

การรักษาภาวะนอนกรนและการหยุดหายใจ ขณะหลับจากการอุดกั้น โดยการใส่วัสดุปลูกฝังบริเวณเพดานอ่อน

ชัยรัตน์ นิรันดร์รัตน์ พ.บ., ว.ว.โสต ศอ นาสิก ลาริงซ์วิทยา*

บทคัดย่อ

การใส่วัสดุ polyethylene terephthalate บริเวณเพดานอ่อนจำนวนสามชิ้น ทำให้เพดานอ่อนมีความตึงตัวมากขึ้น และมันคงไม่ยุบตัวง่าย ช่วยลดการสั่นสะเทือนที่ทำให้เกิดเสียงกรนลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้เนื้อเยื่อเพดานอ่อนคงตัว ไม่หย่อนลงไปปิดทางเดินหายใจ ทำให้ลดการอุดกั้นทางเดินหายใจลง การรักษาด้วยวิธีนี้จัดว่ามีความปลอดภัย มีภาวะแทรกซ้อนน้อย สามารถให้การรักษาเพียงครั้งเดียว และได้ผลดีในการรักษาภาวะนอนกรนและการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีการหายใจติดขัด การรบกวนนอนผิดปกติ และการนอนกรนลดลง นับว่าเป็นอีกทางเลือกใหม่ของผู้ป่วยนอนกรนและหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ที่สามารถเข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยนอกภายใต้การใช้จ่ายเฉพาะที่

Abstract

Palatal Implant for Snoring and Obstructive Sleep Apnea

Chairat Neruntarat MD

Department of Ophthalmology-Otolaryngology, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University

The palatal implant involves the placement of three, tiny woven polyethylene terephthalate into the soft palate. This insertion decreases vibration of the soft palate that causing snoring and obstructive sleep apnea. This technique is designed to secure and provide structural support for the soft palate instead of removing tissue. The palatal implant is safe and effective as a treatment for snoring and mild to moderate obstructive sleep apnea. After implantation, majority of the patient experiences significant improvement in respiratory disturbance index, daytime sleepiness and snoring intensity with less morbidity than the traditional treatments. Then, it provides a new option which can be performed under local anesthesia as an outpatient basis, for sleep-related breathing disorders.

Key words: palatal implant, snoring, obstructive sleep apnea

*ภาควิชาโสต ศอ นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทนำ

การนอนกรนก่อให้เกิดปัญหาทั้งกับตนเองและผู้ที่อยู่ใกล้ชิด คนที่มีภาวะนอนกรนจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ หลายโรค เช่น โรคความดันโลหิตสูง¹ โรคหัวใจ² โรคสมอง โรคอัมพฤกษ์อัมพาต^{3,4} โรคสมรรถภาพทางเพศเสื่อม⁵ โรคหยุดหายใจขณะหลับ⁶ โรคเบาหวาน⁷ หลับในง่าย⁸ ปวดศีรษะตอนเช้า⁹ หลับไม่สนิท เมื่อตื่นขึ้นมาก็รู้สึกอ่อนเพลีย หงุดหงิดง่าย ง่วงนอนบ่อยๆ เหมือนคนอดนอน นอกจากนี้ยังทำให้คนข้างเคียงนอนไม่หลับไปด้วย

เสียงกรนที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการสั่นสะเทือนของเนื้อเยื่อในลำคอ เนื่องจากทางเดินหายใจตั้งแต่จมูกลงไปถึงคอมีการตีบแคบ โดยเฉพาะเวลาที่นอนหลับ เมื่อมีลมหายใจเข้าออกผ่านช่องทางเดินหายใจที่แคบ จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนขึ้นในช่องคอ¹¹ ภาวะดังกล่าวพบในผู้ชายมากกว่าผู้หญิงพบในคนอ้วนมากกว่าคนผอม นอกจากนี้ยังพบได้มากในผู้ป่วยที่มีโรคภูมิแพ้จมูกอักเสบ, ต่อมทอนซิลโต และมีคางเล็ก ผู้ป่วยเหล่านี้จะมีช่องทางเดินหายใจในส่วนคอแคบกว่าคนปกติ ในคนไทยพบผู้ป่วยนอนกรนประมาณร้อยละ 22-40^{12,13} ซึ่งใกล้เคียงกับในรายงานของต่างประเทศที่พบได้ประมาณร้อยละ 13-35¹⁴⁻¹⁶

ผู้ป่วยนอนกรนมีความรุนแรงที่แบ่งออกได้เป็นสามระดับดังนี้¹⁷

ระดับที่ 1 นอนกรนในท่านอนหงาย เมื่อนอนตะแคงจะทำให้อาการดีขึ้น

ระดับที่ 2 นอนกรนในทุกท่านอน แม้กระทั่งนั่งหลับก็มีเสียงกรน

ระดับที่ 3 นอนกรนและมีภาวะหยุดหายใจขณะหลับ (sleep apnea) หรือง่วงนอนมากผิดปกติในตอนกลางวัน (daytime sleepiness) ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้จะเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ตามมาหลายโรค

เมื่อได้รับการตรวจรักษา แพทย์จะประมวลประวัติ ตรวจร่างกายทั่วไป ตรวจร่างกายทางหู คอ จมูก และตรวจหาสาเหตุร่วมที่ทำให้ผู้ป่วยนอนกรนในระดับรุนแรงขึ้น เช่น โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ โรคหืด โรคกรดไหลย้อน¹⁸ โครงสร้างของกระดูกใบหน้าเล็ก คางเล็ก ต่อมทอนซิล ต่อมอะดีโนออยด์ โดยเฉพาะในผู้ป่วยเด็ก¹⁹ เป็นต้น จากนั้นแนะนำให้ผู้ป่วยตรวจการนอนหลับ (sleep test) เพื่อหาระดับความรุนแรงของโรค, ดูลักษณะการนอนหลับ, การหายใจ, ระดับออกซิเจนในเลือด, ความดังของเสียงกรน โดยเฉพาะในกรณีที่น่าสงสัยว่าจะมีการหยุด

หายใจร่วมด้วย และค้นหาว่าสมองมีภาวะขาดออกซิเจนมากน้อยเพียงใดในขณะนอนหลับ จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลเหล่านี้อย่างละเอียด เพื่อประกอบการรักษาต่อไป

การรักษาภาวะนอนกรน และการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น

ผู้ป่วยสามารถดูแลรักษาได้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีอนุรักษ์ ซึ่งทำให้อาการนอนกรนลดลงได้ โดยการนอนตะแคง ลดน้ำหนัก งดสูบบุหรี่ งดดื่มสุรา หลีกเลี่ยงการทำงานหรือการออกกำลังกายที่หักโหมจนเกินไป งดยาแก้แพ้ประสาท หลีกเลี่ยงยาที่มีฤทธิ์ทำให้ง่วง ใช้น้ำพลาสเตอร์ขยายปีกจมูก ใช้ฟันยางป้องกันการนอนกรน²⁰ ใช้เครื่องช่วยหายใจซีแพพ (CPAP: continuous positive airway pressure)²¹ เมื่อการรักษาวิธีอนุรักษ์ไม่ได้ผลจึงมีการแนะนำให้ผู้ป่วยเข้ารับการผ่าตัด ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

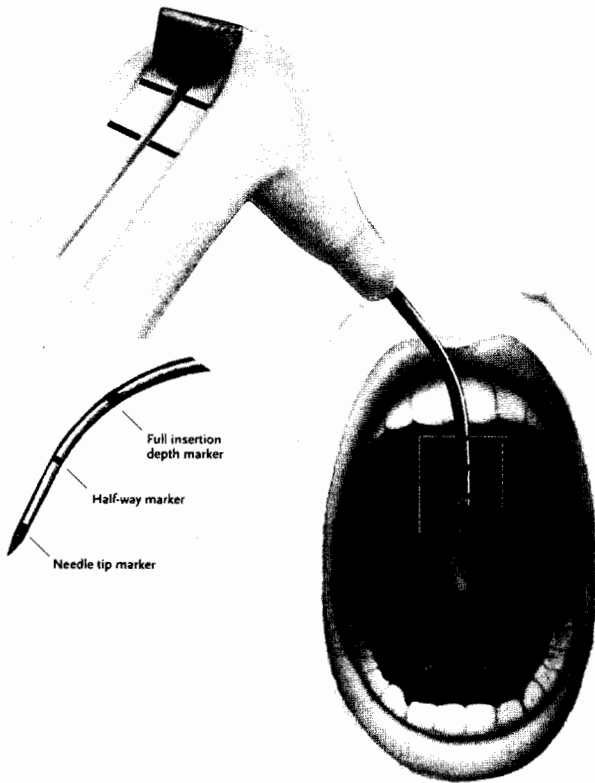
1. การผ่าตัดขยายขนาดคอหอยหลังช่องปาก (oropharynx) ได้แก่ uvulopalatopharyngoplasty²², laser-assisted uvulopalatoplasty²³ และ uvulopalatal flap²⁴ วิธีนี้จะทำให้ลมหายใจเข้าออกดีขึ้น ลดการนอนกรนและการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นได้

2. การผ่าตัดขยายขนาดคอหอยส่วนกล่องเสียง (hypopharynx) ได้แก่ lingualplasty²⁵, genioglossus advancement²⁶, hyoid myotomy²⁷ การผ่าตัดเหล่านี้ผู้ป่วยจะมีอาการปวดแผลประมาณ 1 สัปดาห์

3. การรักษาด้วยคลื่นวิทยุ บริเวณเนื้อเยื่อเพดานอ่อน, ลิ้นไก่ และโคนลิ้น ที่กีดขวางทางเดินหายใจ โดยใช้การฉีดยาชาเฉพาะที่^{28,29} คลื่นวิทยุนี้จะทำให้เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในสันสะเทือนมีความร้อนประมาณ 50-80 องศาเซลเซียส เมื่อเนื้อเยื่อยุบตัวลง ลมหายใจเข้าออกมีมากขึ้น การนอนกรนและการหยุดหายใจขณะหลับลดลง วิธีนี้ผู้ป่วยต้องมารับการรักษาซ้ำ 2-3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 เดือน ใช้เวลาในการรักษาค้าง 15-20 นาที และจะมีอาการเจ็บเล็กน้อยใน 2-3 วันแรก ผู้ป่วยสามารถกลับบ้านได้ภายหลังการรักษา

4. การรักษาด้วยด้ายพิลลาร์ (pillar) วิธีนี้จะปลูกฝังด้ายพิลลาร์ที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์ไว้ในบริเวณเพดานอ่อน ซึ่งจะทำให้เพดานอ่อนมีการตึงตัว ลดการสั่นสะเทือน ทำให้ลดการนอนกรน และลดการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ใช้เวลาในการรักษาเพียง 10-20 นาที มีอาการเจ็บแผลเล็กน้อย 2-3 วัน การปลูกฝังนี้สามารถทำได้แบบผู้ป่วยนอกโดยใช้การฉีดยาชาเฉพาะที่ สำหรับขั้นตอนในการรักษานั้น จะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ ใส่ด้ายไว้ในเครื่องมือที่ปลายด้านหนึ่ง

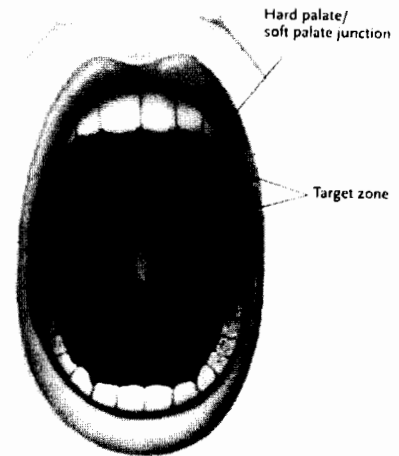
เป็นด้ามจับ และอีกปลายด้านหนึ่งเป็นหัวเข็ม (รูปที่ 1) จากนั้น ปักส่วนที่เป็นหัวเข็มเข้าไปในเพดานอ่อนขณะที่ผู้ป่วยอ้าปาก (รูปที่ 2) เมื่อปักเข็มไว้ในเพดานอ่อนแล้ว จะฝังวัสดุสามชิ้นไว้ในบริเวณเพดานอ่อน ใต้รอยต่อของเพดานแข็งและเพดานอ่อน (รูปที่ 3) วัสดุที่ถูกปลูกฝังนี้จะอยู่ในชั้นกล้ามเนื้อ (รูปที่ 4,5) โดยแต่ละชิ้นมีระยะห่างกันประมาณ 2 มม. จะได้พื้นที่ของการฝังเป็นแผงยาวป้องกันการลั่นสะดือ



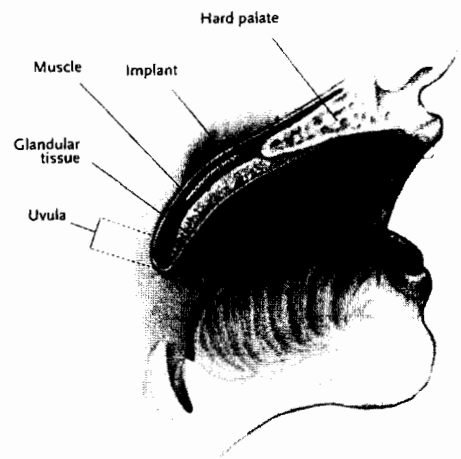
รูปที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ใส่วัสดุที่ต้องการวางไว้ในบริเวณเพดานอ่อน



รูปที่ 2 ขณะใส่วัสดุบริเวณเพดานอ่อน



รูปที่ 3 วางวัสดุไว้บริเวณเพดานอ่อนในชั้นกล้ามเนื้อใต้รอยต่อของเพดานแข็งและเพดานอ่อน



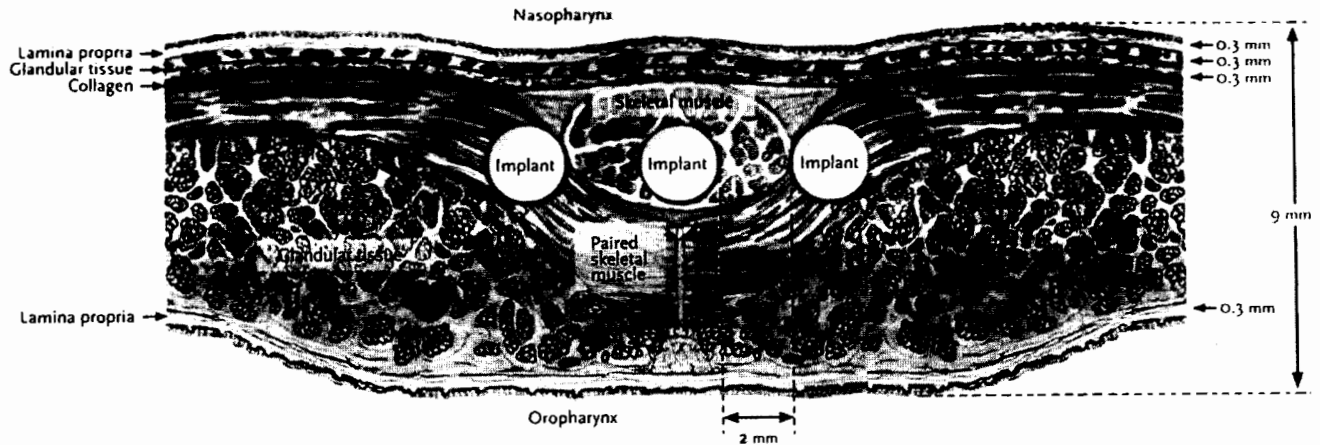
รูปที่ 4 ภาพด้านข้างวัสดุอยู่ในชั้นกล้ามเนื้อ

คุณลักษณะของด้ายฟิลลาร์

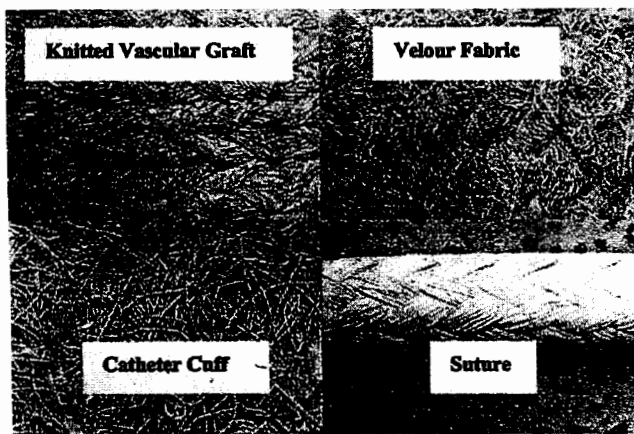
ด้ายฟิลลาร์ ที่ใช้ในการปลูกฝังบริเวณเพดานอ่อนนี้ ทำมาจาก polyethylene terephthalate (PET) เป็น linear, aromatic polyester ของบริษัท Dacron® มีสูตรทางเคมีดังนี้ - (O-CH₂-CH₂-O-CO--CO-O) -

วัสดุดังกล่าวนี้ ถูกนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคต่างๆ มากกว่า 50 ปี โดยมีลักษณะการใช้ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้ (รูปที่ 6)

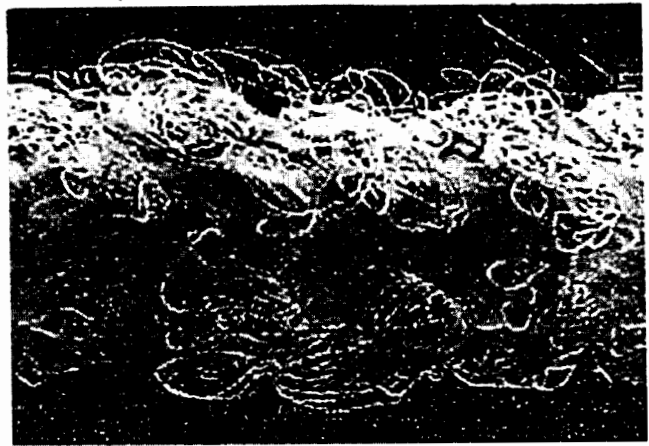
1. สิ่งใช้เย็บ (suture)³⁰
2. แผ่นตาข่ายสังเคราะห์ สำหรับปลูกฝังในร่างกาย (surgical mesh)³¹



รูปที่ 5 ภาพตัดขวางแสดงตำแหน่งที่ใส่ไว้ในชั้นกล้ามเนื้อ



รูปที่ 6 ลักษณะของ polyethylene terephthalate ที่มีใช้แบบต่างๆ



รูปที่ 7 ลักษณะของ polyethylene terephthalate ที่ใช้เป็นวัสดุใส่ไว้ที่เพดานอ่อนมีรูพรุนให้เนื้อเยื่อแทรกเข้าไป

3. หลอดเลือดเทียม (vascular graft)³²
4. ปลอกสำหรับเย็บ (sewing cuff) โดยรอบของลิ้นหัวใจเทียม³³
5. สายสวนร่างกายผ่านทางผิวหนัง (percutaneous catheter)³⁴

Polyethylene terephthalate นี้มีคุณสมบัติทางชีวภาพที่สำคัญได้แก่ การมี bio stability ที่ดี³⁵ ส่งเสริมเนื้อเยื่อของร่างกายให้งอกเข้ามาในวัสดุ³⁶ ทำให้มีการเพิ่มมากขึ้นของเส้นใยเหนียว (fibrotic response)³⁷ และมีผลข้างเคียงน้อย³⁸ ด้ายฟิลลาร์ที่ใช้ในการรักษานี้ จะมีรูพรุน (pore) ขนาดเล็กจำนวนมาก (รูปที่ 7) ช่วยทำให้เนื้อเยื่อของร่างกายยึดติดกับวัสดุได้ดี ด้ายฟิลลาร์นี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม. ยาว 18 มม. บรรจุอยู่ในชุดอุปกรณ์สำหรับปลูกฝัง (delivery tool) ที่มีหัวเข็มขนาดเบอร์ 14 G เมื่อปลูกฝังวัสดุดังกล่าวแล้ว

เพดานอ่อนมีความตึงตัวเพิ่มมากขึ้น (stiffening) จากการที่มีพังพืด (fibrosis) มาหุ้มล้อมรอบ

ข้อบ่งชี้ของการรักษาด้วยวิธีปลูกฝังด้ายฟิลลาร์

1. นอนกรนเป็นประจำ (habitual snoring)
2. นอนกรนซึ่งส่งผลให้ผู้อื่นได้รับความเดือดร้อน (social snoring)
3. หยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง

ข้อห้ามของการรักษาด้วยวิธีปลูกฝังด้ายฟิลลาร์

1. เพดานอ่อนมีความขยายน้อยกว่า 2.5 ซม.
2. ผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 18 ปี

โรคแทรกซ้อนที่อาจพบภายหลังการปลูกฝังด้ายพิลลาร์

1. กลืนลำบาก

2. เกิดการกัดเซาะเนื้อเยื่อ ทำให้วัสดุทะลุออกมานอกเพดานอ่อน

3. อุดกั้นทางเดินอาหาร

4. สำลัก

5. การติดเชื้อ

6. เพดานอ่อนบวม

7. ระคายคอ ปวดแผล

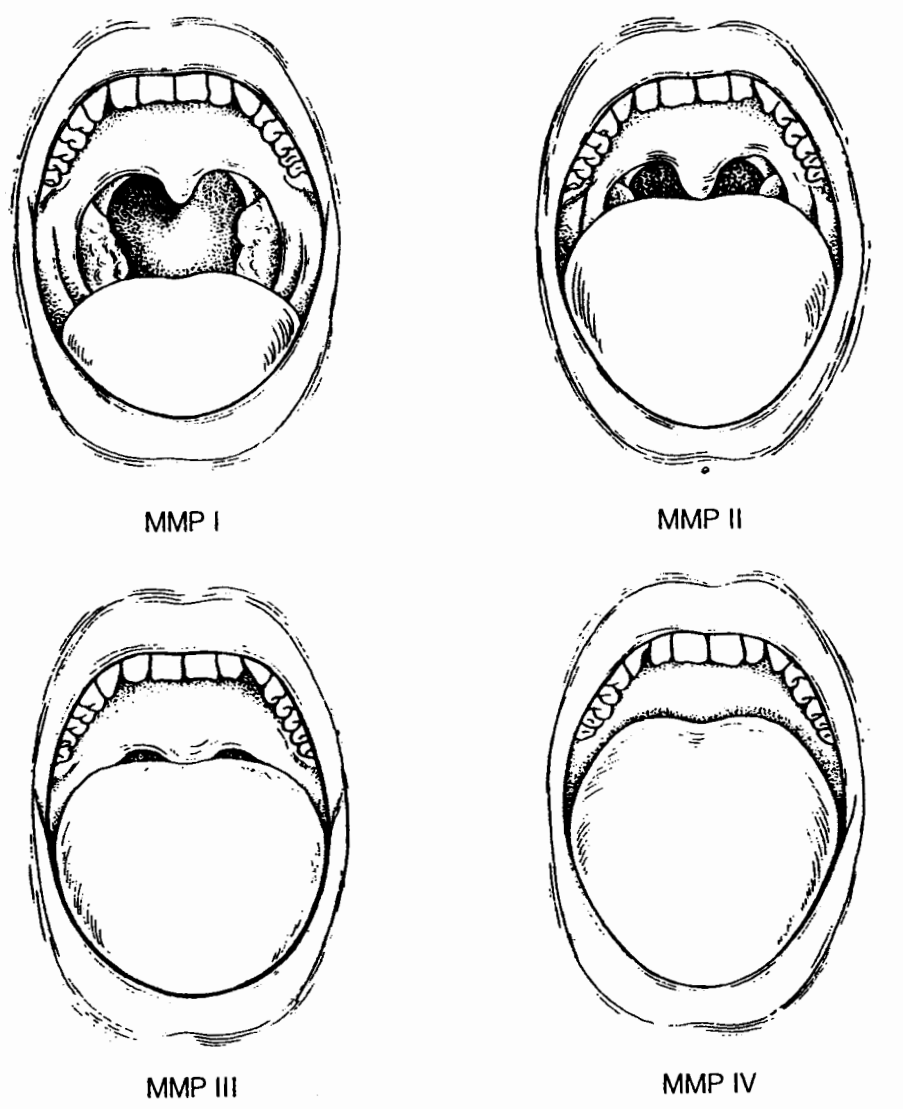
8. เสียงหรือการรับรสเปลี่ยน

9. แพ้วัสดุที่ใช้

โรคแทรกซ้อนเหล่านี้พบได้น้อยมาก และมีอันตรายที่ไม่รุนแรง นอกจากนี้ยังไม่พบภาวะทางเดินหายใจอุดตัน หรือภาวะเลือดออกมากผิดปกติ

ผลการรักษาด้วยวิธีปลูกฝังด้ายพิลลาร์

การรักษาด้วยวิธีดังกล่าวนี้ ทำให้การนอนกรนลดลงมากกว่าร้อยละ 50 จนไม่ก่อความรำคาญ ได้ผลดีในผู้ป่วยร้อยละ 78 เมื่อติดตามผู้ป่วยในระยะยาวประมาณ 1 ปี ผู้ป่วยมีอาการกลับเป็นซ้ำประมาณร้อยละ 10³⁹ สำหรับการรักษาผู้ป่วยที่มีการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น จำนวน 36 คน พบว่า ร้อยละ 64 (23 ใน 36 คน) มีดัชนีการรบกวนการหายใจ (respiratory disturbance index: RDI) ลดเหลือน้อยกว่า 10⁴⁰ ผู้ป่วยที่ได้ผลดีจะเป็นผู้ป่วยที่มีการอุดกั้นบริเวณเพดานอ่อนเมื่อตรวจด้วยวิธี modified Mallampati classification อยู่ในระดับ 1-2 (รูปที่ 8) นอกจากนี้เมื่อมีค่อมทอนซิลโตหรือโคนลิ้นโต ถ้าให้รักษาร่วมกันไปด้วยจะทำให้ได้ผลการรักษาที่ดีขึ้น สำหรับผลการรักษาในระยะยาวของการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น ยังต้องติดตามผลการรักษาต่อไป



รูปที่ 8 วิธีการนี้ได้ผลในผู้ป่วยที่มีช่องคอกว้างหรือ modified Mallampati class 1, 2 (ภาพที่หนึ่งและสองทางด้านซ้ายมือ)

สรุป

การรักษาอนกรนและการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นมีหลายวิธี การใช้ตัวอุดปากฝั่งบริเวณเพดานอ่อน จะช่วยลดการสั่นสะเทือนและเปิดทางเดินหายใจช่วงบน เป็นการรักษาวิธีใหม่ที่สามารถทำได้ง่าย ปลอดภัย ได้ผลดีในผู้ป่วยที่มีการอุดกั้นทางเดินหายใจบริเวณเพดานอ่อน

เอกสารอ้างอิง

- Gislason T, Benediktsdottir B, Bjorsson JK. Snoring, hypertension and the sleep apnea syndrome. An epidemiology survey of middle-aged woman. *Chest* 1993; 103: 1147-51.
- Koskenvuo M, Kaprio J, Telakivi T. Snoring as a risk factor for ischemic heart disease and stroke in men. *BMJ* 1987; 294: 16-9.
- Palomaki H, Partinen M, Erkinjuntti T, Kaste M. Snoring, sleep apnea syndrome, and stroke. *Neurology* 1992; 42: 75-82.
- Partinen M, Palomaki H. Snoring and cerebral infarction. *Lancet* 1985; 2: 1325-6.
- Seftel AD, Strohl KP, Loyer TL, Bayard D, Kress J, Netrer NC. Erectile dysfunction and symptoms of sleep disorders. *Sleep* 2002; 25: 643-7.
- Chaudhary BA, Speir WA. Sleep apnea syndromes. *South Med J* 1982; 75: 39-45.
- Boethel CD. Sleep and the endocrine system: New associations to old diseases. *Cur Opin Pulm Med* 2002; 8: 502-5.
- Guilleminault C, Stoohs R, Duncan S. Snoring I. Day-time sleepiness in regular heavy snorers. *Chest* 1991; 99: 40-8.
- Sand T, Hagen K, Schrode H. Sleep apnea and chronic headache. *Cephalalgia* 2003; 23: 90-5.
- Fairbanks DNF. Snoring: A general overview with historical perspectives. In: Fairbanks DNF, Mickelson SA, Woodson BT, editors. *Snoring and obstructive sleep apnea*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p.1-17.
- Lugaresi E, Cirignotta F, Coccagna G, Baruzzi A. Snoring and the obstructive apnea syndrome. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1982; 35: 421-30.
- ชัยรัตน์ นิรันดร์รัตน์, รวีวรรณ ศรีเพ็ญ. การนอนกรนของผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร. *เวชสารคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 2544; 8: 138-43.
- สมยศ คุณจักร. การนอนกรนและหยุดหายใจขณะหลับจากภาวะอุดกั้นทางเดินหายใจ snoring and obstructive sleep apnea. ใน: สุภาวดี ประคุณหังสิต, สมยศ คุณจักร, บรรณาธิการ. *ตำราโรค คอ นาสิกวิทยา*. กรุงเทพฯ: โฮลิสติกพับลิชชิ่ง; 2544. หน้า 420-35.
- Norton P, Dunn EV. Snoring as a risk factor or disease: An epidemiological survey. *BMJ* 1985; 291: 630-2.
- Gislason T, Aberg H, Trube A. Snoring and systemic hypertension. An epidemiological study. *Acta Med Scand* 1987; 222: 415-21.
- Young T, Palta M, Dempsey J. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med*. 1993; 328: 1230-5.
- Lugaresi E, Mondini S, Zocconi M. Staging of heavy snore disease. A proposal. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983; 19: 590-640.
- willich CW, Pierson DJ, Hofeldt FD, Lufkin EG, Weil JV. Ventilatory control in myxedema and hypothyroidism. *N Engl J Med* 1975; 292: 662-5.
- Suen JS, Arnold JE, Brooks LJ. Adenotonsillectomy for treatment of obstructive sleep apnea in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 121: 525-30.
- รัชดาพร อัจฉริยาเพ็ชร. Mandibular advancement รักษาผู้ป่วยหยุดหายใจขณะหลับ. *เวชสารคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 2546; 10: 122-8.
- McEvoy RD, Thornton AT. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome with nasal continuous positive airway pressure. *Sleep* 1984; 7: 313-25.
- Fujita S, Conway W, Zorick F, Roth T. Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive

- sleep apnea syndrome: Uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1981; 89: 923-34.
23. ชัยรัตน์ นิรันดร์รัตน์. การรักษาอาการนอนกรนด้วยเลเซอร์วิธีใหม่. *เวชสารคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 2538; 2: 51-60.
24. Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. A reversible uvulopalatal flap for snoring and sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996; 19: 593-9.
25. Woodson BT, Fujita S. Clinical experience with lingualplasty as part of the treatment of severe obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992; 107: 40-8.
26. Li KK, Riley RW, Powell NB, Troell RJ. Obstructive sleep apnea surgery: Genioglossus advancement revisited. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 1181-4.
27. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea and the hyoid: A revised surgical procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 111: 717-21.
28. Blumen MB, Dehan S, Fleury R, Hausser-Hauw C, Chabolle F. Radiofrequency ablation for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2002; 112: 2086-92.
29. Li KK, Powell NB, Riley RW, Guilleminault C. Temperature-controlled radiofrequency tongue base reduction for sleep disordered breathing: Long-term outcomes. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2002; 127: 230-4.
30. Homsy CA, McDonald KE, Akers WW, Short C, Freeman BS. Surgical suture-canine tissue interaction for six common suture types. *J Biomed Mater Res* 1968; 2: 215-7.
31. Klinge U, Klosterhalfen B, Conze J, Limberg W, Obolenski B, Ottinger A. Modified mesh for hernia repair that is adapted to the physiology of the abdominal wall. *Eur J Surg* 1998; 164: 951-61.
32. Lindenauer S, Weber T, Miller T, Ramsburgh S, Salles C, Kahn S. The use of velour as a vascular prosthesis. *Biomedical Engineering* 1976; 11: 301-6.
33. Tweden K, Cameron JD, Razzouk A, Holmberg W, Kelly S. Biocompatibility of silver-modified polyester for antimicrobial protection of prosthetic valves. *J Heart Valve Dis* 1997; 6: 553-61.
34. von Recum AF. Applications and failure modes of percutaneous devices: A review. *J Biomed Mater Res* 1984; 18: 323-36.
35. Greenwald D, Shumway S, Albear P, Gottlieb L. Mechanical comparison of 10 suture materials before and after in vivo incubation. *J of Surgical Research* 1994; 56: 372-7.
36. Feldman D, Hultman S, Colaizzo R, von Recum A. Electron microscope investigation of soft tissue ingrowth into Dacron velour with dogs. *Biomaterials* 1983; 4: 105.
37. Muller K, Dasbach G. The Pathology of vascular grafts. *Current Topics in Pathology* 1994; 86: 273-306.
38. Brun J, Bordenave L, Lefebvre F, Bareille R, Barbie C, Rouais F. Physical and biological characteristics of the main biomaterials used in pelvic surgery. *Biomed Mat and Engineering* 1992; 2: 203-25.
39. Maurer JT, Hein G, Verse T, Hormann K, Stuck BA. Long-term results of palatal implants for primary snoring. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133: 573-8.
40. Friedman M, Vidyasagar R, Bliznikas D, Joseph NJ. Patient selection and efficacy of pillar implant technique for treatment of snoring and obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 134: 187-96.