

simultaneously palpated the lateral aspects of the greater trochanter of both sides to determine the center points. The other 2 evaluators knelt at the right and left sides of the subject and palpated the other regions to determine the center points of the lateral epicondyle and the malleolus. First, they assessed the upper lines simultaneously; then, the lower lines were assessed using the same procedure. The evaluators measured the angle of inclination of each line using a Digital Level DL-155V (STS Corporation, Nagoya, Japan) in the frontal and sagittal planes. The angle of alignment in each plane was calculated using the angles of inclination of the upper and lower lines. We used a standard 35-cm metal goniometer to measure the range of motion of the knee (in degrees to the nearest 1°) on passive knee extension in a supine position. We measured the extension range to determine whether the change in the alignment occurred with greater flexion or extension, which could be explained by change in the structural limitation of knee extension range (flexion contracture).

#### Statistical Analysis

SPSS version 12.0J for Windows (SPSS Japan Inc., Tokyo, Japan) was used for the analyses. Statistical significance was defined as  $p < 0.05$ . Data were analyzed in 2 ways. First, the primary outcomes were presented as the group median (the lowest and highest values), and the secondary outcomes were presented as the means  $\pm$  standard deviations. Comparisons of the baseline characteristics between the intervention and control groups were conducted by the Student's *t*-test for numerical data and by the Fisher's exact test or the chi-square test for categorical data. Comparisons of outcome measures at the baseline between the 2 groups were performed by the Mann-Whitney *U* test for ordinal-scale data and by the Student's *t*-test for numerical data. Intra-group differences in the outcome measures from the baseline level to 5 months were tested with the Wilcoxon signed rank test for ordinal-scale data and with the paired *t*-test for numerical data.

In the second method, we used multiple linear regression analyses to estimate the differences between the 2 groups with regard to the change in each outcome measure from the baseline value. The group status (intervention vs. control) was used as an indicator (independent) variable and baseline variables of the primary and secondary outcomes (mean values for both limbs) that were found to be imbalanced ( $p < 0.10$ ) between the study groups at baseline were used as obligatory covariates in the analytic model. We dropped the variables with lower correlations with the primary outcomes when we found significant correlations between pairs of obligatory variables. Results are reported as estimated differences in the means between the intervention and control groups for all of the outcomes, with 95% confidence intervals and two-sided *p* values.

### Results

A total of 42 subjects (mean age  $69.4 \pm 5.9$  years; range, 60-83 years), 20 in the intervention group and 22 in the control group, completed the study. Thirteen subjects dropped out of the study; these subjects were found to have weaker quadriceps and had experienced fewer falls in the previous year (data not shown). At the first home visit, the subjects in the intervention group were instructed to complete 2 sets of 3-10 repetitions each 2-3 times per week (if more than 2 different types of exercise were instructed, they were asked to repeat the exercises 4-6 times per week).

Thus, the subjects were instructed to exercise at a mean frequency of  $3.4 \pm 1.6$  (range, 2-6) times per week, and they exercised at a mean frequency of  $4.3 \pm 2.2$  (range, 2-7) times per week. At the end of the initial home visits, the home was briefly scanned to identify the scope for environmental modifications. We modified the following 12 points in the homes of 9 subjects: installing a non-slip mesh material under the removal mat at the entrance threshold (7 points), using floor marking tapes on the step edges for increased visibility (2 points), and setting a stool by the platform to increase safety and ease in stepping up and down (3 points).

At the baseline assessment, characteristics of the subjects such as age, weight, height, body mass index, duration of knee pain, medication status, pain in other body part(s), and exercise habits did not significantly differ between the intervention and control groups (Table 1). There were no significant differences between the 2 groups in the primary outcomes at baseline (Table 2). In the secondary outcomes at baseline, the intervention group had weaker quadriceps and higher varus and flexion knee alignments than the control group. At the second assessment, WOMAC scores (pain,  $p < 0.05$ ; stiffness,  $p < 0.05$ ; function,  $p < 0.05$ ; total,  $p < 0.01$ ) and the *seiza*-style sitting score ( $p < 0.01$ ) improved significantly in the intervention group, whilst the differences in those scores were not significant in the control group (Table 3 left). In the secondary outcomes, the differences from baseline in the intervention group were not statistically significant; by contrast, some significant changes were found in the control group.

Multiple linear regression analyses were used to estimate the differences in the change from baseline for each outcome in order to determine the effect of intervention considering possible confounders (Table 3 right). Group status (intervention vs. control) was included as an indicator (independent) variable in the analyses. The baseline variables of WOMAC stiffness, *seiza*-style sitting, quadriceps muscle strength, and knee alignment in the frontal plane were included in the model as obligatory covariates as they were imbalanced between the 2 groups. Knee alignment in the sagittal plane was not included because of its significant correlation with the quadriceps muscle strength and lower correlation with the primary outcomes than the quadriceps muscle strength. Even after the adjustment for the confounding factors, the home-visit physiotherapy intervention was found to produce favorable improvement in the *seiza*-style sitting score (difference  $-0.90$ ; 95% CI  $-1.80, -0.01$ ;  $p = 0.048$ ).

### Discussion

Home-visit physiotherapy intervention in a community improved common activities of elderly women with mild knee pain in Japan. Disabilities in sitting *seiza*-style and in standing from this position were particular concerns of community-dwelling elderly Japanese women although their knee pain was not severe.

Table 1. Comparison of the baseline characteristics between intervention and control groups.

	Intervention (n = 20)	Control (n = 22)	p value*
Age, yr	70.0 ± 5.6	68.8 ± 6.2	0.540
Weight, kg	57.1 ± 8.1	54.3 ± 7.1	0.242
Height, cm	150.2 ± 5.1	150.4 ± 5.7	0.878
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	25.3 ± 2.9	24.0 ± 2.8	0.152
Knee pain and relevant conditions			
Laterality of current knee pain			0.277
Unilateral (left)	4 (20.0)	9 (40.9)	
Unilateral (right)	5 (25.0)	7 (31.8)	
Bilateral	8 (40.0)	5 (22.7)	
Currently missing	3 (15.0)	1 (4.6)	
Duration of current knee pain			0.249
< 1 month	2 (10.0)	0 (0.0)	
1 to 11 months	3 (15.0)	3 (13.6)	
≥ 12 months	12 (60.0)	18 (81.8)	
Currently missing	3 (15.0)	1 (4.6)	
Use of analgesics for knee pain, yes	2 (10.0)	4 (18.2)	0.380
Use of outpatient services for knee pain, yes	4 (20.0)	5 (22.7)	0.565
Use of lower limb orthoses, yes	1 (5.0)	4 (18.2)	0.203
Difficulty walking, yes	9 (45.0)	6 (27.3)	0.191
Physical conditions except knee pain			
Current pain, yes	14 (70.0)	12 (54.2)	0.239
Use of analgesics, yes	3 (15.0)	2 (9.1)	0.453
Use of outpatient services, yes	10 (50.0)	9 (40.9)	0.390
Experience of the fall in the past one year, yes	7 (35.0)	3 (13.6)	0.104
Fall-associated fracture in the past, yes	2 (10.0)	5 (22.7)	0.247
Routine exercise habits, yes	12 (60.0)	14 (63.6)	0.530

Data are expressed as mean ± s.d. or number of respondents (%).

\*Using Student's *t*-test, Fisher's exact test, or chi-square test.

Only the control group exhibited decline in the quadriceps muscle strength at 5 months. This could indicate the natural course in elderly women with knee pain because the strength of this muscle may fluctuate with the variable pain experienced by the subject throughout the trial period. Only a minority of the adults with knee pain can experience a resolution of pain and a return to the prior functional levels (Jinks et al. 2007). In comparison with the control group, the intervention group could preserve their quadriceps muscle strength and prevent progression to severe or disabling knee pain.

Our target group comprised elderly women with mild knee pain who cannot avail of hospital-based physiotherapy. Many studies have shown the favorable effects of exercise routine on knee pain for middle-aged and elderly patients (both men and women) with knee OA (O'Reilly et al. 1999; Patrella and Bartha 2000; Baker et al. 2001; Thomas et al. 2002; Oida et al. 2008; Doi et al. 2008). However, little information is available on the effects of exercise intervention to treat elderly women with knee pain at a

population level. The researchers of a previous intervention study on community-dwelling subjects did not restrict their trial to patients with knee OA alone (Hay et al. 2006). Significant improvements in the WOMAC pain and function scores were observed in the physiotherapy intervention group of Hay et al., and the mean baseline WOMAC scores of the subjects in that study were more than 5 times the corresponding scores of the subjects in the present study. Since subjects with only mild knee pain participated in the current study, it might have been difficult to detect any improvement in those who started with lower WOMAC pain scores at the baseline than subjects enrolled in other studies. Despite the fact that there were no significant differences in the WOMAC scores in the multiple regression models, the significant improvement in performing common activities such as *seiza*-style sitting may imply that home-visit physiotherapy could meet their needs at the community level.

The home-visit intervention performed with a frequency of 2 times over a 5-month period in the present

Table 2. Baseline comparison of the outcome variables between intervention and control groups.

	Intervention (n = 20)	Control (n = 22)	p value*
<b>Primary outcomes<sup>†</sup></b>			
WOMAC pain (0 - 20)	2.1 (0 - 8)	1.2 (0 - 4)	0.102
WOMAC stiffness (0 - 8)	1.1 (0 - 4)	0.4 (0 - 3)	0.058
WOMAC function (0 - 68)	4.0 (0 - 15)	3.5 (0 - 13)	0.639
WOMAC total (0 - 96)	9.5 (0 - 19)	5.2 (1 - 17)	0.210
<i>Seiza</i> -style sitting (0 - 8)	3.6 (0 - 8)	1.9 (0 - 7)	0.092
<b>Secondary outcomes</b>			
Quadriceps muscle strength, Nm			
Left	54.9 ± 20.4	66.1 ± 16.4	0.057
Right	57.3 ± 22.2	73.0 ± 19.4	0.019
Average	56.2 ± 20.5	69.6 ± 17.0	0.026
Knee alignment, degree			
Frontal plane <sup>‡</sup>			
Left	-1.0 ± 2.9	1.6 ± 2.9	0.007
Right	-2.4 ± 5.3	1.0 ± 3.0	0.016
Average	-1.7 ± 3.3	1.3 ± 2.6	0.002
Sagittal plane <sup>§</sup>			
Left	11.6 ± 3.8	8.5 ± 4.6	0.021
Right	12.5 ± 3.3	9.6 ± 3.9	0.013
Average	12.1 ± 3.0	9.0 ± 3.7	0.006
Knee extension range of motion <sup>  </sup> , degree			
Left	-2.0 ± 3.6	-3.1 ± 3.7	0.319
Right	-1.7 ± 4.0	-2.3 ± 4.0	0.618
Average	-1.8 ± 3.4	-2.7 ± 3.4	0.408

Data are expressed as group median (range) for primary outcomes and mean ± s.d. for secondary outcomes.

WOMAC = Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index.

\*Using Mann-Whitney *U* test and Student's *t*-test.

<sup>†</sup>Higher scores indicate worse symptoms.

<sup>‡</sup>Higher values indicate more valgus-angulated alignment, and lower values indicate more varus-angulated alignment.

<sup>§</sup>Higher values indicate more flexion-angulated alignment, and lower values indicate more extension-angulated alignment.

<sup>||</sup> Lower values indicate further limitations in the knee extension range.

study was less frequent than the home visits undertaken by other previous studies. For instance, in the study of O'Reilly et al. (1999), 4 home visits were performed during a 6-month period; the study of Baker et al. (2001) conducted 12 home visits during a 4-month period; and Thomas et al. (2002) conducted 4 home visits in the first 2 months (with follow-up visits at 6-month intervals for their 2-year-long study). However, exercise instructions provided on-site for home exercise training was a unique feature of the current study. A number of studies have furnished evidence that home exercise training for knee OA is effective. However, in most studies, the exercise instructions were delivered at sessions or demonstrations conducted at institutions. Simple and low-cost environmental modification was another unique advantage of home-visit physiotherapy, which we demonstrated in our present study. As reported by our subjects at baseline, around a quarter of elderly

women with mild knee pain are likely to have experienced the fall in the past one year. This finding supported the necessity of including means to address risk factors for injuries related to falls in the home-visit program.

We demonstrated the practical use of knee alignment measurement without the use of radiographs. Varus or valgus changes should be interpreted considering the alignment change in the sagittal plane because the valgus angles in knee alignment increased with increased flexion contracture (Koshino et al. 2002). In the current study, the change in the intervention group is estimated to be more varus than that in the control group. The increase in flexion of knee alignment from the baseline to the assessment at 5 months in the control group might have influenced the result in the multiple regression model. Interestingly, the reduction of quadriceps muscle strength from the baseline to the assessment at 5 months in the control group could be

Table 3. Comparison of changes in outcome variables after 5-month trial.

	Second measurement		Change from baseline					
	Intervention (n = 20)	Control (n = 22)	Univariate analysis		p value <sup>§</sup>	Multivariate analysis		
			Intervention (n = 20)	Control (n = 22)		Difference (95%CI)	p value	
<b>Primary outcomes</b>								
WOMAC pain (0 - 20)	0.9 (0 - 3)*	0.7 (0 - 3)	-0.9 (-8 - 2)	-0.4 (-3 - 3)	0.495	-0.03 (-1.43 - 1.37)	0.965	
WOMAC stiffness (0 - 8)	0.5 (0 - 3)*	0.5 (0 - 3)	-0.5 (-3 - 1)	0.0 (-3 - 2)	0.080	-0.37 (-0.94 - 0.20)	0.200	
WOMAC function (0 - 68)	2.8 (0 - 13)*	2.0 (0 - 14)	-1.8 (-11 - 8)	-0.8 (-12 - 10)	0.300	-0.05 (-3.28 - 3.17)	0.973	
WOMAC total (0 - 96)	4.9 (0 - 15) <sup>†</sup>	3.2 (0 - 19)	-4.0 (-11 - 4)	-1.2 (-15 - 15)	0.235	-0.45 (-4.24 - 3.33)	0.810	
Seiza-style sitting (0 - 8)	1.6 (0 - 4) <sup>†</sup>	1.1 (0 - 6)	-1.5 (-5 - 1)	-0.4 (-3 - 2)	0.026	-0.90 (-1.80 - -0.01)	0.048	
<b>Secondary outcomes</b>								
Quadriceps muscle strength, Nm								
Left	60.8 ± 28.3	59.5 ± 15.9*	+5.9 ± 24.5	-6.6 ± 14.7	0.058	+7.1 (-7.7 - 21.8)	0.339	
Right	63.2 ± 23.8	65.3 ± 17.9 <sup>†</sup>	+5.8 ± 24.4	-7.7 ± 11.5	0.032	+10.3 (-2.8 - 23.3)	0.120	
Average	62.0 ± 25.3	62.4 ± 15.8 <sup>†</sup>	+5.8 ± 23.2	-7.1 ± 11.7	0.032	+8.7 (-4.2 - 21.5)	0.181	
Knee alignment, degree								
Frontal plane	Left	-0.8 ± 3.4	3.2 ± 3.0*	+0.2 ± 2.2	+1.6 ± 3.4	0.119	-1.9 (-4.1 - 0.3)	0.088
	Right	-1.8 ± 4.4	2.4 ± 3.8*	+0.7 ± 3.0	+1.4 ± 2.7	0.451	-1.5 (-3.7 - 0.6)	0.164
	Average	-1.7 ± 3.3	1.3 ± 2.6 <sup>†</sup>	+0.5 ± 1.7	+1.5 ± 2.5	0.122	-1.7 (-3.4 - -0.1)	0.039
Sagittal plane	Left	12.7 ± 3.9	14.3 ± 3.8 <sup>†</sup>	+1.0 ± 4.5	+5.9 ± 6.4	0.008	-4.9 (-9.3 - -0.5)	0.031
	Right	13.4 ± 4.8	10.6 ± 4.1	+0.9 ± 3.3	+1.0 ± 5.3	0.946	+0.4 (-3.1 - 3.8)	0.835
	Average	12.1 ± 3.0	9.0 ± 3.7 <sup>†</sup>	+1.0 ± 2.7	+3.4 ± 5.1	0.058	-2.3 (-5.5 - 1.0)	0.163
Knee extension range of motion, degree								
Left	-0.9 ± 4.3	-2.0 ± 3.9	+1.1 ± 5.2	+1.1 ± 2.6	0.994	-0.2 (-3.1 - 2.7)	0.891	
Right	-1.5 ± 5.9	-1.8 ± 4.7	+0.2 ± 5.0	+0.5 ± 4.8	0.841	-0.5 (-4.3 - 3.3)	0.794	
Average	-1.2 ± 4.7	-1.9 ± 4.0	+0.6 ± 4.5	+0.8 ± 3.2	0.902	-0.3 (-3.3 - 2.6)	0.813	

Data are expressed as group median (range) or mean ± s.d. except those for multivariate analyses. Multivariate analysis estimated the difference between the intervention and control groups with regard to the change in each outcome measure from the baseline value adjusted for the baseline data of WOMAC stiffness, seiza-style sitting, average quadriceps muscle strength, and average knee alignment in the frontal plane by using multiple linear regression analysis. If an estimate is negative, then the intervention leads to a more negative change in the outcome variable; if an estimate is positive, then the intervention leads to a more positive change in the outcome variable.

\* $p < 0.05$ , <sup>†</sup> $p < 0.01$ , <sup>‡</sup> $p < 0.001$  significant intra-group difference from the baseline level to 5 months tested by Wilcoxon signed rank test or paired *t*-test.

<sup>§</sup>Using Mann-Whitney *U* test or Student's *t*-test.

See Table 2 for the definition of each variable.

explained by the alignment changes, since greater varus deviation from neutral alignment is associated with increased quadriceps muscle strength (Lim et al. 2008a). To consider more variables as possible confounding factors, we should aim to conduct studies with larger sample size in the future.

Since the eligibility criteria reflected the target group for intervention, the criteria we used may have influenced the results of our study. At baseline, more than 60% of the subjects reported that they followed routine exercise habits. This pre-existing exercise routine may have influenced their compliance to the exercise instructions because the subjects in the intervention group performed the exercises more frequently than recommended. Another factor that negatively influenced the results of our study was the study design: the distinct weak point being the lack of a random-

ized or matched control design. Instead, for practical reasons, participants from 2 districts were placed in the intervention group and those from the other 2 districts were placed in the waiting-list control group. Although this study design is advantageous in that it prevented the free flow of information about the contents of intervention, it also posed as a disadvantage since the baseline measurements in the secondary outcomes differed between the intervention and control groups. However, the multivariate adjustment for some of the baseline outcomes could have reduced this negative influence to a certain extent.

In conclusion, home-visit physiotherapy treatment for assisting community-dwelling elderly Japanese women with mild knee pain could prevent the progression to severe and disabling knee pain and also improve specific physical functions. Further studies with a larger sample size span-

ning over more districts across multi-administrative areas are required to elucidate the effects of home-visit physiotherapy.

### References

- Aoyagi, K., Ross, P.D., Huang, C., Wasnich, R.D., Hayashi, T. & Takemoto, T. (1999) Prevalence of joint pain is higher among women in rural Japan than urban Japanese-American women in Hawaii. *Ann. Rheum. Dis.*, **58**, 315-319.
- Baker, K.R., Xu, L., Zhang, Y., Nevitt, M., Niu, J., Aliabadi, P., Yu, W. & Felson, D. (2004) Quadriceps weakness and its relationship to tibiofemoral and patellofemoral knee osteoarthritis in Chinese: the Beijing osteoarthritis study. *Arthritis Rheum.*, **50**, 1815-1821.
- Baker, K.R., Nelson, M.E., Felson, D.T., Layne, J.E., Sarno, R. & Roubenoff, R. (2001) The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J. Rheumatol.*, **28**, 1655-1665.
- Bellamy, N. (2002) WOMAC: a 20-year experiential review of a patient-centered self-reported health status questionnaire. *J. Rheumatol.*, **29**, 2473-2476.
- Brooks, P.M. (2006) The burden of musculoskeletal disease—a global perspective. *Clin. Rheumatol.*, **25**, 778-781.
- Doi, T., Akai, M., Fujino, K., Iwaya, T., Kurosawa, H., Hayashi, K. & Marui, E. (2008) Effect of home exercise of quadriceps on knee osteoarthritis compared with nonsteroidal antiinflammatory drugs: a randomized controlled trial. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, **87**, 258-269.
- Goggins, J., Baker, K. & Felson, D. (2005) What WOMAC pain score should make a patient eligible for a trial in knee osteoarthritis? *J. Rheumatol.*, **32**, 540-542.
- Hay, E.M., Foster, N.E., Thomas, E., Peat, G., Phelan, M., Yates, H.E., Blenkinsopp, A. & Sim, J. (2006) Effectiveness of community physiotherapy and enhanced pharmacy review for knee pain in people aged over 55 presenting to primary care: pragmatic randomised trial. *BMJ*, **333**, 995-1003.
- Jamtvædt, G., Dahm, K.T., Christie, A., Moe, R.H., Haavardsholm, E., Holm, I. & Hagen, K.B. (2008) Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: an overview of systematic reviews. *Phys. Ther.*, **88**, 123-136.
- Jinks, C., Jordan, K. & Croft, P. (2007) Osteoarthritis as a public health problem: the impact of developing knee pain on physical function in adults living in the community: (KNEST 3). *Rheumatology (Oxford)*, **46**, 877-881.
- Jinks, C., Jordan, K.P., Blagojevic, M. & Croft, P. (2008) Predictors of onset and progression of knee pain in adults living in the community. A prospective study. *Rheumatology (Oxford)*, **47**, 368-374.
- Jordan, K.M., Sawyer, S., Coakley, P., Smith, H.E., Cooper, C. & Arden, N.K. (2004) The use of conventional and complementary treatments for knee osteoarthritis in the community. *Rheumatology (Oxford)*, **43**, 381-384.
- Koshino, T., Takeyama, M., Jiang, L.S., Yoshida, T. & Saito, T. (2002) Underestimation of varus angulation in knees with flexion deformity. *Knee*, **9**, 275-279.
- Lange, A.K., Vanwanseele, B. & Fiatarone Singh, M.A. (2008) Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review. *Arthritis Rheum.*, **59**, 1488-1494.
- Lim, B.W., Hinman, R.S., Wrigley T.V. & Bennell, K.L. (2008a) Varus malalignment and its association with impairments and functional limitations in medial knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.*, **59**, 935-942.
- Lim, B.W., Hinman, R.S., Wrigley T.V., Sharma, L. & Bennell, K.L. (2008b) Does knee malalignment mediate the effects of quadriceps strengthening on knee adduction moment, pain, and function in medial knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. *Arthritis Rheum.*, **59**, 943-951.
- Mitchell, H.L., Carr, A.J. & Scott, D.L. (2006) The management of knee pain in primary care: factors associated with consulting the GP and referrals to secondary care. *Rheumatology (Oxford)*, **45**, 771-776.
- Oida, Y., Morozumi, K., Nakamura, N., Kitabatake, Y., Shiozawa, S., Sato, S., Miura, K., Nishi, A. & Itakura, M. (2008) Effectiveness of a community health service program using exercise intervention for elderly people with osteoarthritis of the knees: a randomized controlled trial. *Nippon Koshu Eisei Zasshi*, **55**, 228-237 (in Japanese).
- O'Reilly, S.C., Muir, K.R. & Doherty, M. (1998) Knee pain and disability in the Nottingham community: association with poor health status and psychological distress. *Br. J. Rheumatol.*, **37**, 870-873.
- O'Reilly, S.C., Muir, K.R. & Doherty, M. (1999) Effectiveness of home exercise on pain and disability from osteoarthritis of the knee: a randomised controlled trial. *Ann. Rheum. Dis.*, **58**, 15-19.
- Ottawa panel. (2005) Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for therapeutic exercises and manual therapy in the management of osteoarthritis. *Phys. Ther.*, **85**, 907-971.
- Peat, G., McCarney, R. & Croft, P. (2001) Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann. Rheum. Dis.*, **60**, 91-97.
- Petrella, R.J. & Bartha, C. (2000) Home based exercise therapy for older patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *J. Rheumatol.*, **27**, 2215-2221.
- Philadelphia Panel. (2001) Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for knee pain. *Phys. Ther.*, **81**, 1675-1700.
- Slemenda, C., Brandt, K.D., Heilman, D.K., Mazzuca, S., Braunstein, E.M., Katz, B.P. & Wolinsky, F.D. (1997) Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann. Intern. Med.*, **127**, 97-104.
- Tanamas, S., Hanna, F.S., Cicuttini, F.M., Wluka, A.E., Berry, P. & Urquhart, D.M. (2009) Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.*, **61**, 459-467.
- Thomas, K.S., Muir, K.R., Doherty, M., Jones, A.C., O'Reilly, S.C. & Bassey, E.J. (2002) Home based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: randomised controlled trial. *BMJ*, **325**, 752-756.
- Wilkie, R., Peat, G., Thomas, E. & Croft, P. (2007) Factors associated with restricted mobility outside the home in community-dwelling adults ages fifty years and older with knee pain: an example of use of the International Classification of Functioning to investigate participation restriction. *Arthritis Rheum.*, **57**, 1381-1389.
- Wood, L., Peat, G., Thomas, E., Hay, E.M. & Sim, J. (2008) Associations between physical examination and self-reported physical function in older community-dwelling adults with knee pain. *Phys. Ther.*, **88**, 33-42.

癌)やAFP(肝細胞癌)は診断に役立つ。CEAやCA19-9などの腫瘍マーカーのみでは原発巣を確定できないが、原発性骨腫瘍や造血器悪性腫瘍、骨髄炎などと鑑別が問題の場合に癌の存在を示せる。

### 確定診断のポイント

画像で骨転移の可能性があれば、腫瘍マーカーなどで癌の存在を確認、場合により生検で組織診断。組織学的に骨転移癌と診断、原発不明の場合、腫瘍マーカーの検索と同時に、理学的診断(甲状腺癌、乳癌)と胸部と腹部CTで腫瘍像の有無を確認。また、内視鏡で消化管癌の存在を検索。

### 鑑別すべき疾患と鑑別のポイント

- ① 原発性骨腫瘍(⇒1472頁)
- ② 骨粗鬆症(⇒1476頁)
- ③ 感染性疾患：炎症症状(BSG, CRP 亢進)、脊椎では椎間板の狭小化、MRIによる膿瘍の存在、穿刺による膿の培養。
- ④ 骨 Paget 病：溶骨像から硬化像まで種々の画像を呈するが、多くは骨幅が拡大、骨梁の粗大化。ALPの上昇。組織所見は破骨細胞の増加とcement lineのmosaic pattern。

### なかなか診断のつかないとき試みること

組織診断のみでは、転移と原発性骨腫瘍、悪性リンパ腫、骨髄腫の鑑別に有用だが、原発巣までは発見できないことがある。有症状の骨転移には、治療と並行して原発巣検索も考慮すべきである。

### 予後判定の基準

最も信頼できる予後因子は原発腫瘍(肺癌、肝細胞癌、消化管の癌は予後不良、前立腺癌、乳癌、甲状腺癌は予後良好)。他の重要臓器(肺、脳、肝)転移の有無、転移数、全身状態(performance status)、病的骨折の有無などが予後因子。

### 合併症・続発症の診断

- ① 病的骨折：外傷性骨折と鑑別が重要。軽微な外傷でも発症、骨折部位に骨吸収像の存在。
- ② 脊髄麻痺：脊椎転移では、脊柱構築の破綻による不安定性と腫瘍浸潤による脊髄、神経根の圧迫で麻痺症状が発生。MRIにより圧迫部位、腫瘍の範囲を確認。
- ③ 高Ca血症：骨転移例の約10~15%に高Ca血症を併発することがある。血清Ca値チェック。

1476

### 経過観察のための検査・処置

骨転移しやすい腫瘍で無症状の場合、6か月に1回、骨シンチグラム撮像。異常集積を認めれば、X線とMRIで確認。不明確なら骨生検を行うか、時間をおいて再度画像評価。

### 治療法ワンポイント・メモ

- ① 治療目的は除痛と機能回復によるQOL改善。薬物療法、装具療法、放射線療法、手術療法がある。どれを優先するかは予後と骨転移状況で判断。
- ② 薬物療法にホルモン療法、化学療法、強オピオイド鎮痛薬(疼痛緩和)、ビスホスホネート製剤(骨転移の疼痛軽減、進行抑制、骨再形成)。
- ③ 放射線療法は骨折準備状態に達していない場合や除痛目的、脊椎不安定性や神経圧迫がない脊椎転移例、手術に併用する場合も。また、外照射で制御不良の多発性骨転移(骨シンチ陽性)にβ線放出放射性医薬品(ストロンチウム89)を注射。
- ④ 手術は存命期間中にQOL温存が保存療法のみでは得られないと判断できる場合に検討。

### 手術適応のポイント

QOL、生命予後を考慮し適応を決定。長管骨の骨折例、切迫骨折例、脊椎不安定性に起因する疼痛・麻痺例は、全身状態が許されるかぎり手術療法が適応。手術術式には局所根治手術と支持性のみ目的の姑息的緩和手術。術式選択には的確な予後予測が重要。局所根治手術は、転移巣が限局し、長期予後が期待の場合に適応。

### さらに知っておくと役立つこと

骨転移癌は必ずしも末期癌ではない。ほかの重要臓器転移と比べて明らかに予後良好で、比較的長期生存例も稀でない。また、転移巣の根治手術で、延命が期待できるものもある。

## 骨粗鬆症・骨軟化症

Osteoporosis, Osteomalacia

遠藤 直人 新潟大学大学院教授・整形外科

### I 骨粗鬆症

骨折リスクを増すような骨強度上の問題をすでに

もっている人に起こる骨格の疾患(2000年, NIH)で、原発性と続発性骨粗鬆症(ステロイド性など)に分けられる。日本では1,000万~1,100万人罹患と推定。

### 診断のポイント

- 1 低骨量：X線写真で骨萎縮・骨粗鬆症化、あるいは骨量(骨密度)測定で低値。
- 2 脆弱性骨折：軽微な外力による骨折で部位は脊椎、大腿骨頸部、上腕骨頸部、橈骨遠位端、骨盤(恥骨、坐骨、仙骨)など。
- 3 危険因子：高齢、既存骨折、アルコール摂取(1日3単位以上)、現在の喫煙、大腿骨頸部骨折の家族歴。
- 4 身長低下、脊柱変形(亀背、姿勢異常)：最大身長から4cm以上の低下は椎体骨折を示唆。rib-pelvis test, wall-occiput test。

### 移送の判断基準

脊椎椎体骨折で脊柱管内の脊髄を圧迫し、神経症状を呈している場合。

### 症候の診かた

- 1 低骨量だけでは無症状。
- 2 脊椎椎体骨折：腰部・背部痛(臨床骨折。動作時、荷重時に疼痛増悪、安静では軽減)、棘突起部に圧痛・叩打痛、脊柱変形。脆弱が高度では明らかな疼痛などの臨床症状を呈さずに骨折している例もある(形態骨折)。
- 3 大腿骨頸部骨折：疼痛、立位・歩行不能となる。不全骨折では立位可能例もある。

### 検査とその所見の読みかた

- 1 骨折の確認：X線, MRI, 骨シンチが有用
- 2 X線：脊椎椎体で骨粗鬆症化、大腿骨頸部で骨萎縮を認める
- 3 骨密度：腰椎(L2~3, L1~4)、大腿骨頸部あるいはほかの部位で測定し、YAM70%未満で骨粗鬆症。70~80%では疑い。
- 4 血液検査：Ca, iPは基準値以内、ALPは基準値以内あるいは軽度高値(基準値の1.5倍以内)。ほかに異常を認めず。

### 確定診断/鑑別すべき疾患のポイント

他の疾患を除外、鑑別することで確定診断に至る。腰背部痛を呈する疾患(脊椎症など)、腫瘍(骨転移)、骨髄腫、骨軟化症、上皮小体(副甲状腺)機能亢進症

などを鑑別。血液・尿検査、X線・MRIなどの画像検査が有用。

### 予後判定の基準

神経障害を有する例、多発性の骨折、脊柱変形(後彎)を有する例では予後不良。

### 合併症・続発症の診断

脊椎骨折：神経障害、呼吸機能障害、消化器障害(逆流性食道炎)、慢性腰痛。運動機能低下・廃用性萎縮、QOL低下。

### 経過観察のための検査・処置

画像検査、血液・尿(代謝マーカーなど)

### 治療法/手術適応のポイント

骨折予防とQOLの維持を目指す：栄養・運動療法を基本とし、必要に応じて薬物治療を行う。骨折に対しては通常の骨折治療に準じ、脆弱骨に配慮して保存的あるいは手術的治療を行う。神経障害に対しては除圧術などの対応を要する。

### さらに知っておくと役立つこと

ステロイド性骨粗鬆症の日本におけるガイドラインは「経口ステロイド3か月以上使用または使用予定で、脆弱性骨折、骨密度80%YAM未満、プレドニゾロン換算5mg/日以上、いずれか」の場合に治療を開始する。

16

## II 骨軟化症

骨質の形成後(matrix formation)に、Ca, Pが沈着(石灰化; mineralization)するが、この石灰化が障害された状態がくる病(rickets; 成長期で骨端線閉鎖以前)、骨軟化症(osteomalacia; 成長完了以後で骨端線閉鎖完了後の成人)である。骨石灰化が障害され、骨脆弱性が亢進し、組織学的には類骨過剰状態を示す。

リン酸代謝はPHEX, FGF23により調節されており、これらの異常による病態がある(図1)。

分類：ビタミンD作用不全と低リン血症、その他(アシドーシスなど)に分けられる。

### 診断のポイント

1 原因となりうる病態、疾患の有無を検索。ビタミンD欠乏、作用不全(食事内容、日光曝露不足、食物アレルギーなど)、リン欠乏、アシドーシス、消化

1477



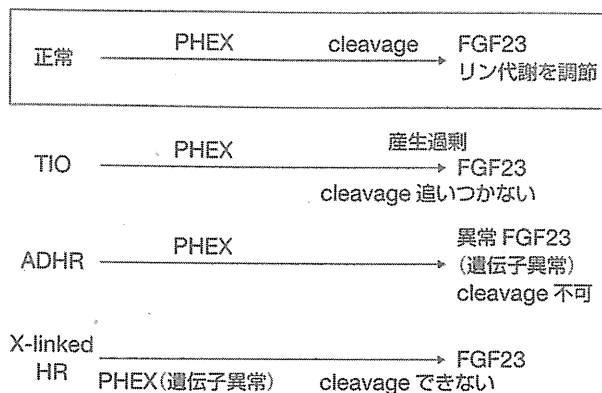


図1 低リン血症性骨軟化症における FGF23 と PHEX

管の吸収障害，肝・腎臓の機能障害，薬剤。

- ② 低身長，四肢変形(下肢 O 脚など)
- ③ 血液検査で ALP (アルカリホスファターゼ) 高値，画像検査 (X 線) で特徴的な骨改変層 (Looser zone) を認める。

症候の診かた

- ① 身体的には低身長，特に四肢(下肢)短縮，下肢変形(長管骨の彎曲，O 脚)，アヒル様歩行。
- ② 小児，乳児では胸郭変形，肋骨念珠，Harrison 溝，頭蓋軟化 (craniotabes)。
- ③ 成人では筋力低下などがみられる。
- ④ 小児期に既往があり，成長完了以後，特に治療，通院などなく，突然に疼痛などで受診される例もある。

検査とその所見の読みかた/確定診断のポイント

- ① 既往歴の聴取(小児期)，生活歴(食事，日光曝露)，身体所見の診察。
- ② 血液・尿検査では，ALP (アルカリホスファターゼ) 著明高値である。ALP 高値を示す「上皮小体機能亢進症，甲状腺機能亢進症，転移などの骨破壊性病変，Paget 病」などと鑑別する。くる病・骨軟化症では血清リンは低値。PTH，25(OH)，1,25(OH)<sub>2</sub>D レベルは病態ごとに異なる。
- ③ 単純 X 線では形態異常(長管骨の彎曲，骨陰影濃度の低下，骨端線の拡大・不整，骨幹端の透亮像を呈する。石灰化障害と負荷が加わると，骨改変層 (Looser zone) が生じ，特に長管骨皮質部，大腿骨頸部，坐骨，恥骨などに認められる。
- ④ 必要に応じて骨組織生検にて，確定診断に至る。

予後判定の基準

原因による。ビタミン D 不足では補充により改善する。低リン血症性ではリン漏出の程度が高度なとき骨変化も著明である。また腫瘍による例では，腫瘍摘出により改善するが，一方，腫瘍の発見が遅れたり，発見できない例では症状が続き，予後不良である。

経過観察のための検査・処置

画像検査 (X 線)：石灰化障害，Looser zone の所見の変化，血液 (ALP，iP) 検査。

治療/手術適応のポイント

小児(くる病：骨端線閉鎖完了以前)では骨成長障害，骨端線の著明な拡大の所見がある例に薬物療法，ビタミン D 製剤：1 $\alpha$ -(OH)D<sub>3</sub>，1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>の単独あるいは中性リンの併用。高カルシウム血症に注意する。

原則として薬物は成長完了まで続けるが，成長完了以後，成人で骨痛，骨改変層，骨折を認めた例では，一定量のビタミン D の継続投与を行う。

O 脚などの下肢変形高度では膝関節，足関節への負担が過度にかかることから，矯正骨切術が適応となる。下肢の高度短縮では骨延長術が適応となるが，慎重に判断する。

さらに知っておくと役立つこと

成人では靭帯の骨化(後縦靭帯骨化症など)を合併する例もあり，神経所見に留意する。

薬物療法の継続期間については少なくとも症状，Looser zone などの所見がある場合には継続して薬物治療を行うことが望ましいと考える。

コンパートメント症候群 (筋区画症候群)\*

Compartment Syndrome

竹内 良平 横浜市立大学准教授・整形外科

急性型と慢性型がある。



治療方針

▶ 脊柱側弯症

発生頻度は50~60%。側弯症に加えて後弯を含む矢状面変形を伴いやすい。進行する側弯に対する装具治療は成績がよくない。進行例には手術治療を行うが、心疾患を伴うことが多いため、あらかじめ心肺機能の十分な評価が必要である。

▶ 外反扁平足

発生頻度はおよそ25%。扁平足自体で機能障害を生じることが少ないが、足長が長く、幅が狭いため既製靴が合わないことが多い。

参考文献

- 1) 川上紀明：脊柱変形の手術アプローチ。日本脊椎脊髄病学会雑誌 17：770-80, 2006
- 2) Lindsey JM, et al：The foot in Marfan syndrome：Clinical findings and weight-distribution patterns. J Pediatr Orthop 18：755-9, 1998

骨軟化症 OMIM 番号:259660

Osteomalacia

遠藤 直人 新潟大学大学院・教授

【疾患概念】 骨では骨質の形成(matrix formation)ののちに、ミネラル(カルシウム, リン)の沈着と石灰化(mineralization + calcification)が起こる。この骨石灰化が障害されると、骨脆弱性の亢進と骨形成の障害がみられ、組織学的には類骨過剰状態を呈する。成長期で骨端線閉鎖以前ではくる病, 成長完了以後で骨端

線閉鎖完了後の成人では骨軟化症 osteomalacia と呼ばれる。

分類：ビタミンD作用不全と低リン血症, その他(アシドーシスなど)に分けられる。

- ① ビタミンD作用不全
  - ・ビタミンD欠乏。
  - ・ビタミンD抵抗性くる病, I型, II型。
- ② 低リン血症(図7-33)
  - ・低リン血症性くる病。
    - XLH X染色体優性
    - ADHR 常染色体優性
    - ARHR 常染色体劣性
  - ・Fanconi症候群
  - ・腫瘍性骨軟化症
- ③ 代謝性アシドーシス
- ④ その他：AI骨症など

【臨床症状と病態】

身体的には低身長, 特に四肢(下肢)短縮, 下肢変形(長管骨の弯曲, O脚), あひる様歩行がみられる。小児, 乳児では胸郭変形, 肋骨念珠, Harrison溝, 頭蓋軟化(craniotabes)がみられる。一方, 成人では筋力低下, 筋肉痛, 骨萎縮(脆弱性の亢進)などがみられる。

原因となりうる病態としてはビタミンD欠乏, 作用不全(極度の偏食・ダイエット, 日光曝露不足, 食物アレルギーによる摂取不足など), リン欠乏, アシドーシス, 消化管の吸収障害, 肝・腎臓の機能障害, 薬剤などがある。

● 問診で聞くべきこと

小児期に既往があり, 成長完了以後, 特に治療, 通院などなく, 突然に疼痛などで受診される例もあるこ

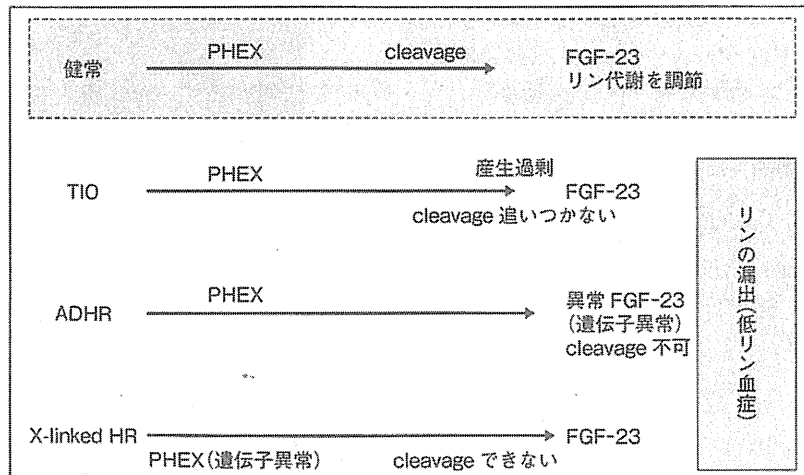


図7-33 リン代謝における FGF-23 と PHEX

とに留意して問診する。また生活歴(食事、日光曝露、薬剤)、家族歴、身体所見(身長、変形など)についての問診を確実に行うこと。

### ● 必要な検査とその所見

(1) 血液検査：アルカリフォスファターゼ著明高値。ALP 高値を示す他の疾患、病態である上皮小体機能亢進症、甲状腺機能亢進症、転移などの骨破壊性病変、Paget 病と鑑別する。くる病、骨軟化症では血清リンは低値。PTH、25(OH)D、1,25(OH)<sub>2</sub>D レベルは病態ごとに異なる。

(2) 単純 X 線：長管骨の彎曲、骨陰影濃度の低下。骨端線閉鎖以前ではその拡大・不整、骨幹端の透亮像。骨改変層 looser zone は石灰化障害と負荷が加わる部位である長管骨皮質部、大腿骨頸部、坐骨、恥骨などによくみられる。

成人では靭帯の骨化(後縦靭帯骨化症など)を合併し、あたかも AS(強直性脊椎炎)様の画像所見を呈する例もある。また、神経所見に留意する。

(3) 骨組織生検：類骨過剰状態。

### ● 診断のポイントと診断基準

X 線所見、血液検査所見による。病態、家族歴などが有用な情報となる。

上記検査結果より診断可能。必要に応じて骨組織生検により「石灰化障害 = 類骨過剰状態」を検出すれば確定する。

### 治療方針

ビタミン D 不足、作用不全ではビタミン D 補充により改善する。低リン血症性ではリン漏出の程度が高度の場合骨変化も著明であり、リン補充も必要である。腫瘍性骨軟化症では腫瘍摘出により改善が期待できる。

### 治療法

薬物療法として、小児では骨成長障害、骨端線の著明な拡大の所見を認める例にはビタミン D 製剤：1 $\alpha$ (OH)D<sub>3</sub>、1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> の単独あるいは中性リンの併用療法を行う。その際、定期的に血液あるいは尿検査による高カルシウム血症にならないように注意する。原則として薬物は成長完了まで続ける。

成長完了以後の薬物治療の要否については一定の指針はないが、少なくとも骨痛、骨改変層、骨折を認めた場合には、一定量のビタミン D の継続投与を行うべきであろう。

手術療法については、下肢変形高度では膝関節、足関節の関節レベルの平行が崩れ、関節への過度の負担、あひる歩行などを呈することから、下肢骨の矯正骨切り術が考慮される。下肢の高度短縮では骨延長術

が適応となるが、骨癒合の不安定さ、長い治療期間を要することも考慮したうえで適応を判断するべきであろう。

## 腎性骨ジストロフィー

*Renal osteodystrophy (ROD)*

萩野 浩 鳥取大学・教授(リハビリテーション部)

【疾患概念】 腎性骨ジストロフィー(ROD)は、以前には、慢性腎不全(chronic kidney disease; CKD)に合併する骨ミネラル代謝異常症(bone mineral disorder; MBD)を指していたが、現在では、骨生検による病理学的診断に限定された。本稿では ROD を含む CKD-MBD による骨・関節症について述べる。

### 【病因・病態】

原因は腎機能障害に伴う①ビタミン D 活性化障害と、それに続発する二次性上皮小体機能亢進症、②低栄養、③アシドーシスによるカルシウム喪失である。また透析患者では④アルミニウム蓄積、⑤アミロイド( $\beta_2$  microglobulin)沈着が原因となる。

カルシウム喪失、二次性上皮小体機能亢進、低栄養が原因で骨粗鬆症を併発する。アルミニウムなどの微量金属や低カルシウム、リン血症は骨石灰化障害を引き起こして、骨軟化症を生じる。またアミロイドは全身の組織に沈着し、骨関節障害(アミロイド骨嚢腫、骨折、神経障害)を引き起こす。

### 【病型分類】

上皮小体ホルモン(PTH)過剰による線維性骨炎型、骨代謝回転の低下による骨軟化症型、無形成骨型、混合型および軽度変化型に分類される。最近では骨形態計測に基づいた TMV 分類(T:骨代謝回転, M:石灰化, V:骨量)が提案されている。

### 【臨床症状】

早期では特異的な症状に乏しい。進行例では二次性上皮小体機能亢進による長管骨部や関節周囲の疼痛やこわばり、カルシウム沈着による関節炎、骨粗鬆化や骨嚢腫による骨折、近位筋力低下、腱断裂、皮膚瘙癢感を認める。また末梢神経障害、手根管症候群、破壊型脊椎関節症(destructive spondyloarthropathy; DSA)による神経障害を生じることがある。

### ● 問診で聞くこと

① 腎機能障害の経過、透析歴、治療歴、骨折の既往。

② 疼痛の程度・部位、運動時痛か安静時痛か。

- 生命予後に影響を与える因子としては、性(男性のほうが不良)、年齢(高齢者ほど不良)、受傷前の歩行能力(低い者ほど不良)、認知症(有するほうが不良)などがある(表4)<sup>10)</sup>。
- 治療法別には人工骨頭置換術のほうが、骨接合術より死亡率が高く、おそらく手術侵襲の差によるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会. 大腿骨頸部/転子部骨折診療ガイドライン. 東京:南江堂; 2005.
- 2) Committee for Osteoporosis Treatment of the Japanese Orthopaedic Association. Nationwide survey of hip fractures in Japan. J Orthop 2004; 9: 1-5.
- 3) Orimo H, et al. Hip fracture incidence in Japan: estimates of new patients in 2007 and 20-year trends. Arch Osteoporos 2009; 4: 71-77.
- 4) Hagino H, et al. Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan. Osteoporos Int 2009; 20: 543-548.
- 5) Aoyagi K, et al. Falls among community-dwelling elderly in Japan. J Bone Miner Res 1998; 13: 1468-1474.
- 6) Leslie WD, et al. Trends in hip fracture rates in Canada. JAMA 2009; 302: 883-889.
- 7) Sakamoto K, et al. Report on the Japanese Orthopaedic Association's 3-year project observing hip fractures at fixed-point hospitals. J Orthop Sci 2006; 11: 127-134.
- 8) Hagino H, et al. Sequential change in quality of life for patients with incident clinical fractures: a prospective study. Osteoporos Int 2009; 20: 695-702.
- 9) Tsuboi M, et al. Mortality and mobility after hip fracture in Japan: A ten-year follow-up. J Bone Joint Surg 2007; 89-B: 461-466.
- 10) Kitamura S, et al. Functional outcome after hip fracture in Japan. Clin Orthop 1998; 348: 29-36.

## ③ 脊椎圧迫骨折の予後

### ① 脊椎圧迫骨折の現状・発生率

- 骨粗鬆症を基盤とする骨折のなかで脊椎椎体圧迫骨折は最も高い頻度で発生する。加齢とともに増加し、特に60歳以降で発生率は急増する。無症状から軽症で経過する例も多く、痛みを伴う骨折は全体の1/3に過ぎず、あとの2/3は無症状と考えられている。
- 脊椎椎体圧迫骨折は疼痛などの臨床症状を伴う「臨床骨折 clinical fracture」と疼痛などを伴わず、X線により椎体変形の程度から判定される「形態骨折 morphometric fracture」がある。
- X線ではっきりせず、MRI骨シンチグラフィーで「新規骨折」と診断される例もある。
- 脊椎椎体骨折の頻度は高く、日本では70歳代前半では25%、80歳以上では43%が椎体骨折を有している。また、50歳の日本人女性が死亡するまでに椎体圧迫骨折を起こす確率はおよそ37%と報告されている<sup>1,2)</sup>。

### ② 脊椎椎体骨折の症状・臨床像

- 新鮮骨折では急性の腰部背部痛を生じる。疼痛は基本的に動作時、荷重時痛であり、安静臥床では軽減する。脊椎椎体骨折は椎体(円柱形)が上下方向で圧縮される負荷によ

1 ロコモティブシンドロームの診断

2 ロコモティブシンドロームの予防

3 ロコモティブシンドロームを構成するもの

4 ロコモティブシンドロームの診断

5 予防的介入の重要性

6 予防的介入の実際

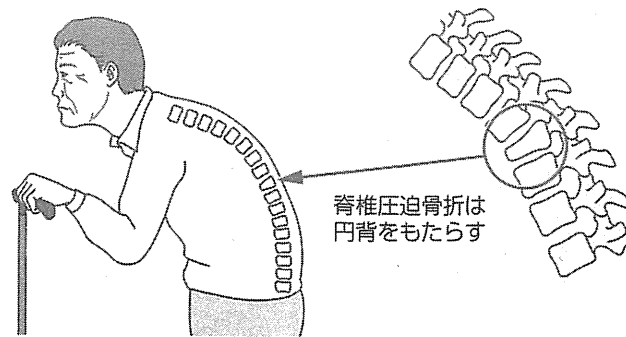


図28 脊椎圧迫骨折とその臨床像

最も高頻度であり、骨折直後のみならず、骨折治癒後の変形が残存する。

- ・背中が丸くなる(後弯)。
- ・重症例では神経圧迫⇒痛み、しびれ、筋力低下、尿失禁。
- ・骨折後も背骨の変形(後弯)残る。

り生じるもので、椎体はつぶされた形態となる(圧迫骨折)。

- 椎体骨折は圧迫骨折であり、椎体高が低減し、多くの例では前方部分が後方に比して高度に圧潰し、椎体高が減じる。その結果、椎体骨折が多発すると身長低下、脊柱の後弯変形をきたす。この変形は骨折癒合後も残存する。
- 逆に「2.5cm以上の身長低下」は椎体骨折の存在を示唆する
- 重症の場合、椎体後方部分(後壁)が圧潰し、脊柱管内への骨片の突出、脊柱アライメントの変化により脊髄、脊髄神経根を圧迫する。痛みに加え、しびれ、筋力低下、尿失禁、歩行障害などの神経症状をきたす。
- 骨粗鬆症に起因する椎体圧迫骨折で生じる後弯変形が、胃・食道逆流現象、神経障害、膀胱直腸障害などを引き起こす。
- 以上のことから脊柱後弯変形はADLの制限、QOLを低下させる原因となる(図28)。

### 3 後弯変形がADL・QOLに及ぼす影響

- 椎体骨折は複数以上になると脊柱全体として後弯変形、いわゆる円背(丸い背、腰曲がり)を呈する。このように脊椎椎体骨折では治癒した後も後弯変形が残り、身体的、心理的に障害を及ぼす。
- 日本骨代謝学会骨粗鬆症患者QOL評価質問表(JOQOL)は骨粗鬆症の疾患特異的なQOL評価のために作成された質問表で、その内容は痛み、日常生活、娯楽・社会的活動、総合健康度、姿勢・体型、転倒・心理的要素、家族支援、総括に分けられ、39の質問で構成されている(表5)。
- 後弯変形患者(45°以上の変化)と非後弯変形患者を対象に調査した結果では、「痛み」、「日常生活での家事」、「姿勢と体型への不満」、「転倒とそれに伴う心理的不安」の4つの項目で後弯変形患者の得点が有意に低かった(図29)。
- 骨粗鬆症外来患者65人(平均年齢64歳)を対象にJOQOLドメイン別評価を行った結果では、娯楽・社会的活動、総合的健康度、姿勢・体型、転倒・心理要素などの項目で点

表5 JOQOL, 2000 versionの日本骨代謝学会骨粗鬆症患者QOL 評価質問表

痛み	5 questions
日常生活 ADL	
身の回りのこと	4
家事	5
移動	7
娯楽, 社会的活動	5
総合健康度	3
姿勢・体型	4
転倒・心理的要素	5
家族支援	1
総括	1
total	39

osteoporosis-targeted instrumentであり, 自記式である。

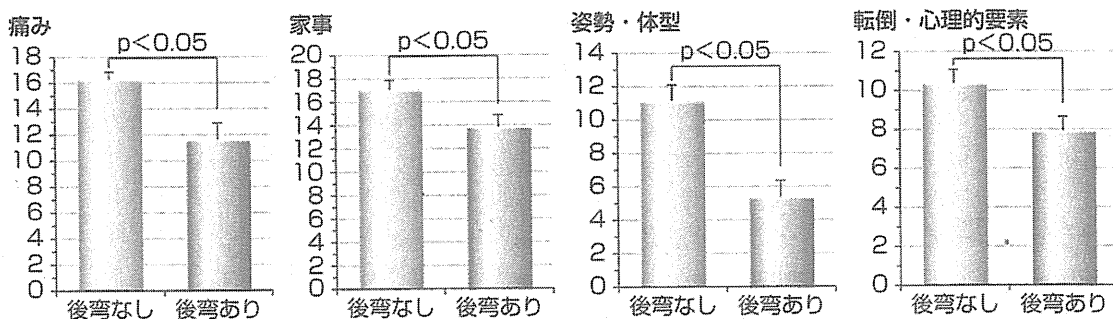


図29 後弯変形症例, 非後弯症例において差異がみられたQOLドメイン

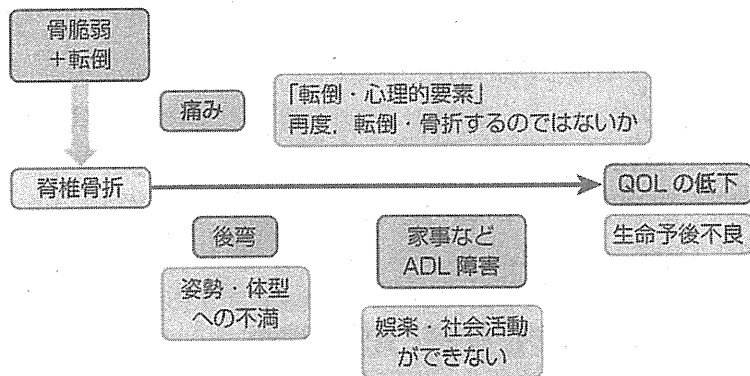


図30 骨粗鬆症患者の転帰

骨折によりADL, QOL低下し, 生命予後も不良となる。

数が低かった。

- 骨粗鬆症による骨の脆弱化のために, 転倒により骨折をきたす。その結果, 痛みと後弯変形などの姿勢・体型上の問題が生じ, 身体的には日常生活の障害, 心理的には再度の転倒骨折への不安が生じ, QOL低下に至る (図30)<sup>3,4)</sup>。

2 コモモティフンド  
 3 コモモティフンド  
 4 コモモティフンド  
 5 コモモティフンド  
 6 コモモティフンド

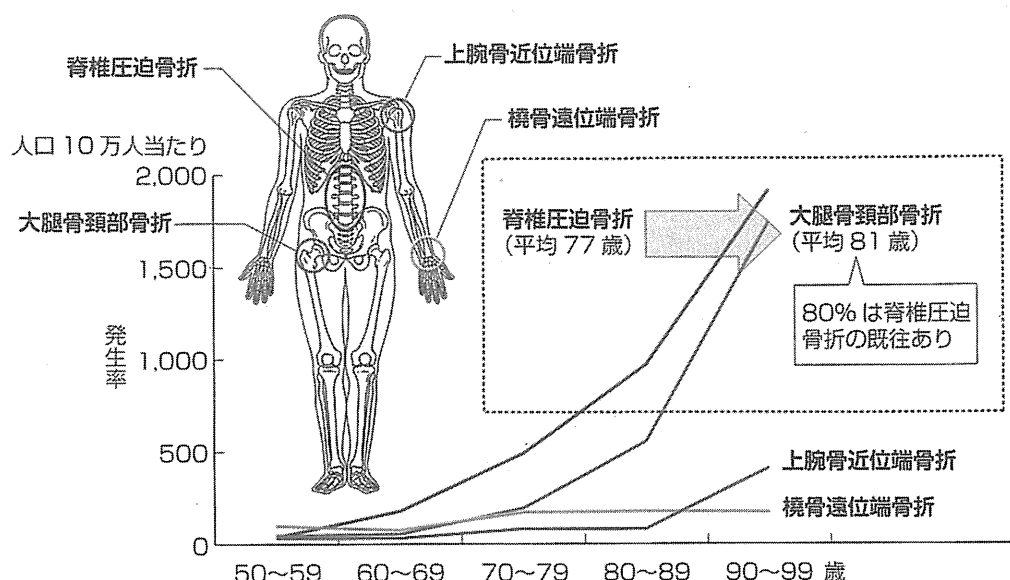


図31 骨折の年齢別発生率

骨折のドミノ(連鎖)がみられる。

注：新潟県佐渡市における医療機関を受診された骨折者についての調査結果である<sup>3)</sup>。

#### 4 生命予後

- 中野らによると、医療機関受診の脊椎椎体骨折患者は受傷1年後に10%が死亡すると報告している。大腿骨頸部骨折患者の生命予後と同等レベルに不良であり、椎体圧迫骨折は身体的障害をもたらすばかりでなく生命予後も障害されている<sup>5)</sup>。
- Medicare (アメリカメディケア) の調査で椎体骨折患者は対照群に比して、2倍の死亡率であった。生存率は骨折後3年で54%、5年で31%、7年で10%であり、骨折後6ヵ月間の生存率低下が男性で著しいと報告している<sup>6)</sup>。
- 67～93歳の女性610名について経時的に経過を追うと、脊柱後弯の程度が1SD増加するたびに死亡リスクは1.14倍に上昇すること、脊柱後弯のより大きな女性では、より早期に死亡するリスクが上昇しており、これは骨密度値、既存椎体骨折数とは関係ないこと、が報告されている<sup>7)</sup>。

#### 5 骨折の連鎖—骨粗鬆症性骨折の疫学調査—

- 新潟県佐渡市(2004年、総人口70,011人、そのうち65歳以上は23,787人、高齢化率は34.0%)で行われた疫学調査では椎体圧迫骨折発生数163、大腿骨近位部骨折85、人口10万人当たりの発生率に換算するとそれぞれ232.8、121.4骨折であった。
- 大腿骨近位部骨折患者の8割に椎体圧迫骨折の既往(既存骨折)が認められた。
- 椎体圧迫骨折の発症率は大腿骨近位部骨折の2倍程度であった。椎体圧迫骨折の受傷年齢の平均は77歳であるのに対して大腿骨近位部骨折受傷年齢の平均は81歳であった。
- 椎体圧迫骨折の既往のある例は、大腿骨近位部骨折を発症する危険が高いものと考えられる(図31)<sup>3)</sup>。



## ⑥ 骨折危険因子の視点から見た脊椎椎体骨折

- 年齢は骨折危険因子である。骨折発生率は高齢者ほど高く、同じ骨密度であれば年齢が高いほど高くなる<sup>8)</sup>。
- 骨折の既往は大きな骨折リスクである。新規椎体骨折の発生リスクは非既往例に比べて既往例で4倍、他の骨折の既往例でも2倍に高まる。過去に骨折を起こしている方は、次の骨折を起こしやすい<sup>8)</sup>。

### 文献

- 1) Fujiwara S, et al. Fractures prediction from bone mineral density in Japanese men and women J Bone Miner Res 2003; 18: 1547-1553.
- 2) Ross PD, et al. Vertebral fracture prevalence in women in Hiroshima compared to Caucasians or Japanese in the US. Int J Epidemiol 1995; 24: 1171-1177.
- 3) Sakuma M, et al. Vitamin D and intact PTH status in patients with hip fracture. Osteoporos Int 2006; 17: 1608-1614.
- 4) 徳永邦彦, 他. Osteoporosis Jpn 2001; 9: 480-484.
- 5) 中野哲雄. 骨粗鬆症椎体圧迫骨折の死亡率. Osteoporosis Jpn 2009; 17: 207-210.
- 6) Lau E, et al. Mortality following the diagnosis of a vertebral compression fracture in the medicare population. J Bone Joint Surg 2008; 90: 1479-1486.
- 7) Kado DM, et al. Hyperkyphosis predicts mortality independent of vertebral osteoporosis in older women. Annals Int Med 2009; 150: 681-687.
- 8) 日本骨代謝学会ガイドライン. JBMM 2005; 23: 105-109.

## ⑦ バランス機能の低下

### ① バランス機能の障害

- バランス機能 (平衡機能) の障害は、
  - ・ 前庭迷路の機能障害に由来するもの
  - ・ 脊髄障害や末梢神経障害による深部感覚障害に起因するもの
  - ・ 身体平衡に関する各種感覚を統合する中枢の機能障害によるものに分けられる<sup>1)</sup>。
- ① 前庭迷路の機能障害に由来するもの
  - ・ 前庭迷路の機能障害は、メニエール病や炎症、薬物中毒などによる内耳の病変に基づき、通常は感音性難聴を伴う。
- ② 脊髄障害や末梢神経障害による深部感覚障害に起因するもの
  - ・ 脊髄後索の比較的限局した病変によって両下肢の深部感覚障害を認める場合には、著しい体幹の動揺を生じる。
  - ・ 古典的には梅毒による脊髄痲が有名である。現在では後索に限局した脊髄腫瘍や血流障害、多発性硬化症などが多い原因である。
  - ・ 糖尿病などによる末梢神経障害によっても深部知覚障害を生じ、体幹の動揺を認める。



## 定義と概念

★1 NIH

National Institutes of Health (米国国立衛生研究所) の略。

### 骨粗鬆症の定義

- 「骨折リスクを増すような骨強度上の問題をすでにもっている人に起こる骨格の疾患」(2000年, NIH<sup>★1</sup> コンセンサス会議)。
- 骨粗鬆症 (osteoporosis) では骨強度が低下し, 骨が脆弱化した結果, 骨折をきたす。
- 骨強度は骨密度と骨質から成り, 骨密度は骨強度の70%を, 骨質は30%を説明する。
- 骨質としては骨構造, 骨代謝回転, 微細損傷の集積, 骨ミネラル化 (石灰化) などが含まれる。

### 概念

- 高齢者社会において重要な疾患であり, 日本では1,000万人以上の罹患と推定されている。
- 骨粗鬆症は日常生活動作 (activities of daily living : ADL), 生活の質 (quality of life : QOL) を障害し, 健康寿命を障害する重篤な疾患である。「健康寿命」とは, 痴呆 (認知症) や寝たきりでない状態, 心身ともに自立した生活・活動ができる期間である。
- 骨粗鬆症性骨折により, 移動, 活動などの基本的な日常生活動作 (ADL) が不自由となり, 自立性が失われ, 生活の質 (QOL) が低下し, 生命予後にまで影響を及ぼす。

### 骨粗鬆症で見られる骨折とその経過

- 脊椎椎体骨折が最も多く, 次いで大腿骨頸部骨折が多く, そのほか橈骨遠位骨折, 上腕骨頸部骨折がみられる。
- 骨脆弱が高度では, 骨盤 (恥骨, 坐骨, 仙骨) 骨折をきたす。
- 骨折直後には通常, 移動や運動時の疼痛があり, 活動が制限される。
- 脊椎椎体骨折後では椎体変形が残存し, 脊柱後弯変形をきたす。高度な後弯は胸郭の腹部への圧迫, 逆流性食道炎 (gastroesophageal reflux disease : GERD) を併発する。脊柱の後弯変形は, 身体面では生活機能の障害, 心理

面では転倒や再骨折への不安，社会的活動への参加を拒むなどの影響をもたらす。

- 生命予後の面では，大腿骨頸部骨折では骨折後1年で10%程度の死亡率，医療機関受診の脊椎椎体骨折例でも同程度の死亡率であり，いずれも不良である。

## 臨床骨折と形態骨折

- 脊椎椎体骨折では疼痛もなく，X線撮影などの画像検査で初めて骨折を確認される例がある。
- 疼痛を伴う場合を「臨床骨折 (clinical fracture)」，疼痛を伴わない例を「形態骨折 (morphometric fracture)」と称する。

## 既存骨折と新規骨折

▶ p.80 参照.

- 既存骨折 (prevalent fracture) とは，ある特定の一時点におけるX線検査で，椎体の変形の程度により判定される骨折である。
- 新規骨折 (incident fracture) とは，2つの時点におけるX線検査を比較し，椎体の形態変化の程度より新たに判定される骨折である。

## 成因

▶ p.25 参照.

- 遺伝的要因および加齢，閉経後エストロゲンの減少など多因子による。
- 生活習慣，ライフスタイルとも密接に関連しており，生活習慣病の一つである。

## 分類

▶ p.209 参照.

- 原発性骨粗鬆症のほかに，薬剤 (ステロイドなど)，内分泌異常などによる続発性骨粗鬆症がある。
- 続発性骨粗鬆症であるステロイド性骨粗鬆症に注意する。原発性骨粗鬆症に比して比較的高い骨密度値でも骨折をきたす。
- 「ステロイド性骨粗鬆症の管理と治療のガイドライン (2004年度版)」によれば，ステロイド投与 (PSL〈プレドニゾン〉換算で5 mg/日以上，3か月間以上) あるいは投与が予定される患者にはステロイド投与早期から経過観察と骨折予防・治療が必要である。

## 病態：骨リモデリングの異常

- 健常成人では，リモデリングにより骨吸収と骨形成の均衡が保たれており，骨量もほぼ一定に維持されている。
- 骨粗鬆症の骨組織では海綿骨の骨梁細小や途絶，また皮質骨厚が薄くなる。

## 1. 骨粗鬆症はどのような疾患か

- これは骨吸収が骨形成を上回った結果であり、リモデリングの異常である。
- 代謝回転からみると骨吸収、骨形成ともに亢進した「高回転型」と、骨吸収、骨形成ともに低下した「低回転型」がある。

## 骨粗鬆症を有する高齢者への対応

- 高齢者は、さまざまな内科的疾患、認知症、嚥下障害などを有している。
- 骨のみの評価にとどまらず、内科的疾患の有無、栄養、認知機能、動揺性（転倒しやすさ）、筋力（運動機能）を含めて包括的に評価する。
- 糖尿病、腎不全、肝疾患、消化器疾患は、骨障害をきたすので骨粗鬆症の評価が重要である。

## 治療目標

- 「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2006 年版」によれば、骨粗鬆症の治療と予防の目的は骨折の予防で、骨折危険性を低減し、生活の質（QOL）の維持・向上を図ることである。

▶ p.200 参照.

### Column FRAX<sup>®</sup> (fracture risk assessment tool) (WHO) <http://www.shef.ac.uk/FRAX/>

骨粗鬆症患者さんの個人レベルにおける 10 年間の骨折確率を推計・算出できる。

FRAX<sup>®</sup> における骨折危険因子は「年齢、性、大腿骨頸部骨密度（骨密度のデータがない例では BMI (body mass index)）、既存骨折、両親の大腿骨近位部骨折歴、喫煙、飲酒、ステロイド使用、関節リウマチ、続発性骨粗鬆症」である。FRAX<sup>®</sup> は治療開始基準として提案されている。骨密度測定機器が充実している日本での活用は今後の課題である。

▶ p.237 参照.

### Column 大腿骨近位部骨折とクリティカルパス（クリニカルパス）

医療を標準化した診療計画である。パスを通じて、急性期病院と回復期病院で診療結果を共有でき、各医療施設間の連携と機能分担を目指している。

平成 18 年度診療報酬改訂で「大腿骨頸部骨折地域連携クリティカルパスに関する地域連携診療計画管理料、地域連携診療計画退院時指導料」が新設された。

(遠藤直人)

---

**参考文献** (骨粗鬆症に関する参考文献)

1. 日本骨代謝学会骨粗鬆症診断基準検討委員会. 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2000年度改訂版). 日骨代謝誌 2001; 18: 76-82.
2. 骨粗鬆症の治療 (薬物治療) に関するガイドライン作成ワーキンググループ. 骨粗鬆症の治療 (薬物療法) に関するガイドライン 2002年度改訂版. Osteoporosis Japan 2002; 10: 637-709.
3. Nawata H, et al. Guidelines on the management and treatment of glucocorticoid-induced osteoporosis of the Japanese Society for Bone and Mineral Research. J Bone Miner Metab 2005; 23: 105-9.
4. 日本骨粗鬆症学会骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用に関する指針検討委員会. 骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用ガイドライン (2004年度版). Osteoporosis Japan 2004; 12: 191-238.
5. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会編. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2006年版. 東京: ライフサイエンス出版; 2006.
6. 厚生労働省ホームページ 重篤副作用疾患別対応マニュアル. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2006/11/dl/tp1122-lm01.pdf>

## 骨粗鬆症患者における疼痛とその治療の進め方

- 骨粗鬆症に伴う主な症候には脆弱性骨折と疼痛がある<sup>1)</sup>。
- 骨粗鬆症患者における腰背部痛の程度が日常生活動作レベルを決定する因子として重要であることが報告されている (①)<sup>2)</sup>。
- 骨粗鬆症に伴う腰背部痛には次のようなものがある。

- ① 椎体骨折による痛み
- ② 椎体偽関節による痛み
- ③ 脊柱変形による痛み
- ④ 骨粗鬆症自体による痛み。

- そのため、骨粗鬆症に伴う腰背部痛の治療をするうえで痛みの原因を把握することが重要となる。
- 骨粗鬆症に伴う腰背部痛に対して、②に示したアルゴリズムに従い、治療法を決定する。

### 骨粗鬆症に伴う腰背部痛

#### 椎体骨折による痛み

##### 痛みのメカニズム

- 椎体骨折を起こすほどの有害な機械的ストレスは、椎体とその周囲組織に分布する侵害受容器を刺激して急性疼痛を引き起こす (③)。また、組織損傷に続発する炎症に伴い、マクロファージなどの炎症性細胞が内因性発痛物質を放出する。これらの物質が侵害受容器を興奮 (excitation)・感作 (sensitization) 状態として急性・慢性疼痛を引き起こす。

##### 痛みの治療

- 骨折の急性期では、疼痛改善と良好な骨癒合獲得のため体幹ギプスや硬性・半硬性コルセット (④) による強固な外固定と安静が必要である。
- 薬物療法では非ステロイド性抗炎症薬 (NSAIDs) や、中枢性・末梢性の疼痛抑制効果をもつカルシトニン<sup>★1</sup>を使用する。

★1

NSAIDs やカルシトニンによる薬物療法は、疼痛を伴うすべての骨粗鬆症患者に適応となる。