

**Table 1** Baseline characteristics of the participants according to the tertiles of dietary pattern score ( $n = 702$ ).<sup>a</sup>

	Tertiles of dietary pattern factor score			P for trend <sup>b</sup>
	Low ( $n = 234$ )	Middle ( $n = 234$ )	High ( $n = 234$ )	
Age (years)				
"Japanese"	42.9(41.7, 44.1) <sup>c</sup>	45.3(44.0, 46.5)	46.8(45.5, 48.1)	<0.0001
"sweets-fruits"	46.1(44.9, 47.5)	44.6(43.4, 45.9)	44.2(42.9, 45.4)	0.03
"Izakaya"	45.1(43.8, 46.3)	45.0(43.8, 46.3)	44.8(43.5, 46.1)	0.77
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )				
"Japanese"	23.1(22.7, 23.6)	23.4(23.0, 23.8)	23.3(22.9, 23.7)	0.60
"sweets-fruits"	23.1(22.7, 23.5)	23.1(22.7, 23.5)	23.7(23.3, 24.1)	0.04
"Izakaya"	23.0(22.6, 23.4)	23.3(22.9, 23.7)	23.6(23.2, 24.0)	0.06
SBP (mmHg)				
"Japanese"	126.5(124.5, 128.4)	126.4(124.4, 128.3)	127.0(125.1, 129.0)	0.70
"sweets-fruits"	130.3(128.3, 132.3)	125.8(124.0, 127.8)	123.8(121.9, 125.7)	<0.0001
"Izakaya"	125.5(123.6, 127.4)	126.0(124.1, 128.0)	128.3(126.4, 130.3)	0.04
DBP (mmHg)				
"Japanese"	78.7(77.3, 80.1)	78.5(77.1, 79.9)	78.9(77.5, 80.4)	0.83
"sweets-fruits"	80.8(79.4, 82.2)	78.5(77.1, 79.9)	76.9(75.6, 78.3)	0.0001
"Izakaya"	78.5(77.1, 79.9)	77.9(76.5, 79.3)	79.7(78.3, 81.2)	0.23
Fasting blood glucose (mg/dl)				
"Japanese"	92.1(90.6, 93.7)	93.4(91.8, 94.9)	94.1(92.5, 95.7)	0.08
"sweets-fruits"	94.6(93.0, 96.2)	92.3(90.8, 93.9)	92.7(91.2, 94.3)	0.10
"Izakaya"	93.4(91.9, 95.0)	92.4(90.9, 94.0)	93.8(92.2, 95.3)	0.76
TG (mg/dl)				
"Japanese"	113.3(105.3, 121.8)	117.0(108.8, 125.9)	113.4(105.5, 122)	0.98
"sweets-fruits"	118.6(110.3, 127.5)	110.3(102.5, 118.6)	115.1(107, 123.7)	0.57
"Izakaya"	109.7(102, 117.9)	109.6(101.9, 117.8)	125.2(116.4, 134.6)	0.01
LDL (mg/dl)				
"Japanese"	117.0(113.0, 121.2)	118.2(114.1, 122.4)	116.9(112.8, 121.0)	0.95
"sweets-fruits"	108.8(105.2, 112.7)	119.4(115.3, 123.6)	124.4(120.2, 128.7)	<0.0001
"Izakaya"	120.9(116.7, 125.2)	117.2(113.1, 121.4)	114.1(110.2, 118.2)	0.02
HDL (mg/dl)				
"Japanese"	51.2(49.7, 52.9)	51.8(50.2, 53.4)	52.1(50.5, 53.7)	0.47
"sweets-fruits"	54.3(52.6, 56.0)	51.3(49.8, 52.9)	49.6(48.1, 51.2)	<0.0001
"Izakaya"	51.2(49.6, 52.8)	52.2(50.6, 53.9)	51.7(50.1, 53.3)	0.64
High PA (%; median values: 58.6 METs $\times$ hours/week)				
"Japanese"	40.6	32.9	40.2	0.90
"sweets-fruits"	36.8	38.9	38.0	0.78
"Izakaya"	38.9	41.5	33.3	0.17
Low PA (%; median values: 10 METs $\times$ hours/week)				
"Japanese"	31.2	38.5	44.0	<0.01
"sweets-fruits"	38.5	37.6	37.6	0.85
"Izakaya"	32.9	38.5	42.3	0.04
Current smoker (%)				
"Japanese"	59.4	55.1	49.2	0.03
"sweets-fruits"	63.7	53.4	46.6	<0.001
"Izakaya"	52.6	56.0	55.1	0.62
Ex-smoker (%)				
"Japanese"	10.3	12.0	15.4	0.09
"sweets-fruits"	12.8	12.0	12.8	1.00
"Izakaya"	14.1	9.8	13.7	0.98

<sup>a</sup> "Izakaya", Japanese Pub; BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglyceride; LDL, low-density lipoprotein cholesterol; HDL, high-density lipoprotein cholesterol; PA, physical activity; SDS, Self-rating Depression Scale.

<sup>b</sup> Analysis of variance or logistic regression.

<sup>c</sup> Geometric mean (95% confidence interval) (all such values).

"Japanese" dietary pattern tertiles were 128.6 (125.9–131.3), 126.0(123.5–128.5), and 125.8 (123.1–128.5) ( $P$  for trend, 0.07); 80.0(78.1–81.9), 77.5 (75.8–79.3), and 77.2(75.4–79.1) ( $P$  for trend, 0.01), and 113.3(102.3–125.5), 110.9(100.6–122.2), and 105.8 (95.2–117.4) ( $P$  for trend, 0.26), respectively. No trend relation was found between "Japanese" dietary pattern and FBG, LDL, and HDL ( $P$  for trend, >0.45).

Please cite this article in press as: Guo H, et al., Association of Japanese dietary pattern with serum adiponectin concentration in Japanese adult men, *Nutr Metab Cardiovasc Dis* (2010), doi:10.1016/j.numecd.2010.06.006

**Table 2** Adjusted relationships between tertiles of dietary pattern factor score and the serum adiponectin concentration ( $n = 702$ ).<sup>a</sup>

	Tertile of dietary pattern factor score			P for trend <sup>b</sup>
	Low ( $n = 234$ )	Middle ( $n = 234$ )	High ( $n = 234$ )	
"Japanese" dietary pattern <sup>c</sup>	-0.87	-0.18	0.85	-
Model 1 <sup>d</sup>	5.26(4.82, 5.73) <sup>g</sup>	5.88(5.41, 6.39) <sup>h</sup>	6.07(5.56, 6.63) <sup>h</sup>	<0.01
Model 2 <sup>e</sup>	5.21(4.81, 5.65)	5.78(5.35, 6.25) <sup>h</sup>	5.97(5.49, 6.48) <sup>h</sup>	<0.01
Model 3 <sup>f</sup>	5.24(4.84, 5.69)	5.82(5.39, 6.29) <sup>h</sup>	5.95(5.47, 6.46) <sup>h</sup>	<0.01
"Sweets-fruits" pattern <sup>b</sup>	-0.87	-0.08	0.73	-
Model 1 <sup>d</sup>	5.71(5.27, 6.20)	5.64(5.18, 6.13)	5.81(5.32, 6.34)	0.71
Model 2 <sup>e</sup>	5.52(5.11, 5.96)	5.58(5.16, 6.03)	5.86(5.40, 6.36)	0.16
Model 3 <sup>f</sup>	5.52(5.11, 5.97)	5.55(5.14, 6.00)	5.92(5.45, 6.42)	0.11
"Izakaya" pattern <sup>b</sup>	-0.85	-0.16	0.87	-
Model 1 <sup>d</sup>	6.13(5.63, 6.67)	5.65(5.19, 6.15)	5.41(4.98, 5.88) <sup>h</sup>	<0.01
Model 2 <sup>e</sup>	6.07(5.61, 6.57)	5.48(5.06, 5.92) <sup>h</sup>	5.38(4.97, 5.82) <sup>h</sup>	<0.01
Model 3 <sup>f</sup>	6.02(5.56, 6.51)	5.52(5.10, 5.97)	5.47(5.05, 5.92)	0.03

<sup>a</sup> "Izakaya", Japanese Pub.

<sup>b</sup> Analysis of covariance ( $P$  values for linear trends were calculated using the median value of each dietary pattern factor score).

<sup>c</sup> Median score (all such values).

<sup>d</sup> Adjusted for age, body mass index, physical activity, smoking status, depressive symptoms, sleep duration, educational level, occupation, and total energy intake.

<sup>e</sup> Additionally adjusted for systolic blood pressure, blood glucose concentration, triglycerides, total cholesterol, and high-density lipoprotein cholesterol.

<sup>f</sup> Additionally adjusted for tertiles of other dietary pattern factor scores.

<sup>g</sup> Adjusted geometric mean (95% confidence interval) (all such values).

<sup>h</sup> Significantly different from the lowest tertile of the dietary pattern (Bonferroni correction):  $P < 0.05$ .

## Discussion

Our results suggest that a typical "Japanese" dietary pattern was independently associated to a higher adiponectin. In contrast, a significant inverse association was found between the "Izakaya" pattern and adiponectin.

Our primary hypothesis was that the "Japanese" dietary pattern might be associated with adiponectin. The particular food items prominent in this dietary pattern may partly support our hypothesis. First, because the EPA/DHA have numerous beneficial effects on health [14], fish consumption may increase adiponectin [25]. Several experimental and clinical studies have shown that EPA/DHA increase adiponectin in mice [25,26] and obese human subjects [25]. Second, soy has been hypothesized to associate with adiponectin owing to its cholesterol-lowering, anti-obesity and anti-hypertensive effects [15,27]. One experimental study has shown that soy increased adiponectin in rats [28]. Third, fruit and vegetable consumption was found to be weakly associated with adiponectin in female twins [29]. Additionally, several studies have shown that green tea increases adiponectin in experimental animal models [30], and obese women [31]. However, these relationships associated with single food items are unlikely to explain our findings, because we did not observe significant positive relationships between adiponectin and any particular dietary factors, except some vegetables. Our findings suggest that the "Japanese" dietary pattern as a whole, or the balance of nutrients that it contains, may be a more important factor that influences adiponectin levels rather than the single components.

Although not statistically significant (excluding DBP), the "Japanese" dietary pattern was associated with lower SBP, DBP, and TG. These factors together with adiponectin, may

cooperatively mediate the beneficial association between the "Japanese" dietary pattern and CVD. In contrast, no relation was found between the "Japanese" dietary pattern and FBG, LDL, and HDL. The small sample size and a rather healthy population may partly explain this result. Further large-scale study is required to clarify the association between the "Japanese" dietary pattern and these factors.

Although a significant inverse association was found between "Izakaya" dietary pattern and adiponectin, we did not observe any significant association between food items that contributed substantially to the "Izakaya" pattern and adiponectin. Thus, a low consumption of food items that contribute substantially to the "Japanese" dietary pattern or an imbalanced intake of nutrients characterizing this pattern may partly explain the result.

Cross-sectional studies have assessed the association between the Mediterranean diet pattern and adiponectin among healthy Greek adults [32] and diabetic American women [33]. These studies reported a positive association between the Mediterranean diet pattern and adiponectin. The study with diabetic women found that alcohol, nuts, and whole grain consumption had the strongest positive associations with adiponectin [33]. Moreover, another cross-sectional study with Greek women found that a dietary pattern characterized by a high consumption of whole grain cereals and low-fat dairy products was positively associated with adiponectin [34]. Because these food groups are not principal-components of the "Japanese" dietary pattern, the mechanisms mediating relationship between the dietary patterns and adiponectin reported by other studies may be different from those underlying the results of the present study. Further studies are required to clarify this hypothesis.

In the current study, the "Japanese" dietary pattern was positively associated with low PA. Although the reason cannot be completely explained, these characteristics may reflect a traditional Japanese lifestyle. Future study is required to clarify the relationship between the "Japanese" dietary pattern and low PA, and how to associate this lifestyle with health. Furthermore, the large consumption of small fish (including bones) and vegetables may explain the association between "Japanese" dietary pattern and high calcium intake. In this study, we also found that alcohol consumption is strongly associated with lower LDL. This result agrees well with a previous prospective study [35]. Further study is required to clarify the possible mechanisms underlying the relationship between alcohol consumption and lower LDL.

The present study has several limitations. Because our study was a cross-sectional, we could not conclude whether the "Japanese" dietary pattern increased the adiponectin. Moreover, although we adjusted for a considerable number of potentially confounding factors, we cannot exclude the possibility that adiponectin are affected by other dietary habits or lifestyle variables, intrinsically associated with the "Japanese" dietary pattern. Therefore, a prospective study or an intervention trial should be undertaken to confirm the existence of a relationship between the "Japanese" dietary pattern and adiponectin.

In the present study, a higher score of the "Japanese" dietary pattern was significantly associated with a higher serum adiponectin concentration in Japanese adult men. Single food items or nutrient consumption was less likely to explain our findings. A long-term prospective study or randomized trials are required to clarify this causality.

## Acknowledgements

We gratefully acknowledge all the men and women who participated in the study and Sendai Oroshisho Center for the possibility to perform the study.

This study was supported by a Grant-in-Aid for "Knowledge Cluster Initiative" from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

## Appendix. Supplementary material

The supplementary data associated with this article can be found in the on-line version at doi:10.1016/j.numecd.2010.06.006.

## References

- [1] World health statistics 2008. Internet, <[http://www.who.int/whosis/whostat/EN\\_WHS08\\_Part1.pdf](http://www.who.int/whosis/whostat/EN_WHS08_Part1.pdf)> [accessed 10.12.09].
- [2] De Caterina R, Zampolli A, Del Turco S, Madonna R, Massaro M. Nutritional mechanisms that influence cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2006;83:421S–6S.
- [3] Shimazu T, Kuriyama S, Hozawa A, Ohmori K, Sato Y, Nakaya N, et al. Dietary patterns and cardiovascular disease mortality in Japan: a prospective cohort study. *Int J Epidemiol* 2007;36:600–9.
- [4] Sadakane A, Tsutsumi A, Gotoh T, Ishikawa S, Ojima T, Kario K, et al. Dietary patterns and levels of blood pressure and serum lipids in a Japanese population. *J Epidemiol* 2008;18:58–67.
- [5] Iso H, Date C, Wakai K, Fukui M, Tamakoshi A. The relationship between green tea and total caffeine intake and risk for self-reported type 2 diabetes among Japanese adults. *Ann Intern Med* 2006;144:554–62.
- [6] Hirayama T. Relationship of soybean paste soup intake to gastric cancer risk. *Nutr Cancer* 1982;3:223–33.
- [7] Ronti T, Lupattelli G, Mannarino E. The endocrine function of adipose tissue: an update. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2006;64:355–65.
- [8] Han SH, Quon MJ, Kim JA, Koh KK. Adiponectin and cardiovascular disease: response to therapeutic interventions. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:531–8.
- [9] Koenig W, Khuseynova N, Baumert J, Meisinger C, Lowel H. Serum concentrations of adiponectin and risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease in apparently healthy middle-aged men: results from the 18-year follow-up of a large cohort from southern Germany. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1369–77.
- [10] Michalakis K, Williams CJ, Mitsiades N, Blakeman J, Balafouta-Tselenis S, Giannopoulos A, et al. Serum adiponectin concentrations and tissue expression of adiponectin receptors are reduced in patients with prostate cancer: a case control study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007;16:308–13.
- [11] Dieudonne MN, Bussiere M, Dos Santos E, Leneveu MC, Giudicelli Y, Pecquery R. Adiponectin mediates anti-proliferative and apoptotic responses in human MCF7 breast cancer cells. *Biochem Biophys Res Commun* 2006;345:271–9.
- [12] Wang ZV, Scherer PE. Adiponectin, cardiovascular function, and hypertension. *Hypertension* 2008;51:8–14.
- [13] Floreani A, Variola A, Niro G, Premoli A, Baldo V, Gambino R, et al. Plasma adiponectin levels in primary biliary cirrhosis: a novel perspective for link between hypercholesterolemia and protection against atherosclerosis. *Am J Gastroenterol* 2008;103:1959–65.
- [14] Galli C, Rise P. Fish consumption, omega 3 fatty acids and cardiovascular disease. The science and the clinical trials. *Nutr Health* 2009;20:11–20.
- [15] Wagner JD, Zhang L, Shadoan MK, Kavanagh K, Chen H, Tresnasari K, et al. Effects of soy protein and isoflavones on insulin resistance and adiponectin in male monkeys. *Metabolism* 2008;57:S24–31.
- [16] Terao J, Kawai Y, Murota K. Vegetable flavonoids and cardiovascular disease. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008;17(Suppl. 1):291–3.
- [17] Clement Y. Can green tea do that? A literature review of the clinical evidence. *Prev Med* 2009;49:83–7.
- [18] The Japan International Center for Occupational Safety and Health (JICOSH). Internet, <<http://www.jnioshgojp/icpro/jicosh-old/english/topics/OSHLegislationhtml#Laws>> [Accessed 25.09.09].
- [19] Norman GR, Streiner DL. *Pdq statistics (PDQ series)*. Paperback. 3rd ed. PMPH USA; 2003. p. 145–156.
- [20] Sasaki S. Serum biomarker-based Validation of a brief-type self-administered diet history questionnaire for Japanese subjects, the study group of Ministry of health, Labor and Welfare of Japan, Tanaka H, chairman, "A research for assessment of nutrition and dietary habit in "Kenko Nippon 21". Tokyo; 2005. p. 10–42 [in Japanese].
- [21] Fukuda K, Kobayashi S. A study on a self-rating depression scale. *Psychiatria et Neurologia Japonica* 1973;75:673–9 [in Japanese].
- [22] Barrett J, Hurst MW, DiScala C, Rose RM. Prevalence of depression over a 12-month period in a nonpatient population. *Arch Gen Psychiatry* 1978;35:741–4.

Please cite this article in press as: Guo H, et al., Association of Japanese dietary pattern with serum adiponectin concentration in Japanese adult men, *Nutr Metab Cardiovasc Dis* (2010), doi:10.1016/j.numecd.2010.06.006

- [23] Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1381–95.
- [24] Kim J, Mueller C. Factor analysis: statistical methods and practical issues. Beverly Hills, Calif: Sage Publications; 1978.
- [25] Itoh M, Suganami T, Satoh N, Tanimoto-Koyama K, Yuan X, Tanaka M, et al. Increased adiponectin secretion by highly purified eicosapentaenoic acid in rodent models of obesity and human obese subjects. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2007;27:1918–25.
- [26] Shirai N, Suzuki H. Effects of simultaneous intakes of fish oil and green tea extracts on plasma, glucose, insulin, C-peptide, and adiponectin and on liver lipid concentrations in mice fed low- and high-fat diets. *Ann Nutr Metab* 2008;52:241–9.
- [27] Nagasawa A, Fukui K, Funahashi T, Maeda N, Shimomura I, Kihara S, et al. Effects of soy protein diet on the expression of adipose genes and plasma adiponectin. *Horm Metab Res* 2002;34:635–9.
- [28] Nagasawa A, Fukui K, Kojima M, Kishida K, Maeda N, Nagaretani H, et al. Divergent effects of soy protein diet on the expression of adipocytokines. *Biochem Biophys Res Commun* 2003;311:909–14.
- [29] Cassidy A, Skidmore P, Rimm EB, Welch A, Fairweather-Tait S, Skinner J, et al. Plasma adiponectin concentrations are associated with body composition and plant-based dietary factors in female twins. *J Nutr* 2009;139:353–8.
- [30] Li RW, Douglas TD, Maiyoh GK, Adeli K, Theriault AG. Green tea leaf extract improves lipid and glucose homeostasis in a fructose-fed insulin-resistant hamster model. *J Ethnopharmacol* 2006;104:24–31.
- [31] Hsu CH, Tsai TH, Kao YH, Hwang KC, Tseng TY, Chou P. Effect of green tea extract on obese women: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clin Nutr* 2008;27:363–70.
- [32] Fragopoulou E, Panagiotakos DB, Pitsavos C, Tampourlou M, Chrysohoou C, Nomikos T, et al. The association between adherence to the Mediterranean diet and adiponectin levels among healthy adults: The ATTICA study. *J Nutr Biochem* 2010;21:285–9.
- [33] Mantzoros CS, Williams CJ, Manson JE, Meigs JB, Hu FB. Adherence to the mediterranean dietary pattern is positively associated with plasma adiponectin concentrations in diabetic women. *Am J Clin Nutr* 2006;84:328–35.
- [34] Yannakoulia M, Yiannakouris N, Melistas L, Kontogianni MD, Malagaris I, Mantzoros CS. A dietary pattern characterized by high consumption of whole-grain cereals and low-fat dairy products and low consumption of refined cereals is positively associated with plasma adiponectin levels in healthy women. *Metabolism* 2008;57:824–30.
- [35] Nakanishi N, Yoshida H, Nakamura K, Kawashimo, Tatara K. Influence of alcohol intake on risk for increased low-density lipoprotein cholesterol in middle-aged Japanese men. *Alcohol Clin Exp Res* 2001;25:1046–50.

# 摂食・嚥下リハビリテーション

Dysphagia Rehabilitation

Shin-ichi Izumi 出江 紳一

(東北大学大学院医工学研究科リハビリテーション医工学分野)

E-mail : izumis@bme.tohoku.ac.jp

- 摂食・嚥下障害
- リハビリテーション
- チーム医療
- 嚥下食
- プロセスモデル



著者プロフィール  
出江 紳一

東北大学大学院医工学研究科リハビリテーション医工学分野教授

横浜出身。1983年 慶應義塾大学医学部卒。同助手、東海大学医学部准教授を経て、2002年 東北大学教授、2008年より現職。

東北大学教育研究評議員。リハビリテーション科専門医。第17回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会大会長(2011年9月)。

著書に『回復する身体と脳』(中央法規出版)など。

Rehabilitation for swallowing disorder was described. What is essential in dysphagia rehabilitation is care system that can provide trans-disciplinary team management. Evaluation of dysphagia includes assessment of oral hygiene, dental examination, neurological examination, physical assessment of musculoskeletal function, video-fluoroscopic examination, and video-endoscopic examination as well as evaluation of activities of daily living and quality of life. Based on findings of these tests, the route of nutrition intake is determined, such as oral intake, tube feeding, or parenteral nutrition. When oral intake is possible, specific swallowing techniques, eating postures, and food characteristics are chosen. Rehabilitation can induce re-learning of swallowing reflex and eating behaviors with preventing aspiration pneumonia and asphyxiation in patients with dysphagia, resulting in restoration of their quality of life.

## 摂食・嚥下 リハビリテーションとは

摂食・嚥下リハビリテーションは単なる飲み込み訓練ではなく、さまざまな治療技術を患者の症状と環境に合わせて適用するシステムである。たとえば、日常の食事観察から嚥下障害を疑い、診察や検査に基づいて最適な摂食条件を設定し、その情報を受け取って生活の場で安全な摂食介助を行うなど、多様な専門職が勤務する部署・施

設の壁を越えて連携するダイナミックな営みである。

疾患や加齢による食べることの障害に対して行われるリハビリテーションが医療技術として確立されたのはこの四半世紀である。耳鼻科領域で開発された「ビデオ嚥下造影検査」(後述)に基づいて嚥下障害の病態診断と嚥下手技や嚥下障害食による介入が発展してきた。

その目標を一言でいうと、食物移送と気道防御の再建である。両者は密接

に関連し、気道防御には適切な食物移送と気道侵入物の喀出が必要である。本稿では、この目標を達成するための評価法、ならびに治療の考え方と方法を概説する。詳細は成書<sup>1)~5)</sup>を参照していただきたい。

### 摂食・嚥下のモデル

成人の食事では、まず食物を認識し、手や食具を使って適切な量を口まで運び、捕食する。次に、咀嚼して唾液の混ざった食塊を形成しつつ、それを咽頭に送る。そこから嚥下運動が起こって食道に到達した食塊は、蠕動運動によって胃に運ばれる。この一連の行為・動作・運動は次の5期に分けられる。すなわち、先行期（何を、どのくらい、どのように食べるかを決めて口に運ぶ）、準備期（捕食した食物を咀嚼する）、口腔期（咀嚼された食塊を咽頭に運ぶ）、咽頭期（反射運動によって咽頭から食道に食塊を運ぶ）、そして食道期（蠕動運動で食塊を胃まで運ぶ）である。これは運動を生理学的に分類したモデルであり、「指示されるまで飲み込まない」嚥下（いわゆる命令嚥下）には当てはまる。一方、自然な食事では、咀嚼されている間に食物の一部は中咽頭にまで達しているのに嚥下反射は惹起されない。そこで、自然に咀嚼し嚥下する場合を考えるには、Palmerら<sup>6)</sup>によって提唱された「プロセスモデル」を用いる。すなわち、「捕食から臼歯部に運ばれるまで（ステージIトランスポート）」、「咀嚼（プロセッシング）+中咽頭までの移

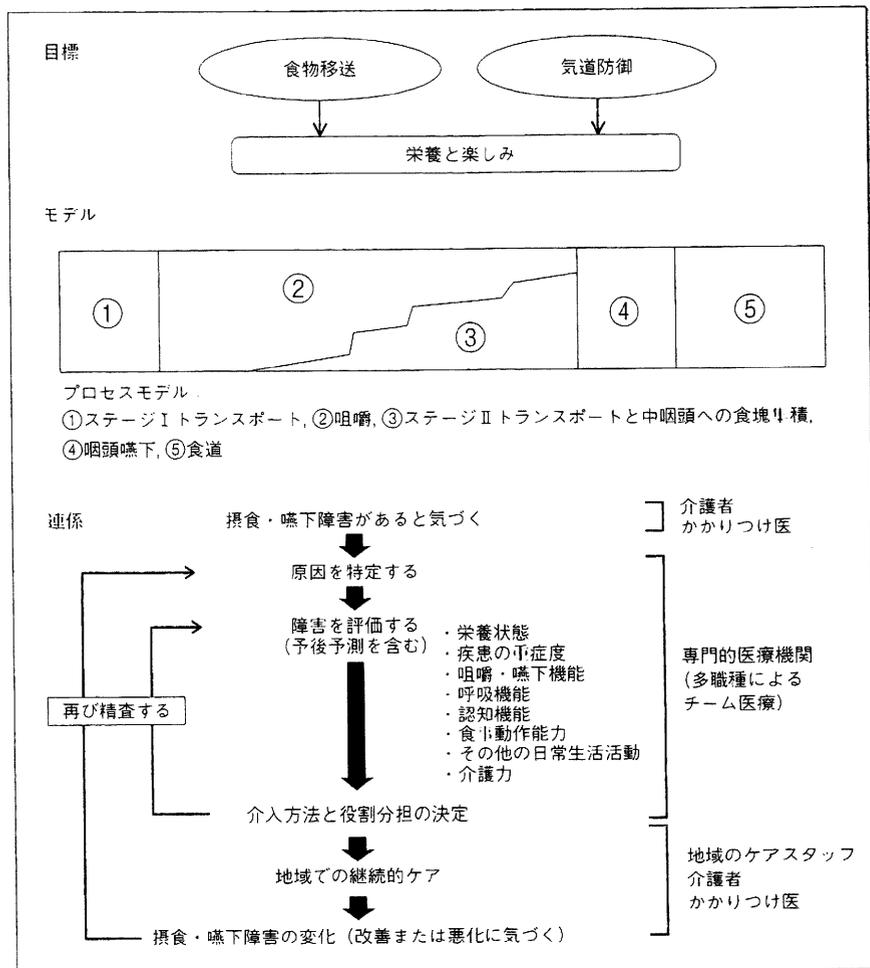


図1. 概念

送（ステージIIトランスポート）」、「咽頭嚥下」である。一口の捕食で通常複数回の咽頭嚥下が起こり、咽頭嚥下の直後に口腔内に残っている食塊の咀嚼と移送が再開する。

図1に摂食・嚥下リハビリテーションの目標、モデル、関係をまとめた。

### 摂食・嚥下の評価 (図2)

#### 1. 口腔の観察

口腔の構造と機能、および衛生状態を観察する。たとえば、舌の萎縮の有無と運動範囲、舌苔の付着程度、現存歯数と現存歯の咬合、口腔清掃状態、口腔粘膜の乾燥の有無、分泌物の付着、口内炎の有無、軟口蓋麻痺の有無などをみる。口腔衛生の不良は味覚や触覚を鈍磨させ嚥下に悪影響を及ぼす。

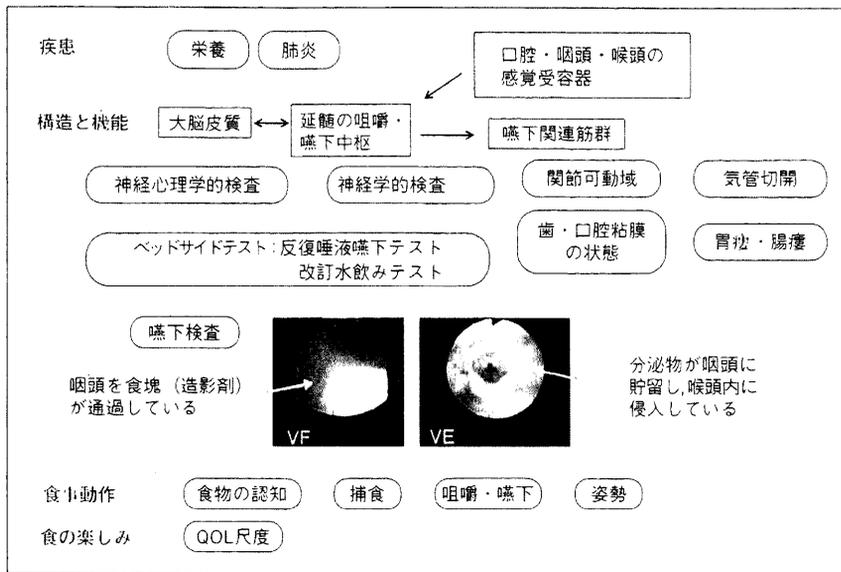


図2. 診断と評価

2. 食事動作の観察

安全な食事動作は、覚醒し、食物に注意が向き、食器を適切に使用し、適量の食物を口まで運び、捕食し、その間適切な姿勢を保持していることで達成される。覚醒と注意力については、声掛けへの反応と表情から判断する。上肢をうまく使えないときや一口量が多すぎるなどのときは、認知症や麻痺などの神経要因、肩関節痛などの骨関節要因、体幹傾斜などの姿勢要因、食器のデザインや食卓の高さといった環境要因などの視点から観察する。食事に長時間かかる場合には、疲労により覚醒・注意の低下や姿勢保持の困難を生じる。

3. 咀嚼・嚥下の観察

食物が咀嚼されない、口の中でとどまり咽頭に送り込まれない、こぼして

しまう、嚥下反射が起こらない、むせる、鼻腔に入ってしまう、などの異常の有無や疲労の程度に加え、呼吸状態にも注意を払う。嚥下時には喉頭で気道が閉鎖され、呼吸が約1秒間停止する。これを嚥下時無呼吸という。嚥下後の咽頭に食物が残留していると、吸気から呼吸が再開された場合に誤嚥が起こることがある。

4. 栄養評価

摂食・嚥下障害患者では低栄養や脱水症を生じうる。また逆に、直接的に摂食・嚥下障害を生じる疾患がない場合でも、手術後の廃用症候群のために経口摂取が困難となったり、誤嚥を生じたりすることがある。

5. 嚥下検査の解釈のポイント

ベッドサイドテストとしては反復

唾液嚥下テストや改訂水飲みテストがある。精査が必要な場合にはビデオ嚥下造影検査 (videofluoroscopic examination of swallowing : VF) や嚥下内視鏡検査 (videoendoscopic evaluation of swallowing : VE) を行う。VF では造影剤または造影剤を混ぜた食物を摂取させる。通常は口腔から上部食道までを側方から観察するが、左右の比較をする場合には正面像をみる。VF により造影剤の動き (誤嚥や咽頭残留の有無など) と身体 (舌、軟口蓋、咽頭収縮筋、舌骨、甲状軟骨、喉頭蓋など) の動きから病態を推定する。高齢者では、頸椎の前方に突出した骨棘が誤嚥や食道入口部の通過障害を起こすことがあるので注意する。誤嚥してもむせないことを silent aspiration という。Silent aspiration の診断には VF が必要である。誤嚥した場合には、喉頭あるいは気道に侵入した食物を喀出することができるかどうかもみる。また、病態に合わせて水分のとり調節や、体幹リクライニング角度の選択、頸部回旋などの効果を検討しつつ検査を進め、誤嚥しないで摂取できる食物形態と姿勢を探索することができる。

VE ではファイバースコープを鼻腔または口腔から挿入し、声門の閉閉が適切になされるか、分泌物や食物が咽頭に残留したり、喉頭に侵入したりしないかを観察する。

## 摂食・嚥下障害の 治療手技の基本 (図3)

### 1. 口腔ケア

良好な口腔衛生は、歯列が保持され、唾液による湿潤環境が保たれ、歯肉や口腔粘膜が健全な状態をいい、摂食・嚥下リハビリテーションの土台となる。口腔衛生が不良であると、味覚を含む口腔内の感覚が低下して咀嚼・嚥下を悪化させる。また、不潔な残渣などを誤嚥することによる肺炎の危険が高まる。

口腔ケアで除去するものは、食物残渣、歯垢、歯石に加えて舌苔、乾燥した分泌物などである。これらの付着物はブラッシングにより機械的に除去する。食事動作と整容動作の自立した患者は自分で歯磨きを行うのでブラッシングが不十分となり、口腔ケアを受ける非自立者よりも、むしろ口腔衛生が不良であることがある。

### 2. 間接訓練法

実際の食物を嚥下しない嚥下訓練を間接訓練という。間接訓練を行うのは、誤嚥の危険が高く、実際の食物を嚥下する訓練(直接訓練という)のできない患者である。したがって、全身状態が不良で疲労しやすく、嚥下に関係する諸器官の機能が低下していることを十分に認識して訓練メニューを選択する。具体的な手技として、開口一閉口訓練、舌や喉頭を挙上する筋群の筋力増強、リズムカルにガーゼを嚙む咀嚼訓練、舌を前方から後方へ口蓋に押し付けて空気を送り込む訓練などが

ある。嚥下反射が起こりにくい場合に、凍らせた綿棒で咽喉の奥を軽く圧迫しながらこする寒冷刺激法を併用する。また、頸部のリラクゼーションとストレッチも準備運動として重要であり、頸部の前面、後面の筋の過緊張を緩和して、嚥下器官の動きをよくする。

### 3. 直接訓練法

嚥下造影検査などによる嚥下機能の評価に基づいて、直接訓練を行ってもよいかどうか、どのような食物形態と

姿勢で行うかを判断する。重度の不顕性誤嚥がなく、嚥下反射を起こせる患者が直接訓練の対象となる。施行にあたっては、食事に集中できる環境を整え、あらかじめ設定した摂食姿勢、食物の固さと粘度、一口量で行う。背もたれなしの座位が可能であれば通常の座位姿勢でよい。座位保持が困難であれば、リクライニングとして高めの枕で頸部を少し屈曲させる。必要に応じて、特殊な食具を用いる。

飲み込み方の工夫として、気道防御

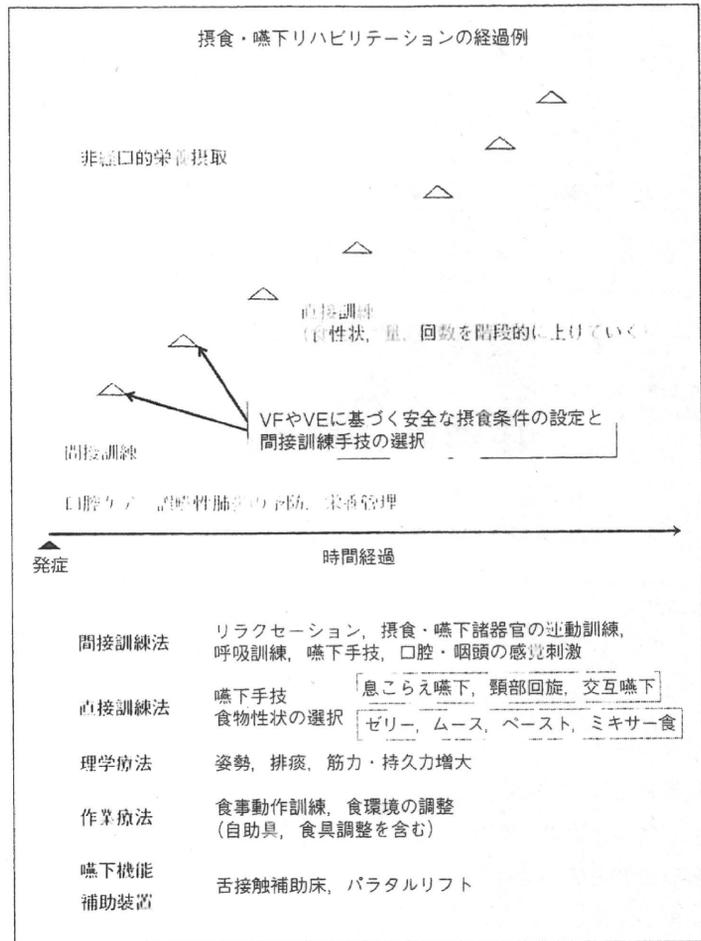


図3. 治療

のための息こらえ嚥下、咽頭残留を防ぐための頸部回旋（顔を向けた側の咽頭が狭くなる）、咽頭残留をクリアするための複数回嚥下や交互嚥下、咽頭を通過するときの食塊の分散を防ぐ「丸飲み」などがある。

#### 4. 理学療法

摂食・嚥下に必要な姿勢を整え、持久力を獲得し、誤嚥性肺炎を予防するために理学療法が行われる。姿勢については、座位保持だけでなく頸部後方の筋をストレッチして頷き動作ができるようにする。頸部が過伸展位のまましていると咽頭から喉頭までが一直線となり、誤嚥のリスクが高まる。また、頷き動作は、喉頭蓋谷を狭めて残留物を飲み込むのに用いられる手技である「頷き嚥下」に必要である。誤嚥しても肺炎を起こさないように、咳の訓練や体位排痰法で気道に侵入した食物や唾液を除去する。十分な咳をするために呼吸筋の筋力増強が必要な場合がある。さらに全身のフィットネスも重要であり、体力が十分であることは少量の誤嚥があっても直接訓練を進める根拠となる。

#### 5. 作業療法

食事動作の遂行に必要な認知機能と上肢機能を評価し、障害に応じた訓練、食具の選択、自助具の提供などを行う。訓練には食事動作に必要な主に上肢の関節可動域訓練、筋力増強訓練、代償動作訓練などがある。患者の状態に合わせて食具と食材を総合的に考えることが大切である。たとえば、脳卒

中急性期の片麻痺患者で利き手がほとんど動かない場合、もし嚥下機能に問題がなくても、非利き手での箸の使用を習得するまではスプーンで食べられる献立でなければ食事動作が自立できない。

#### 6. 嚥下機能補助装置（舌接触補助床とパラタルリフト）

舌癌の術後など、舌の一部を失い口蓋に接触できないと、食塊の形成や咽頭への送り込みが困難となる。舌が届きにくくなった空間を埋める補綴のことを舌接触補助床という。上顎の場合は palatal augmentation prosthesis といい PAP と略す。材質は歯科用レジンで、義歯の口蓋部分を厚くすることもある。

一方、軟口蓋が麻痺すると鼻咽腔を閉鎖できなくなり、食物が鼻に逆流する。これを防ぐための軟口蓋を挙上する装置をパラタルリフトといい、palatal lift prosthesis を略して PLP と呼ぶこともある。この軟口蓋挙上装置は、硬口蓋を覆うレジン製の床が歯列に金具で固定され、そこからワイヤーでつながる挙上子が軟口蓋を後上方に押し上げる構造である。

#### 7. 経管栄養・嚥下食

必要な栄養量の摂取経路（経口摂取、経管栄養法、高カロリー輸液法）を選択する。経口摂取では通常食か嚥下食かを選択する。経管栄養法には、経鼻胃管、胃瘻、腸瘻、食道瘻、間欠的口腔食道経管栄養法がある。

嚥下食は弾性（硬さ）と粘り気（粘性）

により段階がつけられる。聖隷三方原病院では、開始食、嚥下食Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、移行食の5段階を普通食の前に設定している。病態によって適する食物物性は異なるが、脳卒中後の嚥下障害を例に嚥下食のステップアップを述べる。

患者にとって飲み込みやすいのは、美味しそうな外観と匂いがあり、好みの味で、柔らかく、ばらばらにならずに食塊を形成しやすく、さらに咽頭粘膜に付着しないものである。

必ずしも開始食から始める必要はなく、可能なら上の段階から経口摂取を開始する。開始食が最も柔らかく、粘り気が少ない。段階が上がるにつれてより硬く、粘り気のあるものを含むようになる。具体的には、開始食と嚥下食Ⅰはゼリーで、スライス片にして丸飲みできる。嚥下食Ⅱはムースで、開始食や嚥下食Ⅰよりも粘り気がある。嚥下食Ⅲはペーストで、ミキサー食ともいう。嚥下食Ⅲと移行食の違いは均質性で、移行食は形のあるものがより多く含まれ不均一である。

### 結語

摂食・嚥下リハビリテーションを成功させる鍵は地域ケアシステムの構築である。専門病院で完全な管理が行われたとしても、それが実際の生活に適合したものでなければ意味がない。もう一つの鍵は「学習」である。嚥下機能は加齢や疾病により一義的に決まるのではなく、機能を発揮しやすい条件を設定して反復して活動させることにより改善する。重症の脳卒中、高侵襲

# 日本初の医工学研究科

The First Graduate School of Biomedical Engineering in Japan

出江 紳一<sup>\*1</sup>  
Shin-ichi IZUMI

## 1. 医工学研究科誕生の経緯と理念

平成20年4月、日本で最初の医工学研究科が東北大学に誕生した。医工学専攻博士前期2年の課程および後期3年の課程が設置され、それぞれ修士（医工学）および博士（医工学）の学位を取得することができる。東北大学には、大正14年の電気聴診器の開発など、日本における医工学研究を先導してきた伝統があり、その継承が本研究科に結実したといえる。

異分野の研究者が結集し、開設から2年間の教育研究を通して交流を深める中で、本研究科の理念は次のように文章化された。前段では医工学の定義を述べ、後段では本研究科のミッションを述べている。

「医工学は、数学、物理学、化学などを学術基盤としこれを総合した工学によって医学・生物学を革新する教育・研究の学問領域である。医工学においては、工学の基礎理論・知識の集積や実践的技術および医学・生物学や臨床における基盤的知識と専門的技術を駆使して、生命体の構造と機能を解明することにより、医学・生物学とともに工学の進展を図る。

医工学研究科は、東北大学の理念である《研究第一》、《門戸開放》、《実学尊重》のもと、国際水準の医工学研究を推進し、これを通して学生に基盤的・先進的知識と技術を習得させ、世界を先導できる研究者、高度技術者を育成し、学術的基盤の革新および医療の根本的改革を通して人類社会の福祉と発展に貢献することを使命とする。」

## 2. 教育方針

医工学は、医学・生物学と工学の境界領域を埋めると共に、これらを深く融合させることによって革新的な医学と工学の発展を目指す学問分野であり、単に2つの領域の知識の吸収や2つの分野の協力ではなし得ない新しい学問分野である。そのため本研究科においては、工学と医学の知識・技術の習得ばかりでなく、これらによって生体や医学、医療に関する新しい原理の発見や工学技術の開発などを可能にする思考過程を構築させる教育を行う。

医工学専攻博士前期2年の課程（定員31名）および後期3年の課程（定員10名）が設置され、それぞれ修士（医工学）および博士（医工学）の学位を取得することができる。

## 3. 教育研究体制

本研究科は5つの基幹講座と5つの協力講座から成り、31の研究室がある（図1）。

基幹講座

講座	分野
計測・診断医工学	生体超音波医工学
	医用イメージング
	医用光工学
	バイオセンシング医工学
	分子構造解析医工学
治療医工学	ナノバイオ医工学
	生体電磁波医工学
	波動応用ナノ医工学
	量子医工学
生体機械システム医工学	分子デリバリシステム
	生体力学
	計算生体力学
生体再生医工学	ナノデバイス医工学
	医用ナノシステム学
	聴覚再生医工学
	血管再生医工学
	消化管再生医工学
社会医工学	骨再生医工学
	分子病態医工学
	リハビリテーション医工学
	健康維持増進医工学
	医療福祉医工学
	神経電子医工学

工学系出身者（17名）

医学系出身者（10名）

協力講座

講座	分野
生体流動システム医工学	融合シミュレーション医工学
	医用流動工学
人工臓器医工学	
生体材料学	
生体システム制御医工学	
生体情報システム学	生体情報処理医工学
	マイクロ磁気デバイス医工学
	分子情報デバイス医工学

工学系出身者（7名）

医学系出身者（1名）

図1 研究領域の図

平成22年5月22日受付

\*1 東北大学大学院医工学研究科

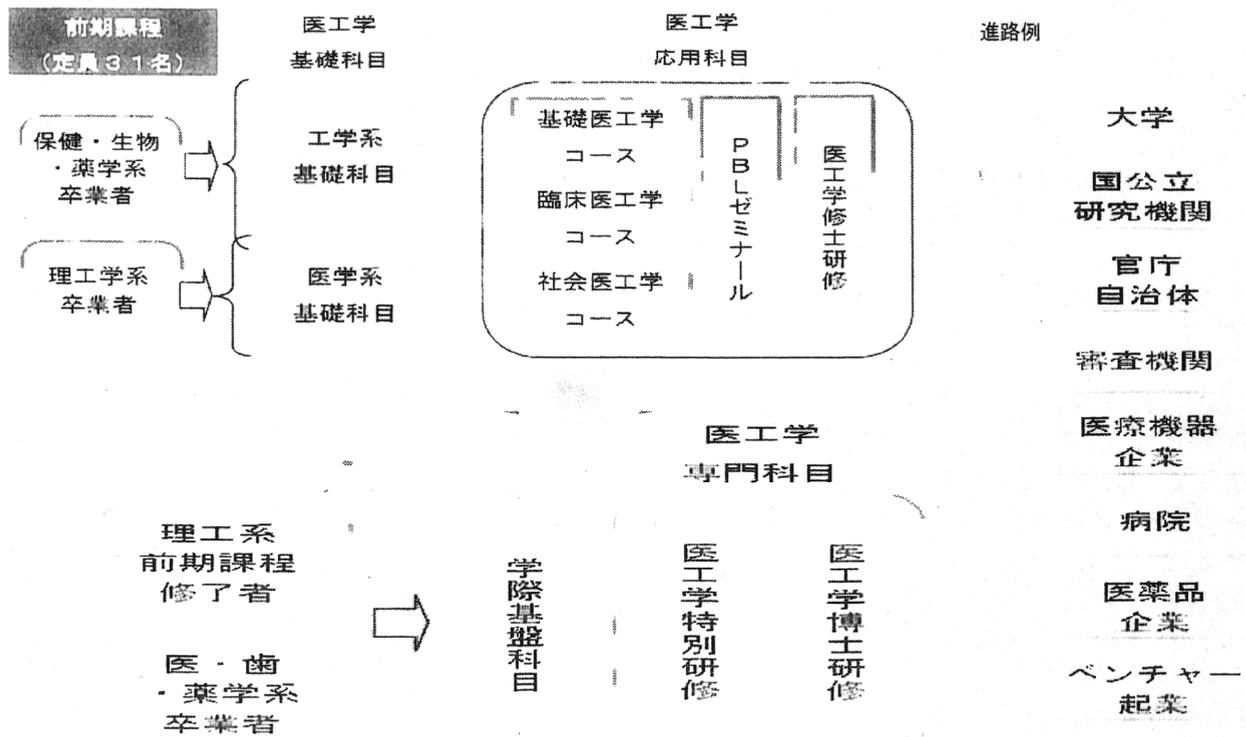


図2 医工学研究科の教育課程 (ホームページ <http://www.bme.tohoku.ac.jp/> 参照)

前期2年の課程と後期3年の課程が用意されている。前期課程のカリキュラムは基礎科目と応用科目からなり、応用科目には基礎医工学、臨床医工学、社会医工学の3つのコースがある。PBLはProblem-Based Learningの略で学習者が主体となる問題解決型の授業形態である。

カリキュラムとして、図2のように、将来の進路に応じて前期2年の課程に基礎医工学コース、臨床医工学コース、社会医工学コースの3つのコースが用意されている。基礎医工学コースでは、基本の学理を理解し発展させ得る基礎教育を通して医工学研究者の養成を目標とする。臨床医工学コースでは、基本の学理を現実の技術に展開する能力を涵養することで、革新的診断、治療技術を開発し得る指導者の育成を目指す。社会医工学コースでは、医工学の基本の学理と技術を習得するとともに、医療・医工学を取りまく法律、倫理、および社会的問題等の理解の上に、社会医療システムの改革の実現を探索する人材の育成を目標とする。

前期課程の授業科目は医工学基礎科目と医工学応用科目及び関連科目に区分される。基礎科目はさらに工学系科目と医学系科目に区分される。保健、生物及び薬学系学部の卒業生は、工学系基礎科目の選択必修科目及び医工学生体構造学、医工臨床医学概論並びに医工倫理学から4単位履修することが義務づけられている。また理工学系学部の卒業生は医学系基礎科目から4単位以上選択履修しなければならない。

授業の一端を紹介すると、筆者の担当するリハビリテーション医工学は社会医工学コースに含まれ、ここでは大学病院の中で補装具や福祉機器について学ぶことができる。病院で患者さんや医療スタッフと接し、補装具製作の現場を体験することにより、実験室では

得ることが難しい多様な視点を身につけられるように1セメスター分の授業が編成されている。また学習者が主体となる問題解決型の授業形態であるPBLゼミナール (PBLはProblem-Based Learningの略) を必修4単位としている。PBLゼミナールでは、高度な専門知識の体系化・総合化を通じて、医工学技術者としての問題設定能力等を養成することを目指している。具体的には自分の所属する研究室で実施している修士論文の内容とは異なる分野で課題を自ら探し出し研究する場合を想定して、文献調査や他研究室も含めた現地調査を実施する。これら学内での授業・実習に加え国内外のインターンシップ研修を実施し、職業人に必要なスキルを涵養している。

#### 4. どのような人材の輩出を目指しているか

本研究科がどのような人材の育成・輩出を目指しているかを述べる。まず教育研究者としては、新しい医工学を築く能力を有する基礎的研究者で、大学教員や国公立研究機関の研究者になり得る人材である。次に、官庁職員としては、医療経済、法制等に広い知識を有する技術者で、わが国の医療行政や医工学関連の技術・政策立案、国・自治体等の医療プロジェクトの企画、国内・国際規格の創案、医療機器審査やその管理等に参画できる人材である。また、医療機器開発技術者としては、新しい医療機器の考案能力、組織工学・再生

医療等の技術を備えた技術者で、医療機器や医薬品の関連企業に貢献、あるいは医療機器ベンチャーを起業できる人材である。そして、病院での機器管理者としては、病院内の診断治療機器の改良、管理等の知識と能力を備えた技術者で、病院の近代化計画に力を発揮できる人材である。

## 5. 2年間の教育実績

いくつかの事例を箇条書き的に列挙する。

- (1) 入学者数と修了者数を表1に示す。工学部出身者が多く、その割合は、前期課程では9割、後期課程では6割であった。
- (2) 大学院修士レベルのダブルディグリー及び共同教育プログラムを開始した。すなわちパリ第6大学をパートナーとし、平成20年度と21年度にそれぞれ1名を受け入れた。  
研究指導體制の充実度を反映して、研究科設置後2年間ですでに11名の日本学術振興会特別研究員を受け入れている。
- (3) 研究科開設当初より高校生、大学生からの注目度は高く、経過とともにより広く関心を集めるに至っている。オープンキャンパスへの参加者数は、平成20年の705人から平成21年には1,567人に倍増した。
- (4) 修了者の就職業種は、電気・情報通信機器器具製造業、情報通信業、学術・開発研究機関等であり、今後の活躍が大いに期待される。

## 6. 展望

医工学研究科は工学教育の新しい潮流として注目されている。しかし医療現場へのフィードバックは不十分であり、医学部や臨床研修病院等、医療専門職養成教育との接点を増やすことが課題と思われる。医師で

表1 入学・修了者数

### 【前期課程学生】

平成20年度	入学34名	修了4名 (修了者は転科学生)
平成21年度	入学33名	修了28名
平成22年度	入学42名	

### 【後期課程学生】

平成20年度	入学25名	修了2名 (修了者は転科学生)
平成21年度	入学7名	
平成22年度	入学14名	

ある筆者からみて先端医療は工学なくしては存在しえず、医学と工学との距離が狭まっていることに異論はないであろう。一方で医学と工学の真の融合を実現するには、2つの学問の違いを深く思索し互いの学問の基本を理解する努力の上に立って、高い水準で粘り強く教育を実践していくことが必要と考えている。

## 著者紹介



出江 紳一

1983年 慶應義塾大学医学部卒業  
 1992年 米国ニュージャージー医科歯科大学留学  
 1993年 慶應義塾大学病院理学診療科医長、医学博士  
 1995年 東海大学医学部講師  
 1999年 東海大学医学部助教授  
 2002年 東北大学大学院医学系研究科教授  
 現在 東北大学大学院医工学研究科教授、副研究科長、同研究科教務委員長  
 専門 リハビリテーション医学  
<http://www.rehamed.jp/>

