、水流中での難治性鼻出血の部位診断、外来での洗浄処置などが考えられる。

ま と め

1. 手術用後鼻孔バルーンを用いて内視鏡下副鼻腔手術の術中、術後に大量の洗浄水還流を行い、その安全性を検討し、将来の有用性を考察した。

2. 38例全例で完全な遮蔽能力を示し、十分な安全性を示した。

3. 術中、術後洗浄の効果を期待できる。

4. 水流中の超音波診断は副損傷回避の有力手段になる可能性がある。

5. 水流中操作は、検討課題を残すが選択的使用が有用かも知れない。

文 献

- 1) Lund VJ: Endoscopic sinus surgery: the past, present and future. 日鼻誌 38: 1-14, 1999.
- 2) Nanji GM, Maltby JR: Vomiting and aspiration

pneumonitis with the laryngeal mask airway. Can J Anaesth 39: 69, 1992.

- 3) Uchida T, Ohori M, Soh S: Factors influencing morbidity in patients undergoing transurethral resection of the prostate. Urology 53: 98-104, 1999.
- 4) 竹村景史, 久保伸夫, 古川昌幸, 山下敏夫: 内視鏡下鼻内手術における鼻内還流消毒法の開発. 日耳鼻 101増刊号: 1181, 1998.
- 5) Freysinger W, Gunkel AR, Martin A, Bale RJ, Voge M, et al: Advancing ear, nose, and throat computer-assisted surgery with the arm-based ISG viewing wand: the stereotactic suction tube. Laryngoscope 107: 690-693, 1997.
- 6) Fried MP, Kleefield J, Gopal H, Reardon E, Ho B, et al: Image-guided endoscopic surgery: results of accuracy and performance in a multicenter clinical study using an electromagnetic tracking system. Laryngoscope 107: 594-601, 1997.
- 7) Hauser R, Westermann B, Probst R: Noninvasive tracking of patient's head movements during computer-assisted intranasal microscopic surgery. Laryngoscope 107: 491-499, 1997.

稿を終るにあたり、技術的な協力をいただいた株式会社高研に深謝の意を表します。

本論文の要旨は第100回日本耳鼻咽喉科学会総会(1999年5月, 仙台)において発表した。

本論文の「対象と方法」「考察」における手術用後鼻孔バルーン、バルーン固定器、注水器、排水ドレーンの構造と方法論に関する記述、並びに図1, 2, 3, 4, 5とその説明はPCT/JP99/04362からの引用であり、著作権はPCT/JP99/04362に帰属する。

(1999年7月26日受稿 2000年1月6日受理)

別刷請求先: 〒666-0195 兵庫県川西市東畦野5-21-1

市立川西病院耳鼻咽喉科 野田和裕

Endoscopic Sinus Surgery in Flowing Water

Kazuhiro Noda, M.D., Katsumi Doi, M.S.*, Teruhisa Noiri, M.D.

Izumi Koizuka, M.D.** and Takeshi Kubo, M.D.*

Department of Otorhinolaryngology, Kawanishi Municipal Hospital, Kawanishi

*Department of Otorhinolaryngology, School of Medicine, Osaka University, Osaka

**Department of Otorhinolaryngology, St. Marianna University School of Medicine, Kanagawa

A balloon has been developed that completely fills the choana, preventing water from leaking into the pharynx

even when the water is entering into the nasal cavity at a rate of 1000ml per minute. The balloon enables endoscopic sinus surgery (ESS) to be safely performed in "flowing water". This surgical technique is similar to that used in transurethral resections of the prostate because the tip of the endoscope is kept clean, and blood, debris and resected tissues are continuously removed by the water flow.

In addition, the water pressure helps to suppress bleeding. This technique enables ESS to be performed with greater ease and efficiency.

We have performed ESS in flowing water on 38 patients with chronic sinusitis under local anaesthesia. No complications, such as water leakage into the pharynx, were encountered, and only a few patients felt discomfort from the insertion of the balloon. Even if the balloon had burst, an emergency could have been easily prevented by withdrawing the endoscope from the nasal cavity and stopping the flow of water.

Ultrasonography (USG) was used to examine the water-filled nasal cavity during surgery (SSD-2000 and Micro Tip Radial (ASU-101); Aloka, Ltd., Japan). Using USG, the middle turbinate, the inferior turbinate and the nasal septum could be visualized in a single coronal image. When the sensor was in the posterior ethmoid sinus, the orbit and its optic nerve could also be visualized. Since this surgery is performed under local anesthesia, eye movements can rapidly alter the position of the optic nerve. Thus, visualization of the optic nerve's exact position is extremely important.

Unfortunately, USG is not very useful for localizing structures and guiding the surgeon to distant tumors or cysts located behind thick bones, since ultrasound can not penetrate hard masses or bones. In this situation, navigation systems are more reliable than USG. Nevertheless, USG is often useful for depicting surgical sites, especially during a crisis, if the medial wall of the orbit is thin or if the skull base has been broken, exposing the dura. USG can also provide early warning of an impending complication.

USG also has several practical advantages over navigation systems: the cost of USG is much lower, preparation for surgery is unnecessary, visual information can be obtained in real time, and measurement accuracy (estimated to be about 2mm for navigation systems) is not a consideration. Thus, USG can be easily used to avoid complications in most surgeries for chronic sinusitis.

Flowing water also allows the nasal cavity to be completely washed and sterilized at the end of the surgery. This not only prevents post-operative infection, but enables sinus function to be more quickly recovered. In addition, the pressure from the balloon also prevents post-operative nasal hemorrhaging. This allows patients to be safely discharged from the hospital at an earlier time.

The balloon can also be used for non-surgical purposes. For example, emergent epistaxis can be easily stopped by the insertion of this balloon, even if the doctor is not an otorhinolaryngologist. In addition, the balloon's soft pressure allows it to be left in the nose for long periods without any complications.

We conclude that this simple balloon, which we have named the "Noda Balloon", is extremely useful for nasal treatments.

Key words : endoscopic sinus surgery, flowing water, ultrasound, balloon, complications