

平成 21 年 5 月 25 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18209044

研究課題名（和文） 組織工学の手法を用いた代用気管の開発

研究課題名（英文） Development of Artificial Trachea with the use of *in situ Tissue Engineering*

研究代表者

中村 達雄 (NAKAMURA TATSUO)

京都大学・再生医科学研究所・准教授

研究者番号：70227908

研究成果の概要：生体内で自己組織を再生させるという *in situ Tissue Engineering* の手法を用いて、臨床応用可能で安全な人工気管の開発を行った。気道を支える軟骨に相応する部分は非吸収性のポリプロピレンステントを用いた自己組織再生型の人工気管を改良し、これをビーグル犬で効能と安全性を評価することにより、性能の向上に直結する技術革新につながった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	15,800,000	4,740,000	20,540,000
2007 年度	13,700,000	4,110,000	17,810,000
2008 年度	8,400,000	2,520,000	10,920,000
年度			
年度			
総計	37,900,000	11,370,000	49,270,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・胸部外科学

キーワード：人工気管、再生医学、組織工学、コラーゲン、バイオマテリアル

1. 研究開始当初の背景

従来のノンポーラスチューブ方式の代用気管は、半世紀にわたる研究にもかかわらず悉く失敗に終わった。この反省に基づき、我々は全く新しい発想に立った代用気管開発を 1980 年代後半から着手し、近年ようやく臨床応用に成功した。我々の自己組織再生型代用気管の成功は世界に先駆けたもので海外においても注目を集めていた。

シリコンチューブを用いた人工気管は 1960 年代に米国で研究開発がすすめられ、一時は Neville 型人工気管として市販されたこともあった。しかしながらシリコンチューブ型の代用気管は 3 ヶ月以内に吻合部の縫合不全が必発することがわかり、現在では

臨床では全く使われていなかった。

メッシュ材を用いて気管壁を再建する試みも 1980 年代からアメリカで進められた。これはポリプロピレン製のハードメッシュで気管再建用に売り出され、気管再建に使われた時期があった。しかしハードメッシュは剛性が強すぎて周囲の大血管からの出血で患者が死亡する事故が相次ぎ、使われなくなってしまった。

再生医学とりわけ組織工学 (Tissue Engineering) の手法で気道を再建する研究も 1990 年代から始まっている。米国のハーバード大学のグループが培養室のシャーレの中で軟骨などの細胞を培養して組織をつくり、できた組織を移植する手法を用いてい

る。すでに羊の鼻中隔から採取した軟骨細胞で気管と同じ直径を持つ軟骨管を作ること成功している。ところがこういった組織は体内に移植すると環境が変わるために、せっかく埋め込んでも退縮してしまうことが判明してきた。実際ハーバードのグループがこのTissue Engineeringの手法でつくった軟骨管の実験では、気管を再建された羊が全例二週間以内に死亡するという惨憺たる結果に終わっていた。

2. 研究の目的

本研究はこれまで我々が開発してきた自己組織再生型人工複合材料を用いて胸部外科領域の臨床で安全に使用し得る代用気管を開発することを目的とした。

気管は気道という外界と生体との接点に位置するため、常に異物を排除しようとする生体の作用や感染、痰の貯留などきわめて厳しい条件下に置かれる。このため1940年代から始まった人工物による気管の再建研究に於いても、臨床に安全に使い得る人工気管は世界的にも皆無であった。我々は生体親和性の高いコラーゲンと人工材料をグラフト重合させた上にコラーゲンをコーティングしたコンポジットを用いて代用気管を作製し、動物実験において有用性・安全性を確認してきた。その結果2002年より京都大学医学部倫理委員会の審査を経て、現在までにすでに5例の患者に使用して良好な結果を得ている (Omori, K., Nakamura, T., et al. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 113: 623-627, 2004)。しかしながらいずれも耳鼻科領域の頸部気管の再建であり、胸部外科領域の再建で安全に使える人工気管の改良を行いたいと考えた。

本研究において**胸部外科領域での置換に耐え得る代用気管の完成を目指す**。

そこで、本研究課題の具体的な目標は次の3点である。

- (1) 気密性の向上のためのコラーゲンコーティング法の改良
- (2) 自己幹細胞の導入による早期組織
- (3) 長軸方向に伸縮能をもつ代用気管の開発

平成19、20年度にはさらに、臨床での需要の多い左主気管支の置換モデルと長区間の置換用の人工気管を開発し、動物実験による安全性の確認を行うとともに、胸部外科領域での臨床治験を行うことを目指した。

3. 研究の方法

(1) 新しい代用気管の作成

代用気管のコラーゲン部分をアモルファスコーティングから微細繊維型ゲルの状態に改良して、組織再生を促進する。さらに現在は螺旋状に入っているステントの形状を改良して、輪状やU字型のステントを一体成形させた代用気管を試作した。縦隔内気管再建に耐える気密性のある代用気管にするため、コラーゲンの密度を向上させ剥離しにくい構造にした。

(2) 自己幹細胞の応用による上皮化・組織化の促進

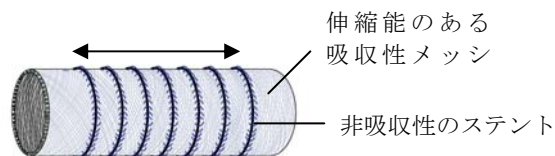
再生組織工学の手法をもちいて自己骨髄より間葉系幹細胞を術前に増殖させておき、気管再建手術時に代用気管のコラーゲン部分に散布することによって早期の組織化や上皮化が起こるかどうかを検討した。骨髄刺穿液を直接コラーゲンスポンジ部に散布したグループとの比較も行った。

(3) 人工気管の大網内埋殖と有茎移植手技の開発

気管の早期組織化の試みとして、大網内に自己組織再生型人工気管を埋め込んでその病的検討をおこなったのち、大網動静脈をつけたままで縦隔内・胸部への移植を行った。動脈は内胸動脈に吻合した。ビーグル犬6頭を用いて、6ヶ月目に血管造影を行った後に屠殺して病理組織学的に気道再建部位における組織再生を評価した。

(4) 長軸方向に伸縮する代用気管の設計と試作

生体内分解性高分子繊維製の伸縮性メッシュを作成してそれにポリプロピレンのステントで補強して生体気管と同じ耐圧物性をもった代用気管を作った。周囲のマトリックスはコラーゲンの微細繊維型ゲルをもちいる。初期物性として長軸方向の伸縮能を有しているのみならず組織再生後にできた再生気管が長軸方向に伸縮性があるか検討した。分解性メッシュが吸収された後、組織内に残ったポリプロピレンステントが組織を支えて気道の虚脱を防ぐ力学強度を保持できるか否かが極めて興味深い。メッシュの至適な線維密度と織り方も含めて方法論を確立した。



長軸方向に伸縮能をもつ人工気管の開発

生体内吸収性の伸縮性のあるメッシュを用いて人工気管のフレームを作り、それにポ

リプロピレンのステントを輪状に等間隔で固定したものを設計した。この人工気管は伸縮性のメッシュを作る技術が大学にはなく、この技術を持った研究協力企業を捜している。

(5) 動物（ビーグル犬）実験による気管再建実験と機能評価

試作した代用気管を *in vitro* で物性の評価をして、動物実験に耐えると判断されたモデルからビーグル犬への埋入実験を開始した。埋入後は気管支鏡を用いて定期的に観察を続ける。周囲臓器とりわけ大血管に損傷を起こさないかは、プロボフォルで麻酔をかけたビーグル犬のMR撮像を行って確認した。

4. 研究成果

現在の組織工学の手法では、長期にわたり力学物性が低下しない信頼性の高い再生気管軟骨を作ることは *in vitro*、*in vivo* を問わず極めて困難である。かりに培養室で十分な初期強度をもつ気管軟骨を組織工学の手法で作っても、体内に移植した後に変性萎縮すれば直ちに患者の生命に関わる。そこで我々は生体親和性が高く長期にわたる埋入でも変性しない高分子材料ポリプロピレンで軟骨の気道保持機能を代行させる全く新しい代用気管を開発した。ポリプロピレンのメッシュは腹壁ヘルニアの補強材として30年以上の臨床実績があり生体内で劣化せず安定であることが確かめられている。

ノンポーラスタイプの人工気管が失敗に終わった原因は、異物である人工材料と外界のインターフェイスにあった。すなわち人工気管が上皮化せずにチューブが外界である気道に面していたため生体は異物であるチューブを体外に reject し続けたのである。そこで我々は代用気管を生体と一体化させて外界と異物とのインターフェイスをなくすような人工気管を設計した。この点が従来の人工気管と根本的に異なる。

これを可能にしたのが人工材料にコラーゲンをグラフト重合させ、複合化させることによって高度の生体親和性を付与する技術である。この技術は我々が世界に先駆けて開発した技術であり、この再構成繊維化コラーゲンは高い生体親和性を有することが確かめられている。これを組織再生の足場に用いることにより埋入早期から代用気管を素早く自己組織に取り込ませ、再建部気管内面を上皮で被覆することが可能になった。さらに従来のメッシュ式人工気管が宿命的に持つ

ていた術直後の空気漏れの問題も克服することができるようになった。

こういった技術が臨床で実際患者の手術に使えるようになったのは、工学部の高分子材料学部門、材料物性部門との長年にわたる密接な研究協力によるものである。京都大学再生医科学研究所は、工学部の高分子研究部門との連携のもと、常に新しい高分子材料の医学応用に取り組んできた。本研究課題でも生体内分解性ポリマーメッシュをつかった伸縮する代用気管の開発を三つの達成目標の一つに挙げたが、こういった開発研究も世界でも他に例がない独創的なものであった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 21 件)

1. Nakamura, T., Sato, T., Araki, M., Ichihara, S., Nakada, A., Yoshitani, M., Itoi, S., Yamashita, M., Kanemaru, S., Omori, K., Hori, Y., Endo, K., Inada, Y., Hayyakawa, K.: *In situ* Tissue Engineering for the tracheal reconstruction using a luminal-remodeling type of artificial trachea. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* (in press) 査読有
2. Araki, M., Tao, H., Sato, T., Nakajima, N., Nagayasu, T., Nakamura, T.: Development of a new tissue-engineered sheet for reconstruction of the stomach. *Artif Organs* (in press) 査読有
3. Omori, K., Nakamura, T., Kanemaru, S., Magruffov, A., Yamashita, M., Shimizu, Y.: *In situ* Tissue Engineering of the cricoid and trachea in a canine model. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 117:609-13 (2008) 査読有
4. Omori, K., Tada, Y., Suzuki, T., Nomoto, Y., Matsuzuka, T., Kobayashi, K., Nakamura, T., Kanemaru, S., Yamashita, M., Asato, R.: Clinical application of *in situ* tissue engineering using a scaffolding technique for reconstruction of the larynx and trachea. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 117: 673-8 (2008) 査読有
5. Ohno, T., Hirano, S., Kanemaru, S., Yamashita, M., Umeda, H., Suehiro, A., Nakamura, T., Ito, J.: Expression of extracellular matrix proteins in the vocal folds and bone marrow derived stromal cells of rats. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 265:669-674 (2008) 査読有
6. Sato, T., Tao, H., Araki, M., Ueda, H., Omori, K., Nakamura, T.: Replacement of the left main bronchus with a Tissue-Engineered prosthesis in a canine model. *Ann Thorac Surg* 86: 422-428 (2008) 査読有
7. Sato, T., Nakamura, T.: Tissue-engineered

- airway replacement. *Lancet* 372: 2003-4 (2008)
8. Nomoto, Y., Koayashi, K., Tada, Y., Wada, I., Nakamura, T., Omori, K.: Effect of fibroblasts on epithelial regeneration on the surface of a bioengineered trachea. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 117: 59-64 (2008) 査読有
 9. Yamashita, M., Kanemaru, S., Hirano, S., Magruffov, A., Tamaki, H., Tamura, Y., Kishimoto, M., Omori, K., Nakamura, T., Ito, J.: Tracheal regeneration after partial resection: A tissue engineering approach. *Laryngoscope.* 117: 497-502 (2007) 査読有
 10. Yamashita, M., Kanemaru, S., Hirano, S., Tamura, Y., Umeda, H., Ohno, T., Suehiro, A., Omori, K., Nakamura, T., Ito, J.: A regenerative approach for partial tracheal defects, an in vivo canine model. *Inflammation and Regeneration* 27: 570-574 (2007) 査読有
 11. Yamashita, M., Omori, K., Kanemaru, S., Magruffov, A., Tamura, Y., Umeda, H., Kishimoto, M., Nakamura, T., Ito, J.: Experimental regeneration of canine larynx: a trial with tissue engineering techniques. *Acta Otolaryngol.* 557:66-72(2007) 査読有
 12. Yoshitani, M, Fukuda, S., Itoi, S., Morino, S., Tao, H., Nakada, A., Inada, Y., Endo, K., Nakamura, T.: Experimental repair of phrenic nerve using a polyglycolic acid and collagen tube. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 133: 726-32 (2007) 査読有
 13. 大森孝一、中村達雄、多田靖宏、野本幸男、鈴木輝久、小林 謙、佐藤 聡、金丸眞一、安里 亮、山下 勝：気道の再生と臨床応用。分子呼吸器病。 10: 72-75 (2006)査読無
 14. 大森孝一、中村達雄、多田靖宏、野本幸男、鈴木輝久、金丸眞一、安里 亮、山下 勝：甲状腺癌治療における気道の再生医療。再生医療。 5: 89-93 (2006) 査読無
 15. 大森孝一、多田靖宏、松塚 崇、野本幸男、鈴木輝久、中村達雄、金丸眞一、安里 亮、山下 勝、田中信三：喉頭・気管狭窄の再生治療。日本気管食道科学学会会報。 57:153-154 (2006) 査読無
 16. Kishimoto, M., Kanemaru, S., Yamashita, M., Nakamura, T., Tamura, Y., Tamaki, H., Omori, K., Ito, J.: Cranial bone regeneration using a composite scaffold of beta-tricalcium phosphate, collagen, and autologous bone fragments. *Laryngoscope.* 116: 212-216 (2006)査読有
 17. Kobayashi, K., Nomoto, Y., Suzuki, T., Tada, Y., Miyake, M., Hazama, A., Kanemaru, S., Nakamura, T., Omori, K.: Effect of fibroblasts on tracheal epithelial regeneration in vitro. *Tissue Eng.* 12: 2619-28 (2006) 査読有
 18. Tao, H., Araki, M., Sato, T., Morino, S., Kawanami, R., Yoshitani, M., Nakamura, T.: Bronchoscopic treatment of postpneumonectomy bronchopleural fistula with a collagen screw plug. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 132: 99-104 (2006) 査読有
 19. Nakase, Y., Hagiwara, A., Nakamura, T., Kin, S., Nakashima, S., Yoshikawa, T., Fukuda, K., Kuriu, Y., Miyagawa, K., Sakakura, C., Otsuji, E., Shimizu, Y., Ikada, Y., Yamagishi, H.: Tissue engineering of small intestinal tissue using collagen sponge scaffolds seeded with smooth muscle cells. *Tissue Eng.* 12: 403-412 (2006) 査読有
 20. Nomoto, Y., Suzuki, T., Tada, Y., Kobayashi, K., Miyake, M., Hazama, A., Wada, I., Kanemaru, S., Nakamura, T., Omori, K.: Tissue Engineering for regeneration of the tracheal epithelium. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 115: 501-6 (2006) 査読有
 21. Morino, S., Toba, T., Araki, M., Azuma, T., Tsutsumi, S., Tao, H., Nakamura, T., Nagayasu, T., Tagawa, T.: Noninvasive assessment of pulmonary emphysema using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Exp Lung Res.* 32: 55-67 (2006) 査読有
- [学会発表] (計 38 件)
1. Sato, T., Nakada, A., Nakajima, N., Nakamura, T.: Biodegradable polymer coating tissue-engineered airway prosthesis. 京都大学再生医科学研究所設立 10 周年記念国際シンポジウム(2008.12.4 Kyoto)
 2. 中村達雄: Tissue Engineeringによる最先端医療. 平成 20 年度学術講演会. (2008.11.17 福島)
 3. Nakamura, T., Nakada, A., Sato, T., Araki, M., Ichihara, S., Shigeno, K., Inada, Y., Endo, K.: Application of *in situ* Tissue Engineering for artificial trachea. American Society for Artificial Internal Organs, 54th Annual Conference (2008.6.19-21 San Francisco)
 4. 中村達雄: 生体内再生の呼吸器領域への臨床応用. 第 31 回日本呼吸器内視鏡学会学術集会(特別講演) (2008.6.13-14 大坂)
 5. Sato, T., Sakai, H., Hamakawa, H., Takahashi, A., Date, H., Nakamura, T.: New surgical approach for COPD: Covering lung with an elastic net. American Thoracic Society International Conference (2008.5.16-21 Toronto, Canada)
 6. 中村達雄: in situ Tissue Engineering (生体内再生) の呼吸器領域への臨床応用. 第

- 7 回肺分子病態研究会（特別講演）
（2008.1.12 福岡）
7. Nakamura, T.: in situ Tissue Engineering and its clinical application. TERMIS-AP 2007 (2007.12.3-5 Tokyo)
 8. 劉愉、王群、鄭如恒、Nakamura Tatsuo: 不使用免疫抑制剤の冷凍保存気管同種移植の実験研究. 中華医学会第7次全国胸心血管外科学術会議（2007.11.15-18 蘇州）
 9. 末廣 篤、金丸眞一、岸本 曜、木谷芳晴、梅田裕生、田村芳寛、平野 滋、中村達雄、伊藤壽一：バクテリアセルロースを用いた早期気管粘膜再生の試み. 第10回日本組織工学会（2007.11.8-9 東京）
 10. 梅田裕生、金丸眞一、山下 勝、田村芳寛、大野恒久、末廣 篤、平野 滋、中村達雄、大森孝一、伊藤壽一：骨再生誘導法を取り入れた犬頭蓋骨再生. 第10回日本組織工学会（2007.11.8-9 東京）
 11. 末廣 篤、金丸眞一、岸本 曜、木谷芳晴、梅田裕生、田村芳寛、平野 滋、中村達雄、伊藤壽一：バクテリアセルロースを用いた組織工学的気管粘膜再生の試み. 第59回日本気管食道科学会総会ならびに学術講演会（2007.11.1-2 前橋）
 12. 中村達雄：再生医療の現状と近未来. 福島県立医科大学・平成19年度学術講演会（2007.10.22 福島）
 13. 中村達雄：生体内再生（in situ Tissue Engineering）技術の臨床応用. 第48回日本組織細胞化学会総会・第39回日本臨床分子形態学会総会 合同学術集会シンポジウム（2007.9.28-29 甲府）
 14. Sato, T., Araki, M., Ichihara, S., Fukuda, S., Nakamura, T.: A tissue-engineered prosthesis for the replacement of the left main bronchus. International Symposium on Regenerative Medical Therapy (2007.9.19-20 Kyoto)
 15. Umeda, H., Kanemaru, S., Yamashita, M., Suehiro, A., Tamura, Y., Hirano, S., Nakamura, T., Omori, K., Ito, J.: Tissue engineered canine cranial bone regeneration with the concept of guided bone regeneration. 2007 TERMIS-EU Meeting (2007.9.4-7 London)
 16. Kanemaru, S., Yamashita, M., Umeda, H., Ohno, T., Suehiro, A., Hirano, S., Tamura, Y., Omori, K., Nakamura, T., Ito, J.: Behavior of implanted bone marrow derived stromal cells. 2007 TERMIS-EU Annual Meeting (2007.9.4-7 London)
 17. 中村達雄：*in situ* Tissue Engineeringの呼吸器外科への臨床応用. 第30回日本呼吸器内視鏡学会 九州支部総会（2007.8.24 長崎）
 18. 佐藤寿彦、中村達雄、高橋鮎子、陳豊史、阪井宏彰：慢性閉塞性肺疾患に対する新しい外科的治療法の可能性. 第10回伊豆レスピロロジーフォーラム（2007.8.24 伊豆）
 19. 梅田裕生、金丸眞一、山下 勝、末廣 篤、大野恒久、田村芳寛、平野 滋、中村達雄、大森孝一、伊藤壽一：骨再生誘導法を取り入れた組織工学的犬頭蓋骨再生. 第28回日本炎症・再生医学会（2007.8.2 東京）
 20. Nakamura, T., Ichihara, S., Nakada, A., Satoh, T., Itoi, S., Shigeno, K., Kanemaru, S., Inada, Y., Fujikawa, T., Moroi, K., Endo, K.: An artificial nerve (biodegradable nerve guide tube) and peripheral nerve regeneration. American Society for Artificial Internal Organs, 53rd Annual Conference (2007.6.7-9 Chicago)
 21. Ohno, T., Hirano, S., Kanemaru, S., Tamura, Y., Yamashita, M., Umeda, H., Suehiro, A., Nakamura, T., Ito, J.: Hepatocyte growth factor delivery system for the treatment of vocal fold scarring in a canine model. The 2007 annual meeting of the American Broncho-Esophagological Association. (2007.4.27 San Diego)
 22. Kanemaru, S., Nakamura, T., Yamashita, M., Umeda, H., Ohno, T., Hirano, S., Ito, J., Omori, K.: The behavior of the autologous bone marrow derived stromal cells implantation in the vocal fold on healing process. The 2007 annual meeting of the American Broncho-Esophagological Association. (2007.4.27 San Diego)
 23. Nakamura, T., Inada, Y., Hagiwara, A., Kanemaru, S.: In situ Tissue Engineering on Regeneration of Peripheral Nerves. 第107回日本外科学会定期学術集会（2007.4.11-13 大阪）
 24. Kanemaru, S., Yamashita, M., Umeda, H., Ohno, T., Suehiro, A., Hirano, S., Omori, K., Nakamura, T., Ito, J.: The Destiny and the behavior of the autologous bone marrow derived stromal cells implanted into the vocal fold. CDB symposium 2007 (2007.3.26 Kobe)
 25. 中村達雄：再生医療を応用した気管形成の臨床応用. 第19回関東小児外科症例検討会（2007.3.17 東京）
 26. 中村達雄：*in situ* Tissue Engineeringの胸部外科への臨床応用. 医工学フォーラム - 2006年度特別学術講演会-（2007.2.21 京都）
 27. 中村達雄：*in situ* Tissue Engineeringとその

- 臨床応用. 第 3 回癌治療への再生医療応用研究会 (2006.10.19 東京)
28. 中村達雄: in situ Tissue Engineering とその臨床応用. 第 15 回日本形成外科学会基礎学術集会 (2006.10.12-13 埼玉)
29. 野本幸男、小林 謙、多田靖宏、鈴木輝久、佐藤 聡、和田郁夫、金丸眞一、中村達雄、大森孝一: 気管由来線維芽細胞を含有したハイブリッド人工気管モデル. 第 58 回日本気管食道科学会 (2006.10.5-6 札幌)
30. 野本幸男、小林 謙、多田靖宏、佐藤 聡、岡野 渉、和田郁夫、中村達雄、大森孝一: 線維芽細胞を組み合わせたハイブリッド人工気管作製の試み. 第 9 回日本組織工学会 (2006.9.7-8 京都)
31. 山下 勝、金丸眞一、平野 滋、田村芳寛、梅田裕生、大森孝一、中村達雄、伊藤壽一: コラーゲン被覆ポリプロピレンメッシュと大腿筋膜を用いたイヌ声門の再生. 第 9 回日本組織工学会 (2006.9.7-8 京都)
32. 中村達雄、佐藤寿彦、市原理司、小林丈士、中田 顕、荒木政人、田尾裕之、上田寛樹、遠藤克昭、東 高志、稲田有史、早川克己: 組織再生型人工気管の 6 年間長期観察. 第 27 回日本炎症・再生医学会 (2006.7.11-12 東京)
33. 金丸眞一、山下 勝、梅田裕生、田村芳寛、大野恒久、大森孝一、平野 滋、中村達雄、伊藤壽一: 声帯再生を目的に移植された自己骨髄由来間葉系細胞の生体内動態の検討. 第 27 回日本炎症・再生医学会 (2006.7.11-12 東京)
34. 野本幸男、鈴木輝久、多田靖宏、小林 謙、三宅将生、狭間章博、和田郁夫、中村達雄、金丸眞一、大森孝一: 上皮細胞層を有するハイブリッド人工気管作製の試み. 第 27 回日本炎症・再生医学会 (2006.7.11-12 東京)
35. 山下 勝、金丸眞一、梅田裕生、田村芳寛、大森孝一、中村達雄、伊藤壽一: 気管部分切除モデルに対する組織工学的再生. 第 27 回日本炎症・再生医学会 (2006.7.11-12 東京)
36. Omori, K., Tada, Y., Suzuki, T., Nomoto, Y., Nakamura, T., Kanemaru, S., Yamashita, M., Asato, R.: Clinical application of in situ tissue engineering for the laryngeal and tracheal tissue. 127th American Laryngological Association (2006.5. 19-20 Chicago)
37. Kanemaru, S., Yamashita, M., Magruffov, A., Umeda, H., Tamura, T., Omori, K., Nakamura, T., Ito, J.: Tissue engineered regeneration of recurrent laryngeal nerve by two types of artificial nerve conduits. 127th American Laryngological Association (2006.5.19-20 Chicago)
38. 野本幸男、鈴木輝久、多田靖宏、小林 謙、三宅将生、狭間章博、中村達雄、大森孝一: 上皮細胞層を有するハイブリッド型人工気管の作製. 第 107 回日本耳鼻咽喉科学会総会 (2006.5.11-13 東京)
- [図書] (計 1 件)
1. 森野茂行、永安 武、中村達雄: 肺気腫. 「細胞増殖因子と再生医療」(編: 松本邦夫、田畑泰彦、メディカルレビュー社) 101-105 (2006)
- [その他]
- ホームページ
<http://www.frontier.kyoto-u.ac.jp/ca04/index.html>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 中村 達雄 (NAKAMURA TATSUO)
 京都大学・再生医科学研究所・准教授
 研究者番号: 70227908
- (2) 研究分担者
 平成 18 年度～19 年度
 岩田 博夫 (IWATA HIROO)
 京都大学・再生医科学研究所・教授
 研究者番号: 30160120
 堤 定美 (TSUTSUMI SADAMI)
 京都大学・再生医科学研究所・教授
 研究者番号: 00028739
 瀧川 敏算 (TAKIGAWA TOSHIKAZU)
 京都大学工学 (系) 研究科 (研究院)・教授
 研究者番号: 50201603
- (3) 連携研究者
 平成 20 年度
 岩田 博夫 (IWATA HIROO)
 京都大学・再生医科学研究所・教授
 研究者番号: 30160120
 瀧川 敏算 (TAKIGAWA TOSHIKAZU)
 京都大学工学 (系) 研究科 (研究院)・教授
 研究者番号: 50201603