

と、体温よりやや高いものを使い分けるのがよい。前者は体温が母相であり、Ms 点以下の温度で変形させ、生体内に挿入されると、体温に達し、記憶された形状に戻る。後者は体温よりやや高い温度が母相であり、Ms 点以下の室温中で変形させ、体内に移植後、外部より、体温よりやや高い温度に金属のみを選択的に加熱することにより母相となり、記憶された形状に戻る。このとき、周囲の生体組織が熱傷をおこすことなく、体内の金属のみを選択的に加熱する方法として、われわれは、東芝メディカルの協力により高周波誘導加熱装置を開発した。

従来の金属やセラミック材によるセメントを使用しない人工関節を挿入するとき、あらかじめ、人工関節よりやや小さい形状に正確に骨切除を行なわねばならず、形状はおのずから制限される。しかし、TiNi の形状記憶効果を応用すれば、骨切除範囲が不正確であっても、骨と人工関節間が強固に固着されるばかりでなく、たとえ、骨腔の形状が複雑であっても、人工関節全体を骨内に固着させることも可能である。また長管骨腔内に挿入される部分を超弾性の性質の TiNi 合金を用いると、これは骨の弾性に近く、生物学的になじみがあるばかりでなく、力学的にもなじみがあり、骨に対して好影響を与えることになる。このように TiNi 材を人工関節のみならず整形外科インプラント材料に応用すれば、今までに不可能であった新しい手術法が数多く生み出される^{6,8)}。

文 献

- 1) 大西啓靖, ほか: セラミック人工股関節症例報告. 整形外科セラミック・インプラント・コロキウム, 1979.
- 2) 大西啓靖, ほか: アルミナセラミック脛骨補綴材, 1979.
- 3) 大西啓靖, ほか: アルミナセラミック人工臼蓋症例報告. 整形外科セラミック・インプラント・コロキウム, 1979.
- 4) 大西啓靖, ほか: 整形外科金属インプラント移植後の周辺組織観察所見について. 中部整災学会誌 22 (5): 978, 1980.
- 5) 大西啓靖, ほか: セラミック人工足関節の経験. 整形外科セラミック・インプラント・コロキウム, 1980.
- 6) 大西啓靖, ほか: 形状記憶合金の整形外科的応用の可能性. 整形外科 32 (9): 1088, 1981
- 7) 大西啓靖, ほか: Application de la céramique monocristal Al_2O_3 à la chirurgie orthopédique. Rev. Chir. Orthop. 67(Suppl. II): 66, 1981.
- 8) 大西啓靖, ほか: 形状記憶合金 (TiNi) の整形外科的応用. 第 54 回日整会, 1981.
- 9) 敷田卓治, ほか: Wide clinical application of single crystal and polycrystal alumina ceramic

implants in orthopaedic surgery. Proceeding of 1st World Biomaterial Congress, 3, 2, 1, 1980.

- 10) 敷田卓治, ほか: Erfahrungen bei peripheren Osteosynthesen mit monokristallinen Alumina-Keramik-Schrauben. Z. Orthop. 118: 975, 1980.
- 11) 敷田卓治, ほか: Herstellung and Klinische Anwendung von Alumina-Keramik-Implantaten in der Orthopädie, Implantate und Transplantate in der Plastischen und Wiederherstellungschirurgie, pp. 244-248, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.

*

*

● 感覚器—この 1 年の進歩

館 障
機械技術研究所

この 1 年の進歩で最もきわだったものをあげるとすれば、感音性難聴用の埋込み型聴覚補綴 (人工内耳, implanted cochlear protheses) の研究であろう。

Hochmair-Desoyer らは、正円窓 (round window) を介し鼓室階に 22 から 25 mm 程度挿入しうる 8 チャンネルの Pt-Ir 製刺激電極を開発した¹⁾。その多電極やディスク型単電極などを用いて聾のボランティアに実際に埋め込み音声の弁別実験を行なったところ、1-99 の数字を単電極の刺激で訓練することなく、読唇を併用せずに 38% の正解率で伝えられたという²⁾。現在、密閉シール型の埋込み可能かつ汎用な 8 チャンネル電極に改良している。これにより、外部の可搬型音声情報処理装置を組み合わせることにより、どのような音声処理を行なえば、最も良く音声情報を伝えうるかが実験的に求まるわけで、その方向で研究が進められている³⁾。

それらは、薄膜ハイブリッド技術を応用したものであるが、スタンフォード大学のグループも、IC 技術を応用して埋込み可能な微小電極の開発を行なう一方、バイポーラや CMOS キットあるいはカスタム CMOS チップなどを用いるための条件などを検討している^{4,5)}。

そのほかにも各国で聴覚補綴に関するレビューや検討⁶⁻⁸⁾、さらには実際の研究が多数行なわれはじめており^{9,10)}注目される。

わが国においては人工内耳の研究は報告されていないが、中耳の伝音機構障害者のために信頼性の高い超小型補聴器を埋め込んで音声を入耳に直接機械的な振動として伝えるいわゆる人工中耳の研究が通産省の委託研究として進められている¹¹⁾。

視覚に関しては、従来から大脳の視覚領を直接刺激する際に生ずる閃光を利用して映像情報を伝えようとする試みがユタ大学からコロンビア大学に移った Dobelle らを中心として行なわれていたが、1978年12月の implantation の手術¹²⁾以来の報告はない。特筆すべきは、米国以外でも同様の研究が始まりつつある^{13,14)}ことであろうが、やはり Dobelle らがかかえていたのと同様の実用性、安全性、研究の発展性などの問題をかかえていることに変わりない。

電極を生体に埋め込む、いわゆる埋込み型感覚補綴は、生体と機械の整合性に関する十分な知見を必要とし、その完全実用化にはまだ多くの時間を要すると思われる。とくにこのことは視覚において著しい。

一方、失われた感覚器の持っていた能力を典型的ないくつかの機能に分離し、目的別、機能別に工学的手段での補助を実現し、問題を解決していこうとする研究が感覚代人工学の分野でとくに視覚を中心として盛んである¹⁵⁾。

視覚の機能を大別すれば、読み書きといったコミュニケーションと、単独の自由行動を補助するモビリティとに分けられる。

前者については、すでに米国においては、Kurzweil Reading Machine が製品化されており、1979年12月現在で米国のほぼ全州とカナダ、英国、オーストラリアあわせて150台以上の装置が、図書館、リハビリテーションセンタ、医療センタ、学校などに設置され実用化している¹⁶⁾。わが国でも、通産省の製品科学研究所を中心として研究が進められており完成が待たれる。

それに対して、歩行補助装置は、まだ解決すべき基本的な問題を多くかかえている。実用化をめざした研究開発としては、従来の Kay の SONICGUIDE や、MOWAT SENSOR など海外で製品化されているものを国産化し改良して使いやすいものにするための開発研究が通産省の委託で行なわれている¹⁷⁾。

基礎的な研究としては、種々の歩行補助器の情報提示方式を定量的に評価しようとする試みや¹⁸⁾、聴覚視を積極的に利用しようとする立体聴覚の研究¹⁹⁾、また、盲導犬を一つのモデルとして、より高度な歩行誘導機械をめざした研究²⁰⁾など幅広い立場からのアプローチ^{21,22)}が行なわれている。

上述の情報を機械から伝達する手段の一つに経皮電気刺激を利用する方法があり研究が盛んである。従来からの被験者が静止した状態での情報伝達の基礎研究はほぼ終了し^{23,24)}被験者がたとえ手動制御系をオペレートしている際の情報伝達特性を求めると²⁵⁾といった実際の使用状態に近い状態での基礎研究へと移行している。

なお、1980年は、Hellen Keller の生誕100年にあたり6月に彼女のゆかりの地 Boston で Centennial Congress が盛大に開催されたが²⁶⁾、本年1981年は、国際障害者年にあたり、感覚補綴や感覚代行あるいは感覚補助装置をめ

ぐって多くの特集号や特別セッションが学会等で企画されている²⁷⁾。

ME 学会でも第20回大会で視覚とリハビリテーションのワークショップが開かれ、その中でもこの領域に関する最近の動向が論ぜられている²⁸⁾。

文 献

- 1) Hochmair-Desoyer, I. J. and Hochmair, E. S.: An eight channel scala tympani electrode for auditory prostheses. *IEEE Trans. BME-27*: 44, 1980.
- 2) Hochmair-Desoyer, I. J., Hochmair, E. S., Fischer R. E. and Burian, K.: Cochlear prostheses in use: Recent speech comprehension results. *Arch. Oto-Rhino-Laryngol (Germany)* **229**: 81, 1980.
- 3) Hochmair, E. S. and Hochmair-Desoyer, I. J.: An implanted auditory eight channel stimulator for the deaf. *Med. Biol. Eng. Comput.* **19**: 141, 1981.
- 4) Shamma, S. A., May, G. A. and White, R. L.: Photolithographic fabrication of microelectrode arrays for an auditory prosthesis. *IEEE 1980 Frontiers of Engineering in Health Care*, p. 108, 1980.
- 5) Soma, M., May, G. A., Duval, F. and White, R. L.: Fabrication and packaging of an implantable multichannel auditory prosthesis. *ibid.*, p. 105, 1980.
- 6) Duval, F.: Sensory and neural prostheses. *Ingenieur (Canada)* **66**: 33, 1980.
- 7) Keidel, W. D.: Neurophysiological requirements for implanted cochlear prostheses. *Audiology (Switzerland)* **19**: 105, 1980.
- 8) Finkenzeller, P.: Auditory prostheses: A challenge for neurophysiology. *ibid.* **19**: 176, 1980.
- 9) Banfai, P., Hortmann, G., Wustrow, F., Kubik, S. and Zeisberg, B.: Auditory sensations with 8-channel hearing prosthesis. *Arch. Oto-Rhino-Laryngology (Germany)* **227**: 601, 1980.
- 10) Black, R. C. and Clark, G. M.: Differential electrical excitation of the auditory nerve. *J. Acoust. Soc. Am.* **67**: 868, 1980.
- 11) 鈴木淳一, 鳥山 稔, 比企静雄: 植込型人工中耳の技術開発の展望. *音響学会誌* **36**: 108, 1980.
- 12) Dobelle, W. H., Quest, D. O., Antunes, J. L., Roberts, T. S. and Girvin, J. P.: Artificial vision for the blind by electrical stimulation of the visual cortex. *Neurosurgery* **5**: 521, 1979.

- 13) Surlan, A.: Electronic eye: An approach to its implementation through the optical nerve. Proc. 24th Annual Meeting JUREMA (Yugoslavia), p.123, 1979.
- 14) Donaldson, M. De N.: An implantable P-M. O. S. monolithic switch for biphasic stimulation. Med. Biol. Eng. Comput. 18: 788, 1980.
- 15) 第6回感覚代行シンポジウム, 感覚代行研究会, 1980.
- 16) Goodrich, G. L., Bennett, R. R., De L'aune, W. R., Lauer, H. and Mowinski, L.: Kurzweil Reading Machine: A partial evaluation of its optical character recognition error rate. J. Visual Impairment and Blindness 73: 389, 1979.
- 17) 高福祉社会をめざして, 医療福祉機器技術研究開発委託制度, 技術研究組合医療福祉機器研究所, 1981.
- 18) 舘 暉, 谷江和雄, 小森谷清: 盲人用歩行誘導機械における情報提示装置の定量的評価. 医用電子と生体工学 特別号: 24, 1981.
- 19) 伊福部達, 山口進一, 吉本千禎: 盲人用立体超音波眼鏡. 同上 特別号: 25, 1981.
- 20) Tachi, S., Tanie, K., Komoriya, K. and Abe, M.: Guide dog robot—Its basic plan and some experiments with MELDOG MARK I. Mech. Mach. Theory 16: 21, 1980.
- 21) Uslan, M. M. and Schriebman, K.: Drop-off detection in the touch technique. J. Visual Impairment and Blindness 74: 179, 1980.
- 22) Bissitt, D. and Heyes, A. D.: An application of bio-feedback in the rehabilitation of the blind. Appl. Ergon. 11: 31, 1980.
- 23) 谷江和雄, 舘 暉, 小森谷清, 阿部 稔: 電気パルス刺激による2次元情報伝達. 計測自動制御学会論文集 16: 379, 1980.
- 24) 谷江和雄, 舘 暉, 小森谷清, 阿部 稔, 浅羽樹一郎, 富田良幸: 電気刺激3点ファントムセンション像の情報伝達特性. 同上 16: 732, 1980.
- 25) 谷江和雄, 舘 暉, 小森谷清, 阿部 稔: 電気刺激フィードバックを用いる補償型手動制御系の特性. 医用電子と生体工学 特別号: 23, 1981.
- 26) Gallagher, W. F.: Helen Keller's legacy: A blue print for the future. J. Visual Impairment and Blindness 75: 81, 1981.
- 27) Hazan, P. L.: Computing and the handicapped. Computer 14: 9, 1981.
- 28) 視覚とリハビリテーション. 医用電子と生体工学 特別号: 5, 1981.

*

*

●人工材料—この1年の進歩

片岡 一則 桜井 靖久

東京女子医科大学日本心臓血圧研究所理論外科

この1年間の進歩を通していえることは、材料とタンパク質あるいは細胞との相互作用に関する知見が集積されてきた結果、たんなる現象論にとどまらず、材料-生体間相互作用の解明が本質に近づいてきたことであろう。それにともなって、order made の医用材料を分子設計する姿勢がより強く打ち出されつつある。

「血液適合性材料」の開発は、ますます活発になりつつある。血液適合性材料は、偽内膜形成型材料と血栓形成抑制型材料とに大別される。前者は、材料表面に薄く均一なフィブリン血栓を形成させ、そのうえに内皮細胞を着させることによって血液適合性を獲得させようとするものであり、生体の助けを借りる一種のハイブリッド型材料であるといえる¹⁾。一方、血栓形成抑制型材料は、材料自体、血小板などの血液細胞の著しい粘着・凝集を抑制する能力を有する材料である。このような材料は、血液中におかれても、細胞によって表面がおおわれることはなく、たんに抗血栓性であるというだけでなく、透過性などの複合機能を期待することができる。

血栓形成抑制型材料に関しては、親水-疎水²⁾、荷電-非荷電、結晶-非晶などのマイクロ相分離構造を形成する材料が、すぐれた抗血栓性を期待でき、また、弾性体として物性的にも良好なことから多く取りあげられている。とくに、ナイロンの結晶化度と血小板粘着の間には良い逆相関関係が得られており興味深い³⁾。荷電を有するハイドロゲルであるポリイオンコンプレックスの場合にも荷電部と非荷電部の分布が考えられ⁴⁾、一見均一に見える材料においても、何らかの意味で不均一性が血小板粘着抑制に重要な働きをしていることを示唆している。また、血栓形成を抑制するのに、ヘパリンやウロキナーゼなどの生理活性物質の固定は良く試みられているが^{5,6)}、それと同時にプロスタグランジン誘導体を徐放する素材も最近注目を集めている⁷⁾。

また、材料表面での抗血栓性の発現機序についても解析が進められている。材料が血液に接触すると、まず血液中の血漿タンパク質が材料表面に吸着し、続いて血小板の粘着と凝集がおこり、白色血栓へと導かれる。従来、血漿タンパク質としては、アルブミン、免疫グロブリン、フィブリノゲンが解析の対象となっていたが、最近、細胞粘着を媒介するフィブロネクチンと呼ばれる糖タンパク質が注目されてきた^{8,9)}。フィブロネクチンは溶液状態では不活であり、材料表面に吸着してはじめて細胞粘着活性を発現す