

Fig. 5. Effect of EGCG on the PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation of MEK1/2 in MC3T3-E1 cells. The cultured cells were pretreated with 100 μM EGCG for 60 min, and then stimulated by 10 μM PGD<sub>2</sub> or vehicle for 15 min. The extracts of cells were subjected to SDS-PAGE with subsequent Western blotting analysis with antibodies against phospho-specific MEK1/2 or MEK1/2. The histogram shows quantitative representations of the levels of PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation obtained from laser densitometric analysis of three independent experiments. Each value represents the mean ± SEM of triplicate determinations. Similar results were obtained with two additional and different cell preparations. \**p* < 0.05, compared to the value of PGD<sub>2</sub> alone.

functions including proliferation, differentiation, and apoptosis in a variety of cells [25]. It is generally known that three major MAP kinases such as p44/p42 MAP kinase, p38 MAP kinase and SAPK/JNK are known as central elements used by mammalian cells to transduce the various messages. We have previously shown that the three MAP kinases function as positive regulators in the PGD<sub>2</sub>-stimulated induction of HSP27 in osteoblast-like MC3T3-E1 cells [14,15]. In the present study, the PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation of p38 MAP kinase or SAPK/JNK was not affected by EGCG. It is well recognized that MAP kinases are activated by phosphorylation of threonine and tyrosine residues by dual specificity MAP kinase kinase [25]. Therefore, it seems unlikely that the EGCG-induced suppression of PGD<sub>2</sub>-stimulated induction of HSP27 is due to the inhibition of p38 MAP kinase pathway or SAPK/JNK pathway in osteoblast-like MC3T3-E1 cells.

p44/p42 MAP kinase (extracellular signal-regulated kinase) is activated by MEK (mitogen extracellular kinase) as MAP kinase kinase and that Raf-1 regulates

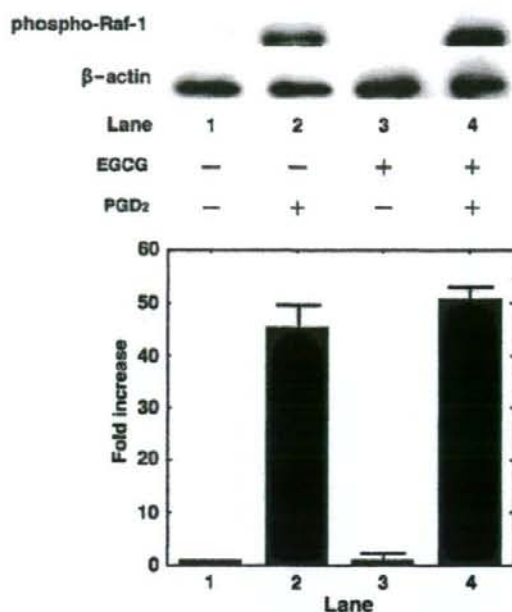


Fig. 6. Effect of EGCG on the PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation of Raf-1 in MC3T3-E1 cells. The cultured cells were pretreated with 100 μM EGCG for 60 min, and then stimulated by 10 μM PGD<sub>2</sub> or vehicle for 10 min. The extracts of cells were subjected to SDS-PAGE with subsequent Western blotting analysis with antibodies against phospho-specific Raf-1 or β-actin. The histogram shows quantitative representations of the levels of PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation obtained from laser densitometric analysis of three independent experiments. Each value represents the mean ± SEM of triplicate determinations. Similar results were obtained with two additional and different cell preparations.

MEK as MAP kinase kinase [25]. In the present study, the PGD<sub>2</sub>-stimulated phosphorylation of p44/p42 MAP kinase was significantly attenuated by EGCG. This result suggests that EGCG suppresses PGD<sub>2</sub>-stimulated HSP27 induction via inhibiting the p44/p42 MAP kinase cascade in osteoblast-like MC3T3-E1 cells. In addition, we showed that EGCG attenuated the levels of the PGD<sub>2</sub>-induced phosphorylation of MEK1/2 without affecting the levels of Raf-1 phosphorylation. Taking our findings into account, it is most likely that EGCG inhibits the PGD<sub>2</sub>-stimulated induction of HSP27 at the point between Raf-1 and MEK1/2 in osteoblast-like MC3T3-E1 cells. The potential mechanism of EGCG in PGD<sub>2</sub>-stimulated HSP27 induction in osteoblasts shown here is summarized in Fig. 7. Further investigations are necessary to elucidate the exact mechanism of catechin underlying the down-regulation of HSP27 induction in osteoblasts.

EGCG is one of the major polyphenolic flavonoids present in a green tea [17]. As for bone metabolism, it has been shown that catechin has an inhibitory effect on

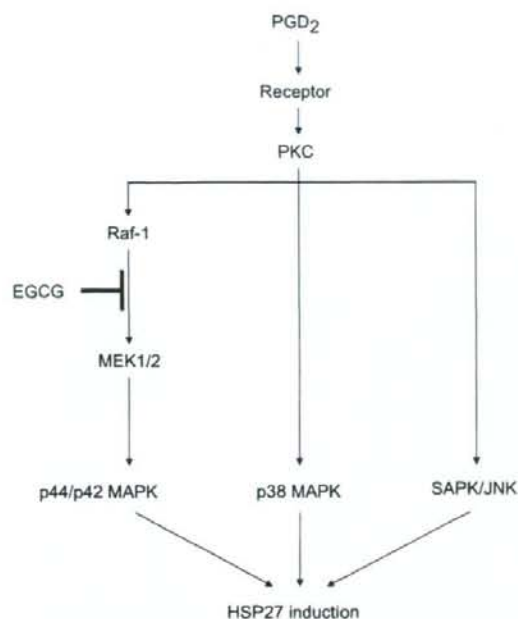


Fig. 7. Diagram of the mechanism of PGD<sub>2</sub>-stimulated HSP27 induction via three MAP kinases and the inhibition by EGCG in osteoblasts. PGD<sub>2</sub>, prostaglandin D<sub>2</sub>; PKC, protein kinase C; EGCG, (-)-epigallocatechin gallate; MAPK, mitogen-activated protein kinase; SAPK/JNK, stress-activated protein kinase/c-Jun N-terminal kinase; HSP27, heat shock protein 27.

bone resorption [19]. Consistent with this, catechin reportedly induces apoptotic cell death of osteoclasts [26]. It has recently been reported that catechin increases cell viability and alkaline phosphatase activity in osteoblast-like MC3T3-E1 cells and apoptosis of these cells is suppressed by catechin [20]. These evidences lead us to speculate that catechin promotes bone formation and reduces bone resorption, resulting in at least preventing bone loss. Therefore, it is possible that intake of catechin-containing beverage such as green tea could prevent the progression of postmenopausal osteoporosis. Although the physiological significance of HSP27 in osteoblasts has not yet been clarified, it is probable that EGCG-induced suppression of the p44/p42 MAP kinase cascade in osteoblasts contributes to the modulation of osteoblastic cell function toward bone formation at least in part via specifically down regulating HSP27 induction. Further investigation is required to clarify the exact role of catechin in bone metabolism.

In conclusion, these results strongly suggest that EGCG suppresses the PGD<sub>2</sub>-stimulated induction of HSP27 via suppression of the p44/p42 MAP kinase pathway in osteoblasts.

## Acknowledgments

We are very grateful to Yoko Kawamura for her skillful technical assistance. This work was supported in part by Grant-in-Aid for Scientific Research (16590873 and 16591482) for the Ministry of Education, Science, Sports and Culture of Japan, the Research Grants for Longevity Sciences (15A-1 and 15C-2), Research on Proteomics and Research on Fracture and Dementia from Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan.

## References

- [1] J.P. Hendrick, F.U. Hartl, Molecular chaperone functions of heat-shock proteins, *Annu. Rev. Biochem.* 62 (1993) 349–384.
- [2] L.J. Benjamin, D.R. McMillan, Stress (heat shock) proteins: molecular chaperones in cardiovascular biology and disease, *Circ. Res.* 83 (1998) 117–132.
- [3] M. Gaestel, W. Schroder, R. Benndorf, C. Lippmann, K. Buchner, F. Hucho, V.A. Erdmann, H. Bielka, Identification of the phosphorylation sites of the murine small heat shock protein hsp25, *J. Biol. Chem.* 266 (1991) 14721–14724.
- [4] J. Landry, H. Lambert, M. Zhou, J.N. Lavoie, E. Hickey, L.A. Weber, C.W. Anderson, Human HSP27 is phosphorylated at serines 78 and 82 by heat shock and mitogen-activated kinases that recognize the same amino acid motif as S6 kinase II, *J. Biol. Chem.* 267 (1992) 794–803.
- [5] K. Kato, K. Hasegawa, S. Goto, Y. Inaguma, Dissociation as a result of phosphorylation of an aggregated form of the small stress protein, hsp27, *J. Biol. Chem.* 269 (1994) 11274–11278.
- [6] T. Rogalla, M. Ehrnsperger, X. Preville, A. Kotlyarov, G. Lutsch, C. Ducasse, C. Paul, M. Wieske, A.P. Arrigo, J. Buchner, M. Gaestel, Regulation of Hsp27 oligomerization, chaperone function, and protective activity against oxidative stress/tumor necrosis factor  $\alpha$  by phosphorylation, *J. Biol. Chem.* 274 (1999) 18947–18956.
- [7] P.J. Nijweide, E.H. Burger, J.H.M. Feyen, Cells of bone: proliferation, differentiation, and hormonal regulation, *Physiol. Rev.* 86 (1986) 855–886.
- [8] A.R. Shakoory, A.M. Oberdorf, T.A. Owen, L.A. Weber, E. Hickey, J.L. Stein, J.B. Lian, G.S. Stein, Expression of heat shock genes during differentiation of mammalian osteoblasts and promyelocytic leukemia cells, *J. Cell. Biochem.* 48 (1992) 277–287.
- [9] L.F. Cooper, K. Uoshima, Differential estrogenic regulation of small M(r) heat shock protein expression in osteoblasts, *J. Biol. Chem.* 269 (1994) 7869–7873.
- [10] C.C. Pilbeam, J.R. Harrison, L.G. Raisz, in: J.P. Bilezikian, L.G. Raisz, G.A. Rodan (Eds.), *Principles of Bone Biology*, Academic Press, San Diego, 1996, pp. 715–728.
- [11] D.T. Yamaguchi, J. Green, B.S. Merritt, C.R. Kleeman, S. Muallem, Modulation of osteoblast function by prostaglandins, *Am. J. Physiol.* 257 (1989) F755–F761.
- [12] Y. Koshihara, M. Kawamura, Prostaglandin D<sub>2</sub> stimulates calcification of human osteoblastic cells, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 159 (1989) 1206–1212.
- [13] H. Tokuda, O. Kozawa, A. Harada, T. Uematsu, Prostaglandin D<sub>2</sub> induces interleukin-6 synthesis via Ca<sup>2+</sup> mobilization in osteoblasts: regulation by protein kinase C, *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 61 (1999) 189–194.
- [14] O. Kozawa, T. Otsuka, D. Hatakeyama, M. Niwa, H. Matsuno, H. Ito, K. Kato, N. Matsui, T. Uematsu, Mechanism of prostaglandin D<sub>2</sub>-stimulated heat shock protein 27 induction in osteoblasts, *Cell. Signal.* 13 (2001) 535–541.

- [15] M. Yoshida, M. Niwa, A. Ishisaki, K. Hirade, H. Ito, K. Shimizu, K. Kato, O. Kozawa, Methotrexate enhances prostaglandin D<sub>2</sub>-stimulated heat shock protein 27 induction in osteoblasts, *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* 71 (2004) 351–362.
- [16] J. Jankun, S.H. Selman, R. Swiercz, E. Skrzypczak-Jankun, Why drinking green tea could prevent cancer, *Nature* 387 (1997) 561.
- [17] J.B. Harbourne, C.A. Williams, *Advances in flavonoid research since 1992*, *Phytochemistry* 55 (2000) 481–504.
- [18] I.A. Siddiqui, F. Afaq, V.M. Adhami, N. Ahmad, H. Mukhtar, Antioxidants of the beverage tea in promotion of human health, *Antioxid. Redox. Signal.* 6 (2004) 571–582.
- [19] J.M. Delaisse, Y. Eeckhout, G. Vaes, Inhibition of bone resorption in culture by (+)-catechin, *Biochem. Pharmacol.* 35 (1986) 3091–3094.
- [20] E.-M. Choi, J.-K. Hwang, Effects of (+)-catechin on the function of osteoblastic cells, *Biol. Pharm. Bull.* 26 (2003) 523–526.
- [21] H. Sudo, H. Kodama, Y. Amagai, S. Yamamoto, S. Kasai, In vitro differentiation and calcification in a new clonal osteogenic cell line derived from newborn mouse calvaria, *J. Cell Biol.* 96 (1983) 191–198.
- [22] O. Kozawa, A. Suzuki, H. Tokuda, T. Uematsu, Prostaglandin F<sub>2α</sub> stimulates interleukin-6 synthesis via activation of PKC in osteoblast-like cells, *Am. J. Physiol.* 272 (1997) E208–E211.
- [23] U.K. Laemmli, Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature* 227 (1970) 680–685.
- [24] K. Kato, H. Ito, K. Hasegawa, Y. Inaguma, O. Kozawa, T. Asano, Modulation of the stress-induced synthesis of hsp27 and alpha B-crystallin by cyclic AMP in C6 rat glioma cells, *J. Neurochem.* 66 (1996) 946–950.
- [25] C. Widmann, S. Gibson, M.B. Jarpe, G.L. Johnson, Mitogen-activated protein kinase: conservation of a three-kinase module from yeast to human, *Physiol. Rev.* 79 (1999) 143–180.
- [26] H. Nakagawa, M. Wachi, J.T. Woo, M. Kato, S. Kasai, F. Takahashi, I.S. Lee, K. Nagai, Fenton reaction is primarily involved in a mechanism of (–)-epigallocatechin-3-gallate to induce osteoclastic cell death, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 292 (2002) 94–101.

### パーキンソン病\*

中澤 信<sup>1)</sup> 長屋政博<sup>1)</sup>

Key Words : パーキンソン病, 評価, Hoehn & Yahr Score, Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)

#### 連載一覧

1. パーキンソン病
2. 多発性硬化症
3. 筋萎縮性側索硬化症
4. 関節リウマチ
5. 腰痛症
6. 慢性閉塞性肺疾患

#### はじめに

パーキンソン病は振戦, 筋固縮, 無動, 姿勢反射障害の4大症候が主にみられる進行性の神経疾患である。4大症候の結果として, 生活のなかの多彩な場面で特徴的な運動障害がみられる(表1<sup>1)</sup>)。その他, 付随する症状として自律神経症状, 精神症状, 睡眠障害などの非運動症状も合併することも多く, ADL (activity of daily living) に多くの支障をきたすことが多い。

パーキンソン病に治療的介入を行う場合, 抗パーキンソン病薬を用いた薬物療法が中心となるが, 現状では根本的な治療は難しく, 症状の進行を止めることはできない。そのため, 継続的なリハビリテーションが重要な位置を占めている。リハビリテーションアプローチの果たす役割は大きく, リハビリテーションを行ううえで理解が必要となる症状の特徴および評価ポイントやパーキンソン病特有の評価尺度について述べる。

#### パーキンソン病の主要症状<sup>2-6)</sup>

パーキンソン病の診療を行う際の基本として, 特徴的な臨床症状の有無を正しく捉える必要がある。反復して観察することで患者の状態の経時的な評価につながり, その変化に対応することができる。主症状の所見の特徴について述べる。

表1 パーキンソン病の主要症状

- ① 振戦  
安静時振戦 (4~6 Hz), 丸薬丸め運動
- ② 筋固縮  
鉛管現象 Lead Pipe Phenomenon  
歯車現象 Cog-Wheel Phenomenon
- ③ 無動  
仮面顔貌, すくみ足, 小刻み歩行, 動作緩慢  
歩行時の小さな腕の振り, 小字症  
巧緻運動障害, 構音障害 (小声, 単調)  
嚥下障害, 眼球運動障害 (saccadic)
- ④ 姿勢反射障害  
前傾, 前屈, 四肢屈曲位, MP 関節拘縮  
立ち直り反射障害, 突進現象, 加速歩行
- ⑤ 自立神経症状  
便秘, 流涎, 脂顔, 起立性低血圧, 多汗  
消化管の蠕動障害, 排尿障害, 四肢循環障害
- ⑥ 精神症状  
抑うつ, 心氣的, 知的機能障害, 思考遅延  
\*病前性格: 生真面目, 頑固, 無趣味, 禁煙, 禁酒

#### 1. 振戦 tremor

パーキンソン病にみられる振戦は, 粗大で安静

\* Assessment of Parkinson's disease.

<sup>1)</sup> 国立長寿医療センター病院リハビリテーション科: ☎474-8522 愛知県大府市森岡町源吾 36-3

Shin Nakazawa, MD, Masahiro Nagaya, MD: Department of Rehabilitation, National Center for Geriatrics and Gerontology

表 2 生活機能障害度と Hoehn & Yahr 重症度分類の対応

生活機能障害度		Hoehn & Yahr 重症度分類	
I 度	日常生活・通院にほとんど介助を要しない。	Stage I Stage II	一側性障害のみ、通常機能障害は軽微またはなし。両側また体幹の障害、姿勢保持の障害はない。
II 度	日常生活・通院に部分介助を要する。	Stage III Stage IV	姿勢反射障害の初期兆候。バランスを崩しやすい。かろうじて介助なしで起立および歩行することができる。
III 度	日常生活に全面的な介助を要し、独力では歩行・起立不能	Stage V	立つことができず、介助がない限り寝たきり、または車椅子の生活。

時に起こることが多い。片側の upper limb から症状が始まり、次第に同側の下肢に広がった後に両側性となる。振動数 4~6 回/秒程度の規則的なふるえで、上肢を水平に保持させたり随意的な運動を行うことにより、一時的に抑制される。感情的な興奮により増強することがあり、睡眠時には消失する。母指と示指や中指で丸薬を丸めるような動作 (pill rolling tremor) も特徴的とされている。

## 2. 固縮 rigidity

筋固縮は手関節によくみられ、頸部にもみられることがある。歯車様強剛と言われ、関節を他動させたとき、検者が感じる筋肉の抵抗がガクガクと断続的に起こるのが特徴的である。鉛管様固縮と言われる持続的で一様な抵抗となる場合もある。頸部の固縮は、仰臥位で患者の頭を挙上して手を添えながら放すと、正常人よりゆっくりと下垂する (head drop test) ことにより、その有無を判断する。また、筋固縮が軽微な場合は、反対側で動作をさせたり、計算などをさせたりした際に固縮が顕在化 (Froment 徴候) するかどうかを確認する。手関節での変化が検出しやすく、日常診療でも行いやすく手首固化徴候と言われる。

## 3. 無動 akinesia

無動はパーキンソン病の中核症状であり、麻痺がないにもかかわらず、随意運動実行が遅延あるいは欠如するものを言う。歩行開始、立ち上がり、寝返りなど基本的な日常動作が障害される。文字を書くとき次第に文字の大きさが小さくなる小字症、仮面顔貌、小刻み歩行も無動によるものとされている。

## 4. 姿勢反射障害

パーキンソン病の進行期になるとみられるようになる。患者の背後に立ち、後方に肩を引くと立

ち直ることができず後方に突進したり、倒れたりする pull-test が知られている。丸太のように一歩も出ずに倒れてしまうこともある。

## 5. 歩行障害

歩行の開始にあたり、なかなか足が前に出ず歩行開始ができないすくみ足歩行 (frozen gait) がよくみられ、10 秒内外続く。障害物、狭い所、暗い所、方向転換時にみられることが多い。また、歩行を開始しても歩幅が狭く、小刻みな歩行 (小刻み歩行) で上肢の振りが減少し、体幹が前屈する。前傾・前屈したまま徐々に早足になり、速度制御が不能となる加速歩行がみられ、転倒の原因となる (突進歩行)。すくみが強い場合でも、きっかけとなる視覚・聴覚刺激によりスムーズに運動が開始できることがあり、障害物があつたほうが歩きやすいなど、通常とは矛盾する現象があり、矛盾性運動と呼ばれる。

## 6. 自律神経症状

皮脂の分泌が多くなり、油ぎった顔になる。発汗の亢進、起立性低血圧、便秘、頻尿がよくみられる。

## 7. 摂食・嚥下障害

摂食・嚥下機能障害はごく軽度のものを含めると後に述べる Hoehn & Yahr Score の Stage I で約半数、Stage II~IV では 90% 以上と報告されている<sup>7)</sup>。臨床的に問題となるのは Stage IV 以上の進行した場合である<sup>8)</sup>。嚥下障害の評価としては、スクリーニング検査として水飲みテスト、ゼリーの試食テストなどがあり、より詳しく評価するためには嚥下造影検査 (videofluorography; VF)、嚥下内視鏡検査 (videoendoscopic evaluation; VE) などを行う。

表 3 UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) の評価項目

Part I : 精神機能・行動 および気分	1 2 3 4	4 項目	知的機能障害 恐怖障害 (認知症または薬物の副作用による) 抑うつ状態 驚欲・自発性	0~4 の 5 段階で評価	16 点 満点
Part II : 日常生活動作	5	13 項目	会話	0~4 の 5 段階で評価	52 点 満点
	6		流涎		
	7		嚥下		
	8		書字		
	9		食事と食器の扱い		
	10		着衣		
	11		入浴・トイレの使用		
	12		寝返り、およびふとん直し		
	13		転倒 (すくみによらない)		
	14		歩行中のすくみ		
	15		歩行		
	16		ふるえ		
	17		パーキンソンズムに関連した感覚症状		
Part III : 運動能力検査	18	左右等 合計 27 項目	顔顔	0~4 の 5 段階で評価	108 点 満点
	19		顔の表情		
	20		安静時振戦 (顔面・左右の手および左右の足について)		
	21		手の運動時振戦または姿勢振戦		
	22		固縮 (頸部と左右の上肢・下肢について、安静時座位で検査)		
	23		指タップ (左右の手指)		
	24		手の運動 (左右の手について)		
	25		手の回内・回外運動		
	26		下肢の敏捷性 (左右の下肢について、踵での床タップ)		
	27		椅子からの立ち上がり (背もたれのある椅子から)		
	28		姿勢		
	29		歩行		
	30		姿勢の安定性 (後方突進現象)		
31	動作の緩急と運動現象				
Part IV : 治療の合併症	A. シスキネ シア	11 項目	シスキネシアの出現時間の割合 シスキネシアに起因する障害 痛みを伴うシスキネシア	0~4 の 5 段階で評価	23 点 満点
	B. 症状の 日内変動		早期のシスキネシア 服薬時間から予想できる Off 期間の有無 服薬時間から予想できない Off 期間の有無 突然起きる Off 期間の有無 起きてる時間の Off 期間の割合		
	C. その他の 合併症		食欲低下・吐き気・嘔吐の有無 不眠・眩暈などの睡眠障害の有無 起立性低血圧の有無 パーキンソンズムなし 一側性パーキンソンズム 一側性パーキンソンズム+体幹障害 両側性パーキンソンズムだが平衡障害なし 軽度両側性パーキンソンズム+後方突進あるが自分で立ち直れる 軽~中等度パーキンソンズム+平衡障害、肉体的には介助不要 高度のパーキンソンズム 歩行は介助なしでなんとか可能 介助なしでは、車椅子またはベッドに寝たきりで介助でも歩行困難		
Part V : Hoehn & Yahr の修正重症度分類		0~100%の 11 段階	100% : 完全自立 0% : 寝たきり状態		
Part VI : Schwab & England ADL Scale					

表 4 UPDRS における項目の歩行・振戦についての詳細

歩 行
0=正常
1=歩行は緩慢、小刻みでひきずることもある。しかし、加速歩行や前方突進はない。
2=困難を伴うが、一人で歩ける。加速歩行、小刻み歩行、前方突進がみられることもある。
3=高度の歩行障害、介助を要する。
4=介助があっても歩けない。
固 縮
0=なし
1=軽微な固縮、または他の部位の随意運動で誘発される固縮
2=軽度～中等度の固縮
3=高度の固縮だが関節可動域は正常
4=著明な固縮があり、正常可動域を動かすには困難を伴う。

## 8. 精神・知的機能障害

抑うつ傾向および認知障害がパーキンソン病のリハビリテーションを進めていくうえで障害になることがあり、評価が必要となる場合がある。知的機能の評価には Mini Mental State Examination (MMSE)、改訂長谷川式簡易知能評価などで評価する。抑うつ傾向については Geriatric Depression Scale (GDS)、Self-rating Depression Scale (SDS) などが用いられる。

## パーキンソン病の評価尺度<sup>9,10)</sup>

パーキンソン病の評価尺度は過去に数多くのものが報告されている。多彩な症状が組み合わさる疾患であり、患者により状態も異なり、評価すべき視点が多岐にわたるため、validity (正当性・妥当性)、reliability (信頼性) に関する検討がなされている評価法が広く普及している。そのなかでも代表的なものに、Hoehn & Yahr の重症度分類と UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) がある。

### 1. Hoehn & Yahr の重症度分類

1967年に発表されて以来、国際的に用いられている尺度である。I～V度の5段階で評価し、I度は軽微な一側性障害のみ、II度で両側性の障害、III度は姿勢反射障害の存在があることが要点となる。IV度で生活に介助を要し、V度で生活全介助と、大まかにとらえることができる。

軽度の症状変化では重症度が変化しないため、分類がおおまか過ぎるとの指摘があり、薬物効果や外科治療の微妙な変化を検討するには適さない尺度である。また、歩行能力という下肢機能に重きがおかれ過ぎているという欠点がある。しかしながら、一言で患者の状態を表現する尺度として、古くから広く用いられている。また、Hoehn & Yahr の分類に対応した生活機能障害度 (I～III度) があり、生活に関して介助の有無で分類を行う。表 2 にその対応を示す。Hoehn & Yahr 分類の III度、生活機能障害 II度以上が日本における特定疾患認定の判断尺度となる。

### 2. Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)

近年のパーキンソン病に対する薬物治療、外科治療の評価に最もよく使用されているのが UPDRS である。現在のところ最も広く用いられており、その妥当性 (validity)、信頼性 (reliability) ともに評価が多くなされている。1987年に、Fahn, Elton ら<sup>11)</sup>を代表とするパーキンソン病の専門家が集まり、国際的な使用に耐える評価尺度を作成しようと発表されたもので、4つのパートからなる。Part I が精神機能・行動および気分 (4項目)、Part II は日常生活動作 (13項目)、Part III は運動能力 (14項目)、Part IV が治療の合併症である。Part I～III では、それぞれの項目を 0～4 点の 5 段階で評価する。

表 3 に評価の各項目を示す。詳細な評価が行えるが項目数が多く、検査に時間を要する欠点が指摘されている。Part ごとに評価尺度として用いられることもあり、脳神経外科分野のパーキンソン病に対する機能的手術の分野では Part III の運動能力を尺度として重視して用いている報告もある。今回は全ての詳細まで示すことはできないが、運動能力検査のなかに含まれる振戦と歩行の詳細を表 4 に示す。点数が多いほど重症となる。原著<sup>11)</sup>には Part V・VI が含まれており、施設によっては Part V の Hoehn & Yahr の重症度分類の修正版 (0～5 を 8 段階に評価)、Part VI の Schwab & England ADL Scale (自立度を 100～0% の 11 段階に評価) を含めるところもある。表 5 に Part VI の詳細を示す。

表 5 Schwab & England ADL Scale

100 (%)	完全に自立している。遅延、困難または機能障害なしに、全ての日常生活(家事、日常の雑用)を行うことができる。ほぼ正常、困難さに気付かない。
90	完全に自立している。ある程度の遅延、困難および機能障害はあるが、全ての日常生活を行うことができる。2 倍の時間がかかることがある。困難さに気付き始めている。
80	ほとんどの日常生活を一人でできる。2 倍の時間がかかる。困難さおよび遅延を意識している。
70	完全には自立していない。一部の活動については、より困難である。3~4 倍の時間がかかる。1 日の大部分を日常生活に費やさなければならぬ。
60	ある程度自立している。大抵の日常生活はできるがきわめて緩徐で、かなりの労力を要す。ミスがあり、一部の活動はできない。
50	より他人に依存しなければならないが、半分の日常生活については介助が必要であり、また緩徐である。全てについて困難である。
40	きわめて依存的である。全ての日常生活において介助が必要だが、2, 3 の活動については一人でできる。
30	時々努力して 2, 3 の日常生活を一人で行う、または始めることができる。かなりの介助が必要である。
20	何も一人ではできない。一部の活動については、少しの介助があればできる。
10	完全に依存的で、全面介助、無力かつ完全な病人
0	嚥下、膀胱および腸機能等の植物的機能は機能していない。寝たきり状態、排尿、排便のコントロール不能

表 6 PDQ-39

1. やりたい余暇の活動を行うのに支障を感じましたか?
2. 家のことをするのに支障を感じましたか? (日曜大工・家事・料理など)
3. 買い物荷物の持つのに支障を感じましたか?
4. 1,000 m を歩くのに困難を感じましたか?
5. 100 m を歩くのに困難を感じましたか?
6. 好きなように家の回りを歩くのに支障を感じましたか?
7. 人ごみの中で移動するのに支障を感じましたか?
8. 外出の際に付き添いが必要でしたか?
9. 人前で倒れるのではないかと恐ろしくなったり、心配になりましたか?
10. 望む以上に家に引きこもらなければなりませんでしたが?
11. 自分の身体を洗うのに不都合を感じましたか?
12. 着替えをするのに不都合を感じましたか?
13. ボタン掛けや靴紐を結ぶのに苦労しましたか?
14. 字をきれいに書くのに苦労しましたか?
15. 食べ物を切るのに苦労しましたか?
16. 飲み物をこぼさないように持つのに苦労しましたか?
17. 気分が落ち込みましたか?
18. 疎外感、孤独を感じましたか?
19. 涙ぐんだり、泣きたくなくなりましたか?
20. 怒ったり、憤慨したりしましたか?
21. 心配(不安)になりましたか?
22. 自分の将来が心配になりましたか?
23. 自分がパーキンソン病であることを人に隠さなければならぬと感じましたか?
24. 人前で食べたり飲んだりするような状況を避けましたか?
25. パーキンソン病であるために人前で恥ずかしい思いをしましたか?
26. 他人の自分に対する反応を心配しましたか?
27. 人間関係に問題がありましたか?
28. 妻/夫や同棲者からあなたが必要とする支えが得られないということがありましたか?
29. 家族/親しい友人からあなたが必要とする支えが得られないということがありましたか?
30. 日中気づかない(予期せぬ)うちに眠ってしまったことがありましたか?
31. 注意力に問題がありましたか? (読書・テレビのとき)
32. 記憶力が悪くなったと感じましたか?
33. いやな夢や幻覚を見ましたか?
34. 話をするのに支障がありましたか?
35. 適切に他人と会話ができなと感じましたか?
36. 他人から無視されたと感じましたか?
37. 苦痛を伴う筋肉のけいれんやひきつけがありましたか?
38. 関節や体に痛みを感じましたか?
39. 不快に寒さや暑さを感じましたか?

### 3. その他の評価尺度

過去の報告でも多くの評価尺度が存在する。

Webster Scale (1968), Columbia University Rating Scale (CURS, 1969), New York University Rating Scale (NYURS, 1968), Short Parkinson's Evaluation Scale (SPES) 等が知られている<sup>10)</sup>。

### 4. リハビリテーションを施行するうえで必要な一般的評価

パーキンソン病のリハビリテーションを行ううえで、他の疾患の障害評価と同じように徒手筋力テスト (MMT)、関節可動域テスト (ROM-T)、ADL テストとして FIM (Functional Independence Measure)、Barthel Index などの評価も必要である。パーキンソン病では、体幹の回旋が困難となることがあり、起居動作に関して、起き上がりが障害されても介助して起き上がれば歩行可能な例もある。



## 5. パーキンソン病患者の QOL (quality of life) に関する評価

リハビリテーションの最終目標が QOL への貢献であることを考慮すると、QOL に関する評価も重要である。一般的な QOL 尺度として良く知られているのは SF-36, NHP (Nottingham Health Profile), Euro QOL 等がある<sup>13)</sup>が、パーキンソン病に特有の HQOL (Health-related QOL) の尺度として PDQ-39 が知られている。PDQ-39 は、1995 年に Peto ら<sup>14)</sup>が発表したもので、39 項目の生活に関するアンケートを行い、過去 1 か月について 5 段階 (全くなかった～いつもあった) にランク付けを行うものである。質問は可動性、日常生活活動、情緒的健康、恥辱、社会的支え、認知、コミュニケーション、身体的不快感などの subscale からなる。その内容を表 6 に示す。内容的にはレベルの高い判断を求める内容であるため、認知障害の存在や思考緩慢な状況では適切な評価は不可能である。

## おわりに

本稿ではパーキンソン病に特有の評価尺度についての解説を行った。パーキンソン病は病気自体の特徴として症状が多彩であり、患者が実際の生活のなかで困っている問題点はさらに多岐にわたる。時間・場所・タイミング・環境なども患者によりさまざま、その対処方法もさまざまである。薬物療法の分野でも、その患者個人に適したオーダーメイド治療が求められている。リハビリテーションの分野でも、日常の臨床の場面では一つの尺度にとらわれ過ぎず、患者個人に適した柔軟な対応が求められる。

## 文献

- 1) 長屋政博：パーキンソン病のリハビリテーション。診断と治療 90：117-128, 2002
- 2) 生駒一憲：パーキンソン病のリハビリテーション。日医雑誌 135：65-68, 2006
- 3) 田中茂樹：臨床症候。水野美邦 (編著)：パーキンソン病ハンドブック, pp37-45, 中外医学社, 2001
- 4) 生駒一憲・他：パーキンソン病, 千野直一・他 (編)：リハビリテーション MOOK 10, 神経疾患とリハビリテーション, pp202-207, 金原出版, 2005
- 5) 安藤一也：パーキンソン病, 安藤一也 (編)：リハビリテーションのための神経内科学, pp187-191, 医歯薬出版, 2004
- 6) 新島健司, 水野美邦：パーキンソン病, 水野美邦 (編)：神経内科ハンドブック—診断と治療, pp662-670, 医学書院, 2000
- 7) Nilsson H, Ekberg O, Olsson R, et al: Quantitative assessment of oral and pharyngeal function in Parkinson's disease. *Dysphagia* 11: 144-150, 1996
- 8) 藤島一郎・他：摂食・嚥下障害とは, 金子芳洋・他 (監修)：摂食・嚥下リハビリテーション, pp67-86, 医歯薬出版, 1998
- 9) 米本恭三, 石神重信・他 (編)：パーキンソン病, リハビリテーションにおける評価 Ver. 2, pp215-219, 医歯薬出版, 2000
- 10) 金澤 章：診断基準と評価スケール, 水野美邦 (編著)：パーキンソン病ハンドブック, pp61-75, 中外医学社, 2001
- 11) Fahn S, Elton RL (Member of The UPDRS Development Committee): Unified Parkinson's disease rating scale, Fahn S, et al (eds): Recent Development in Parkinson's Disease, Vol II, pp153-163, Macmillan, New York, 1987
- 12) 折重秀樹・他：Parkinson 病の重症度を測る日本語版 UPDRS の信頼性評価。神経治療 17: 577-591, 2000
- 13) 長岡正範：リハビリテーション, 水野美邦 (編著)：パーキンソン病ハンドブック, pp233-240, 中外医学社, 2001
- 14) Peto V, Jenkinson C, Fitzpatrick R, Greenhall R: The development and validation of a short measure of functioning and well being for individuals with Parkinson's disease. *Qual Life Res* 4: 241-248, 1995

MEDICAL BOOK INFORMATION

医学書院

# 治療薬マニュアル2006

監修 高久史彦・矢崎義雄  
編集 関 顕・北原光夫・上野文昭・越前宏俊

●B6 頁2304 2006年  
定価5,250円(本体5,000円+税5%)  
(ISBN4-260-00139-6)

膨大な薬の添付文書情報を分かりやすく整理し、さらに各領域の専門医による実践的な臨床解説を加えた、全医療関係者必携の薬剤データブック。本書発行直前までの新薬を含むほとんど全ての市販薬を収録し、臨床上有用な付録も満載。識別コード索引も充実。毎年全面改訂。一部先発品の薬価を掲載するなど、利便性をさらに追求。「要処方せん薬」アイコンも新設。

# Calcitonin@Osteoporosis

監修：折茂 肇（健康科学大学）

編集：細井孝之（国立長寿医療センター病院先端医療部）、萩野 浩（鳥取大学医学部附属病院リハビリテーション部）

発行：ライフサイエンス出版株式会社 提供：旭化成ファーマ株式会社

No. 7 2007

contents

News & Views 転倒予防教室の意義と今後の展望 ●1 「ほね」領域のガイドライン ●3  
カルシトニンの歴史 ●4 学会紹介 ●5 CTミニ知識 ●6 骨粗鬆症診療 One Point ●7



## 転倒予防教室の意義と今後の展望

国立長寿医療センター 機能回復診療部 骨・関節機能訓練科医長

長屋政博 Masahiro Nagaya

March 29, 2007 / Obu

News  
&  
Views

骨粗鬆症診療の最終目的は骨折予防であるが、最も深刻な高齢者の大腿骨頸部骨折を防ぐ最善策の1つは転倒予防である。ここでは、高齢者医療の一環として転倒予防教室を主導する長屋政博氏に、転倒予防の意義と実際、今後の展望を聞いた。

し、転倒予防教室を開始した1998年当初よりもプログラム内容を増やし、時間をかけるようになりました。

### 健康で自立した生活を送るために 転倒予防も重要

—骨粗鬆症診療の中で、転倒予防はどのような位置づけになりますか。  
長屋 骨粗鬆症患者に限らず、健康人でも身体機能は加齢とともに低下します。そこへ運動不足などで廃用性症候群が重なると下肢運動能力が低下し、歩行や階段の昇降などADL（日常生活動作）を妨げ、転倒のリスクも高くなります。転倒経験のある人は、65歳以上では年間20%以上、75歳以上では35%以上です。

また、高齢者の4大骨折のうち大腿骨頸部骨折の90%は転倒が原因とされています。骨折は痛いだけでなく、骨折を契機に身体機能が低下し、寝たきりに至る可能性が高いのです。QOL（生活の質）を考えると、健康で自立した質の高い生活を少しでも長く続けるには、転倒予防は非常に重要です。

### 広い視点で転倒を予防する

—転倒予防教室に取り組み始めたきっかけは何ですか。

長屋 先輩の武藤芳照先生が東京厚生

年金病院で始められた転倒予防教室に興味を持ち、ノウハウを教わりました。高齢者医療を行う当リハビリテーション科でも骨折予防を重視し、骨粗鬆症外来では内分泌内科、整形外科、婦人科、リハビリテーション科の医師が連携して外来担当を決めています。

転倒予防教室への参加者は、バランス能力や筋力の低下した人、転倒したことのある人など、必ずしも骨折した人とは限りません。また、転倒する人には認知障害が絡んでいることが多いため、理学療法と、認知面への刺激やトレーニングなどの作業療法を併用

### 身体・認知機能に応じて個別に対応

—転倒予防教室のシステムをご紹介しますか。

長屋 個別訓練の予約制で、1日1人、1回1-1.5時間かけています。基本のマニュアルがあり、1週目に評価する運動機能や認知機能から、各人に合った8週間の教育プログラム（図1）を組みます。

2週目から6週目は、主に転倒予防を目的とした週1回の運動指導を行います。生活の中に運動を取り入れ、習慣にさせていただくために、器具を使わ

図1 転倒予防教室の教育プログラム（国立長寿医療センター）

- |     |  |
|-----|--|
| 1週目 | 運動機能評価（重心動揺検査／筋力測定／10m歩行速度測定／握力測定／徒手筋力測定／関節可動域測定／片足立ち時間測定）、注意力検査 |
| 2週目 | 記憶の検査、座位で可能な運動の指導、転倒の現状・原因などの説明                                  |
| 3週目 | 棒体操、ストレッチ運動、骨折・骨粗鬆症・運動の説明  |
| 4週目 | 環境整備・姿勢・歩き方の説明、立位で可能なバランス運動、仰臥位・伏臥位で行う運動                         |
| 5週目 | いろいろな運動の指導、歩行補助具の説明、履物・視力・薬剤の説明                                  |
| 6週目 | 記憶の検査、運動の復習  |
| 7週目 | 運動機能評価（1週目と同じ）   |
| 8週目 | 検査結果の説明、今後の自宅での生活や運動の説明  |

※転倒予防教室終了後6ヵ月毎に運動機能の評価し、自宅での運動継続状況を調べ、再度運動指導を行う。

図2 転倒予防教室で指導する運動例

●お尻浮かし



お尻を8回浮かします

●椅子でしゃがんで(スクワット)



椅子につかまり足の曲げ伸ばしを8回

●タオルの指よせ(足指の運動)



リズムカルに速くできるように練習しましょう

足の指を使い足裏に敷いたタオルを手繰り寄せます(敷いたタオルの長さの半分くらいまで)

ず、自宅で1人でもできる運動が中心になっています(図2)。7週目に評価を行い、8週目には転倒予防教室に参加した総合評価の結果を伝え、今後の自宅での運動・生活指導を行い、プログラム内容を1冊のファイルにして患者さんにお渡しします。その後、6ヵ月毎に経過を観察し、運動機能を再評価し、運動が自宅で継続できているかどうかを調べ、再指導します。

理学療法の基本となるバランス訓練、歩行訓練、筋力強化などは、一般の施設で行う運動器リハビリと似ていますが、当医療施設の対象者は施設で行うほど虚弱ではないが、地域の高齢者よりも身体機能が低下しているため、集団訓練は難しいのです。特に筋力、柔軟性、足指の関節の動き、歩き方などについて、個々のプログラムで対応し、転倒に関連する骨折、骨粗鬆症、生活環境、姿勢、歩き方、歩行補助具、履物、視力、薬剤なども説明するため、対象患者数が限られる点が悩みます。

### リハビリを促すために 除痛も大切な治療の1つ

—転倒の危険因子は何ですか。

長屋 大きく分けて、内的要因と外的要因があります。内的要因は身体機能や転倒しやすい合併症などで、外的要因は履物や住まいなど周囲の環境です(表1)。危険因子を減らすために、プログラムでも転倒する時の状況などを詳しく説明し、生活環境などの改善を促しています。

骨折後のリハビリについては、リハビリの導入が増えています。転倒

予防教室もそうですが、リハビリが円滑に進むか否かは意欲に大きく左右されます。高齢者では、まず認知症と抑うつが問題になります。抑うつには抗うつ薬が使えますが、認知症には刺激を与えながら接するしかない状況です。

当施設では、軽度認知障害への対応として、認知面への刺激、特に注意力を高め、反応時間を短縮するトレーニングを作業療法に組み込んでいます。例えば、絵カード合わせ、パズルによる構成課題、計算など、最初は簡単な問題から始め、次第に難しくしていくようなプログラムも導入しています。

骨折後のリハビリでは痛みがネックとなることも多く、見逃せません。しかし、痛みに対してはカルシウム製剤などが使えますので、比較的対応しやすいと思います。特に脊椎圧迫骨折後では痛みが取ればリハビリが円滑に進むことが多く、除痛は非常に大切な治療法の1つであると実感しています。

### 運動プログラムで身体機能が 有意に維持される

—転倒予防教室ではどのような効果が認められていますか。

長屋 1998年1月-2001年12月の過去1年以内に転倒かつまずきを経験した虚弱高齢者で、転倒予防教室への参加者45名中、8週間にわたるプログラムを終え(34名)、その中で1年後も経過観察できた21名を転倒予防教室群として検討しました。

対照群は、2002年1月から過去1年以内に転倒かつまずきを経験した虚弱高齢者で、初回、6ヵ月後、1年後に

表1 転倒の危険因子

内的要因
年齢、女性、転倒の既往
虚弱(健康状態の悪化)
認知症、抑うつ・不安
Parkinson病、脳血管障害
変形性関節症
失禁、起立性低血圧
視力障害、二点識別覚・深部知覚の低下
鎮痛薬、睡眠薬、抗不安薬、抗うつ薬
平衡機能失調(ふらつき)
下肢筋力低下
反応時間遅延、低身体活動性
ADL・移動能力の障害、バランス能力の低下
アルコール飲用
外的要因
1-2cmほどの室内段差(敷居)
滑りやすい床、履物(スリッパ)
つまずきやすい敷物(カーペットの端、絨ひ)
電気器具コード類、照明不良
戸口の踏み板
生活環境の変化

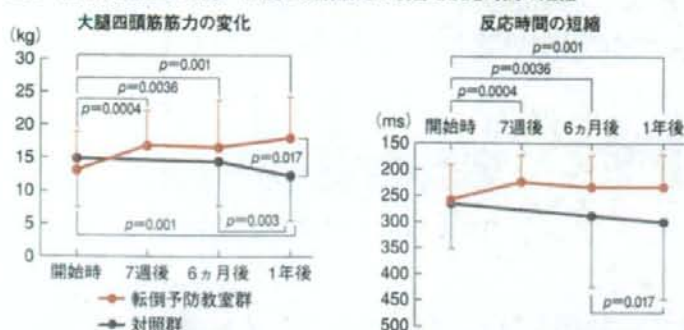
運動機能を評価した16名です。

転倒予防教室群では、大腿四頭筋の筋力は1年後、対照群に比べて有意に増大かつ維持され、反応時間も7週後、6ヵ月後、1年後では、開始時に比べて有意に短縮かつ維持されていました(図3)。筋力や反応時間は加齢に伴って衰えますが、8週間の運動プログラムの身体活動を続ければ、その後も1年以上、身体機能が維持され、転倒率も明らかに低下します。

### 転倒と骨折の予防には さらなる介入が必要か

—自宅での運動状況はいかがですか。  
長屋 プログラムを終了し、1年間経

図3 転倒予防教室の効果—大腿四頭筋筋力の改善と反応時間の短縮



転倒予防教室群では、運動プログラムにより獲得した筋力は1年後まで保持されるが、対照群では低下していた。

転倒予防教室群では、運動プログラムにより獲得した短縮された反応時間は1年後まで保持されていた。

図4 転倒予防公園



### 転倒予防運動はQOL維持に役立つ

長屋 一般のクリニックなどでは、転倒予防教室を取り入れにくいかもしれませんが、ポイントは「転倒予防の特別なプログラムを使って、私は転倒予防の運動をしている」と本人に自覚していただくことです。そうすることで、筋力やバランス能力も上がり、転倒への恐怖や不安が軽減され、活動範囲が広がり、QOLの維持・向上に役立つからです。さらに、今後は地域の虚弱高齢者に個々に適したプログラムを組み、転倒予防に取り組むことも大切であると思います。

過観察した21名にアンケートを行うと、週3回以上の運動をしている人は13名(61.9%)、プログラム参加前に戻った人は5名(23.8%)、無回答は3名(14.3%)と、ほぼ半数で運動習慣がつかしました。実際、「自宅でも運動を続け、回数も増えた」「転倒を経験して閉じこもりがちだったが、外出できるようになった」など、満足の声も耳にします。

虚弱高齢者が無理なく自発的に行う運動としては、この程度の効果が妥当な線かもしれませんが、転倒と骨折の予防には不十分です。「生活習慣を変えるところまで踏み込まないと効果がないのか」と限界も感じています。

### 遊具で運動を身近に感じてもらう

——地域への働きかけも必要ですか。  
長屋 運動を地域へ広げるには、道具立てを用意し、「皆で時々集まって、このような方法で運動しよう」と提案したらどうかと考えました。

そこで、隣の東浦町に公園をつくり、地元の家具会社と協同で制作した転倒予防運動用の木製遊具を設置し、開放しています(図4)。公園への往復だけでも運動になり、遊具で遊びながら、転倒予防運動が一通りできるというものです。ゲーム感覚ですから、軽度の認知障害があっても使えます。

公園の維持・管理などには、行政の

バックアップが不可欠ですが、この転倒予防公園は地域や厚労省にも認められ、高齢者のウォーキングサークルなどに大いに活用されています。

さらに、屋内用の転倒予防遊具にも力を入れ、地域の保健センターの介護予防プログラムや集会所、特別養護老人ホーム、デイサービスなどで利用され始め、データを集めています。

### 「ほね」領域のガイドライン【第5回】

解説：萩野 浩

## 地域保健におけるエビデンスに基づく骨折・骨粗鬆症予防ガイドライン

伊木雅之編、日本公衆衛生協会、東京

最近ではガイドラインが多数作成されている。その多くは疾患の診断と治療に関するもので、予防に関する詳細なガイドラインは少ない。骨粗鬆症は骨折を引き起こすため、その予防が骨折予防につながる。また、骨粗鬆症や骨折の予防には、適度な運動やカルシウム、ビタミンDの摂取がよいことは多くの人々が理解している。しかし、実際にどの程度運動し、どの程度カルシウムやビタミンDをとればよいのかは不確かである。

本ガイドラインは、骨折や骨粗鬆症の予防に関するエビデンス(文献)をシステ



マティックにレビューし、列挙された検討課題に対する答えを、各々のエビデンスに基づいて、レベルを付記した「勧告」の形で記載している。膨大なエビデンスに基づく勧告は、現時点で最も信頼できるコンセンサスでもある。

各種の栄養素に加え、運動習慣、嗜好品まで網羅され、さらに具体的な予防対策の進め方も記された本書を手に入れば、骨折・骨粗鬆症の予防や患者指導に携わる医療関係者は、まさに羅針盤を得た思いであろう。

## シンポジウム 転倒により骨はなぜ折れる？

# 転倒による骨折のバイオメカニクス

国立長寿医療センター 先端医療部骨粗鬆症科 奥泉 宏康

はじめに—— 65歳以上の高齢者では、年間に10～20%が転倒を経験し、転倒の10%に骨折が、1%に歩行能力を大きく障害する大腿骨頸部骨折が発生すると報告されている<sup>1)</sup>。したがって、転倒により必ずしも骨折を生じるわけではないが、転倒の結果生じた骨折に対する治療や精神的苦痛、高騰する医療費などは切実な問題となっている。バイオメカニクスの観点より、転倒の際に骨折が生じる条件を検討し、転倒・骨折予防対策について考察していく。

転倒による骨折のバイオメカニクス—— 骨折は、骨に直接加わる外力が、形態を含めた各個体の骨強度を凌駕した結果、発生する。大腿骨頸部骨折の場合には、側方に転倒して大転子部を打撲した場合に骨折が発生することが多いと報告されている<sup>2), 3)</sup>。立った高さから側方に倒れた際の衝撃荷重は、実験的に約5600N (約571Kg重)と推定されており<sup>4)</sup>、直接、大腿骨に衝撃荷重が加われば、骨強度が高い若年者においても骨折が発生することになる<sup>5)</sup>。しかし、実際には、大腿骨を被う筋肉や脂肪、皮膚によって、衝撃が緩和され、さらには、転倒時の防御動作、例えば、手を伸ばしたり、体勢を変えたりすることによって、大腿骨に直接加わる衝撃を低下させている。

手関節や上腕骨頸部骨折は50歳代から生じて、その後急激な増加はないが、大腿骨頸部骨折に関しては転倒頻度が高くなる70歳を越えた頃から、急激に骨折発生率が上昇する。したがって、各骨折の受傷機転を検討して、それぞれに有効な手段を講じる必要がある。手関節や上腕骨頸部骨折は主に前方に転倒するときに発生しやすく、肘を曲げたり<sup>6)</sup>、膝を着いたりすることで衝撃を低下させることができる。また、大腿骨頸部骨折に関しては、側方転倒時に体を前方または後方に捻ることにより、大転子部への直接的な衝撃を低下させる可能性が示されている<sup>7)</sup>。転倒による発生が30%以下と推定される脊椎圧迫骨折は、後方転倒に多いと考えられるが、転倒時に膝を曲げて上体を前方に倒すことにより、衝撃を低下させることができる<sup>8)</sup>。以上のように、転倒を100%防止することは不可能であるが、転倒した際の“上手な転び方”を模索することは骨折の予防に直結し、“柔道の受け身”に答えがあるかもしれない。

骨強度と骨折予防のバイオメカニクス—— 骨強度は、骨密度に影響を受け、骨折発生荷重に関係していることが、死体大腿骨を用いた実験で確認されている<sup>9)</sup> (図1)。したがって、エビデンスの明確な骨粗鬆症薬を使用して、骨密度を維持、改善させることは骨強度の改善に有効である。しかし、ビスホスホネート剤により平均で年間約4%、すなわち大腿骨頸部骨密度では約0.032g/cm<sup>3</sup>が増加するものの<sup>9)</sup>、実験による骨密度と骨折強度の相関式からは104Nの衝撃荷重に換算されるのみで、骨密度の改善のみで骨折予防を期待するには限界がある。

ただし、骨強度は、骨密度ばかりでなく、骨特異の形状や骨密度分布の違いにも影響を受けている。したがって、破壊の力学からすれば、大腿骨頸部の骨頭基部のくびれた部位<sup>10)</sup>や大転子後方の陥凹部にひずみストレスが集中し(図2)、そこに最初に生じた亀裂から骨折にいたるといった可能性が考えられる。将来、骨折の発生メカニズムが解明されれば、亀裂が生じやすい部分を同定して、部分的に骨密度を含めた骨強度を高める治療が開発され、より効率的な骨折予防策につながる。

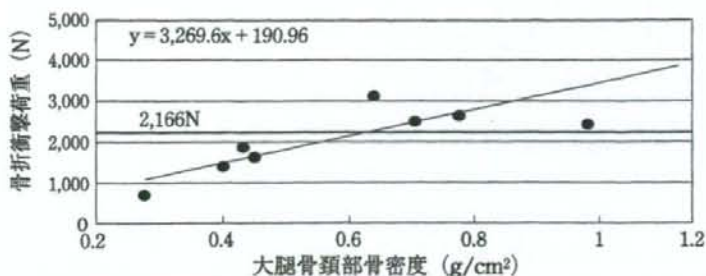
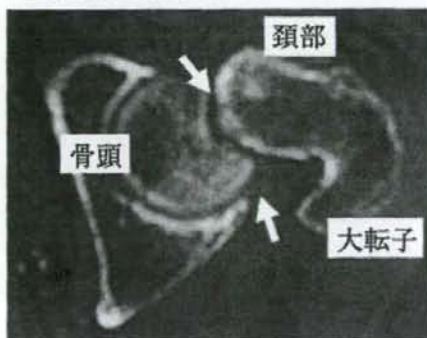


図1 実験による大腿骨頸部骨密度と骨折荷重の関係

抽出した保存大腿骨に重錘による衝撃荷重を加えて、骨折時の荷重を測定したところ、骨密度と骨折荷重は有意に相関した ( $r^2=0.718$ ,  $p<0.001$ )。12本の大腿骨が骨折した平均荷重は2,166Nであった。

#### 大腿骨頸部(外側)骨折



#### 大腿骨頸部(内側)骨折

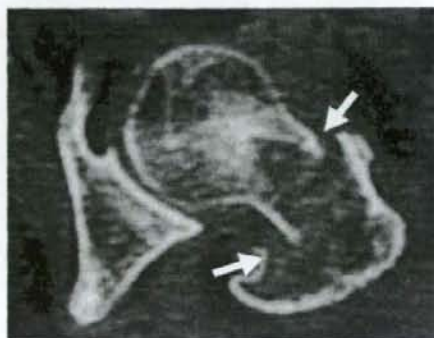


図2 大腿骨頸部骨折の骨折線(股関節CTの断面)

大腿骨頸部の急激に細くなる部分、すなわち、大腿骨骨頭の基部や大転子に亀裂が生じて、骨折が発生している可能性がある。

#### ヒッププロテクターの効果

死体晒し骨に対して、大転子部に衝撃荷重を実験的に加えて、ヒッププロテクターの効果を検討してみると、大腿骨を被うことによりシリコンゲルで30% (約1000N)、シリコンゲルと硬いカバーを合わせることで46% (約1500N)の衝撃荷重を軽減することが可能である<sup>5)</sup>。したがって、高齢で骨密度の改善が期待できず、転倒予防の運動や骨折予防の上手な転び方が実践できない場合には、ヒッププロテクターは有効な骨折予防法である。

しかし、老人ホームや施設入居者に関しては、平均60%もの大腿骨頸部骨折予防効果が示されているものの<sup>11)</sup>、一般地域住民では骨折発生率も低く、プロテクターのコンプライアンスも悪いため、有意な有効性が認められていないことが課題として残されている。

結語—— 転倒による骨折は、転倒した際の衝撃荷重が各固体特有の骨強度を凌駕した際に生じる。

したがって、転倒を予防するのは必須だが、骨折予防のためには、エビデンスのある安全な骨粗鬆症薬剤で骨強度を向上させることに加えて、転倒した際の防御動作やヒッププロテクターなどを用いて衝撃荷重を低下させるという総合的なアプローチが必要である。

- 参考文献——
- 1) King MB, Tinetti ME. Falls in Community-Dwelling Older Persons. *J Am Geriatr Soc*, 43 : 1146-1154, 1995.
  - 2) Nevitt MC, Cummings SR. Type of Fall and Risk of Hip and Wrist Fractures : The Study of Osteoporotic Fractures. *J Am Geriatr Soc*, 41 : 1226-1234, 1998.
  - 3) 上岡洋晴, 朴眩泰, 太田美穂, 武藤芳照 : 中高年者の転倒の実態—どのように転ぶのか? 転倒予防教室 第2版—転倒予防への医学的対応—, 武藤芳照他編, 日本医事新報社, 東京 : 11-18, 2002.
  - 4) Robinovitch S, Hayes WC, McMahon TA. Prediction of femoral impact forces in falls on the hip. *J Biomech Eng* 113 : 366-374, 1991.
  - 5) Okuizumi H, Harada A, Iwata H, Konishi N. Effects on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. *J Bone Min Res* 13 : 1940-1945, 1998.
  - 6) DeGoede KM, Ashton-Miller JA, Schultz AB. Fall-related upper body injuries in the older adult : a review of the biomechanical issues. *J Biomechanics*, 36 : 1043-1053, 2003.
  - 7) Robinovitch SN, Inkster L, Maurer J., Warnick B. Strategies for Avoiding Hip Impact During Sideways Falls. *J Bone Min Res*, 18 : 1267-1273, 2003.
  - 8) Robinovitch SN, Brumer R, Maurer J. Effect of the "squat protective response" on the impact velocity during backward falls. *J Biomech*, 37 : 1329-1337.
  - 9) Pols HA, Felsberg D, Hanley DA, et. al. Multinational, placebo-controlled, randomized trial of the effects of alendronate on bone density and fracture risk in postmenopausal women with low bone mass: results of the FOSIT study. *Osteoporos Int*, 9 : 461-468, 1999.
  - 10) Mayhew PM, Thomas CD, Clement JG, et. al. Relation between age, femoral neck cortical stability, and hip fracture risk. *Lancet* 366 : 129-135, 2005.
  - 11) 原田 敦, 奥泉宏康, ヒッププロテクター, 骨粗鬆症と骨折予防, 大内尉義監修, (株) メディカルレビュー社, 東京 : 170-173, 2005.

## ヒッププロテクターの現状と課題

奥泉 宏康

国立長寿医療センター先端医療部骨粗鬆症科医長

### はじめに

高齢者において、大腿骨頸部骨折の90%以上が転倒に伴って生じる<sup>1)2)</sup>ことが常識になってきた現在では、転倒した際の骨折を予防するためのヒッププロテクターの装着は、骨が弱くなってきた高齢者にとっては、バイクに乗車するときにヘルメットをかぶるのと同じように、必要なものと考えられる。しかし、1994年に Lauritzen<sup>3)</sup>が老人ホームにおいてランダム化比較試験でヒッププロテクターの有効性を報告して10年以上が経過するが、いまだに一般には普及していない。そこで、現状におけるヒッププロテクターの有効性を明らかにして、今後の課題について考えてみる。

### ヒッププロテクターの科学的有効性

大腿骨頸部骨折の発生メカニズムについては統一した見解はなく、転倒以前に股関節をひねることによって発生するという意見もある。しかし、大規模な疫学調査<sup>1)2)</sup>で、側方に転倒して大転子部を打撲することによって生じることが多いことが明らかに

されてきた。したがって、大腿骨頸部骨折を予防するためには、薬剤により骨強度を上げるとともに、大転子部への衝撃を骨折が生じる荷重より低下させることが有効である。

衝撃を低下させるためには、衝撃を吸収する柔軟な素材を使用する方法と、ヘルメットのごとく、硬い湾曲したドーム状パッドで大転子部を覆い、衝撃を周囲に拡散させて低下させる方法がある(図1)。前者が衝撃吸収型、後者が衝撃分散型で、それぞれに特徴がある。

大転子部の衝撃は軟性のシリコンゲルで30%、シリコンゲルに硬性のカバーを加えることにより46%まで低下させることが、晒し骨大腿骨を用いた実験<sup>4)</sup>で確認されている(図2)。衝撃吸収型では、衝撃を吸収するクッションが変形して薄くなり底付きしてしまうと効果は消失するので、プロテクターが厚く、重くなる。しかし、痩せた高齢者でも有効な効果が期待される。一方、衝撃分散型では、比較的軽い素材で成型できるものの、脂肪の少ない痩せた高齢者では効果が得にくく、プロテクターが大きく、硬いために就寝時の違和感が強く、着用しにくい。

現在、日本で販売されている製品は、表1のような5種類で、衝撃低下効果は、35%~63%程度と製品によりばらつきがある<sup>5)</sup>。インターネットで購入可能



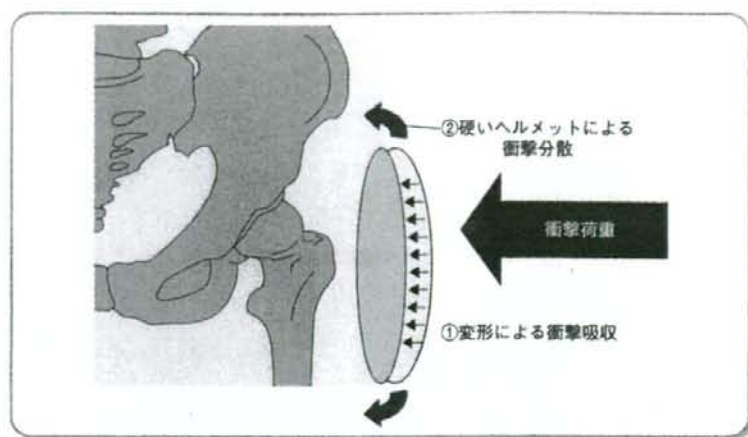


図1 ヒッププロテクターの原理

大転子部を衝撃吸収剤で被うか、硬いヘルメットで衝撃を分散させるかして、大腿骨頭部に加わる衝撃荷重を低下させて、骨折を防ぐ

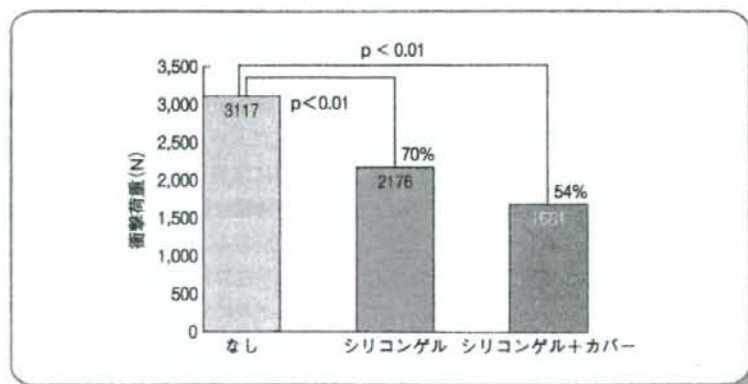


図2 ヒッププロテクターによる衝撃荷重低下

落下の高さ：25cm 8対の大転子

シリコンゲルにて30%衝撃荷重が低下し、さらにカバーを加えることにより、46%衝撃荷重が低下した  
[文献4)より引用]

であるが、科学的な有効性の報告の多くは硬性タイプの「セーフヒップ<sup>®</sup>」である。しかし、1枚9,975円で、着替え用の下着の5,250円を加えると15,225円となり、高齢者にとっては高価な下着という感を免れ得ない。

## ヒッププロテクターの臨床における効果

実際に臨床で使用された場合の大腿骨頭部骨折予防効果(表2)に関しては、コ克蘭システムティックレビュー<sup>6)</sup>にて、施設入居の高齢者で、施設

製品名	販売会社	材質	種類	荷重減率* (%)	税込価格(円)
セーフヒップ®	テイジン	ポリプロピレン	硬性	58	9,975
転ばぬ先のパンツ®	デアマイスター	ポリウレタン樹脂	硬性	35	8,295
こつこつヒッププロテクター®	グンゼ	ポリスチレン系エラストマー	軟性	45	8,295
ヒップスター®	メディカルプロダクト	エチレンビニールフォーム	軟性	60	9,030
クッションパンツ®(女性用)	エンジェル	低反発ウレタンフォーム	軟性	63	5,000

※: ヒッププロテクターによる荷重減率: 衝撃試験機でコントロールに与えた衝撃質量(65kg重)が各製品種類によって低下した荷重の比率を示す

[文献5]より変更して引用

② ヒッププロテクターの無作為比較試験およびメタ解析結果

著者(発表年)	使用プロテクター	タイプ	懸掛率 (%)	無作為化対象		プロテクター群		対照群	重み付け (%)	相対危険度	95%信頼区間	
				居住場所	骨折数	全体数	骨折数					全体数
Lauritzen(1983)	SAFEHIP	拡散型	24	施設ごと	老人ホーム	8	247	31	418	0.44	0.16-1.21	
Ekman(1987)	JOFA AB	拡散型	27	施設ごと	老人ホーム	4	302	17	442	0.7	0.02-5.19	
Kannus(2000)	KPH	拡散型	74	施設ごと	老人ホーム	13	653	67	1148	0.34	0.16-0.71	
Harada(2001)	SAFEHIP	拡散型	70	施設ごと	老人ホーム	1	88	8	76	0.6	0.01-1.89	
Meyer(2003)	SAFEHIP	拡散型	58	施設ごと	老人ホーム	21	459	42	483	0.57	0.31-1.07	
O'Halloran(2004)	SAFEHIP	拡散型	19.9	施設ごと	老人ホーム	85	1366	163	2751	1.05	0.75-1.47	
小計										75.0	0.75	0.59-0.97
Jantti(1996)	著者製	吸収型	68	個人ごと	老人ホーム	1	36	5	36	1.1	0.02-1.81	
Chan(2000)	著者製	吸収型	50	個人ごと	老人ホーム	3	40	6	31	3.1	0.11-1.41	
Cameron(2001)	SAFEHIP	拡散型	54	個人ごと	老人ホーム	8	86	7	88	5.4	0.44-3.10	
Hubacher(2001)	HIPS	拡散型	49.1	個人ごと	老人ホーム	7	384	2	164	2.1	0.31-7.14	
van Schoor(2003)	SAFEHIP	拡散型	37	個人ごと	老人ホーム	18	276	20	285	13.4	0.50-1.72	
小計										25.0	0.86	0.54-1.34
Cameron(2003)	Semirigid	拡散型	51	個人ごと	地域住民	21	302	22	298	32.5	0.53-1.68	
Birks(2003)	SAFEHIP	拡散型	34	個人ごと	地域住民	6	182	2	184	2.9	0.62-14.83	
Birks(2004)	SAFEHIP	拡散型	33	個人ごと	地域住民	39	1388	66	2781	64.5	0.80-1.75	
小計										100.0	1.16	0.85-1.59

[文献6]より変更して引用

# 特集 高齢者の転倒・骨折 1

ごとにクラスター化して無作為化された6試験において、相対危険度が0.75(95%信頼区間:0.58~0.97)と、有意に25%骨折を低下させることが認められている。しかし、施設入居者でも、個別に無作為化された5試験では、相対危険度0.86(0.54~1.34)と骨折は低下しているものの、有意ではなく、2試験では相対危険度が1を超え、むしろ骨折率が高いという報告もある。

一般地域在宅高齢者に対しては、相対危険度1.16(0.85~1.59)であり、むしろプロテクターを装着した高齢者に骨折が多い試験もみられた。その理由としては、プロテクターの装着率が30%ほどで低かったこと、予想より骨折発生率が低かったことがあげられている。

### ヒッププロテクターの課題

ヒッププロテクターの課題は、装着を受け入れる率とそのプロテクターを継続して使用する継続率とにある。受け入れ率は34~84%、継続率は20~70%と、対象とした集団や受け入れ率、継続率の定義の違いによってばらつきがみられる<sup>7)</sup>。継続率が低い原因としては、転倒時の衝撃を低下させるためにパッドを正確に大転子部に固定する必要があるため、臀部に密着したきつめの下着になってしまい、トイレ時の脱着動作の煩雑さや皮膚への発疹などがあげられる。特に、硬性プロテクターでは、就眠時に硬いパッドによる異物感が装着率の低さの原因となっている。

したがって、自由に移動が可能な一般在宅高齢者では、装着率が低く、その上、大腿骨頸部骨折の発生率が低いので、無効であるか、むしろ、安心して行動範囲が拡大し、骨折が多くなるという結果になってしまう。一方、施設入居高齢者では施設介護スタッフの教育およびリスクマネジメントの観点から装着率は高く、転倒発生率も一般在宅高齢者の

2倍<sup>8)</sup>と高いために予防効果が認められているのであろう。

### 大腿骨頸部骨折後の ヒッププロテクターの効果

大腿骨頸部骨折後は、高齢・転倒既往・ビタミンD不足という「転倒しやすい高齢者」の条件を満たしている。しかし、望月ら<sup>9)</sup>の20名の大腿骨頸部骨折後の患者においては、装着していた6名のうち1名に反対側の大腿骨頸部骨折が発生してしまうという結果になっている。装着率に関しては、常に装着が6名(30%)で、ほとんど装着していない14名(70%)となっている。装着しない理由としては、窮屈である:10名(71.4%)、面倒くさい:8名(57.1%)、トイレのときに不自由:6名(42.9%)、ズボンがはきづらい:5名(35.7%)であった。病院での転倒事故をゼロにすることは困難なので、特に認知症の患者に対して、転倒しても骨折だけは予防するためには、ヒッププロテクターは有効な手段である。大腿骨頸部骨折後の再骨折の危険性を医療者側も認識して、注意を喚起しなければならない。

### ヒッププロテクターの今後

転倒は、一般に屋外で多いが、大腿骨頸部骨折の発生に関していえば、むしろ屋内で多く、オムツをはいて寝たきりの高齢者より、屋内での歩行可能な高齢者が立った高さから転倒する場合に多い。このことは、屋外を自由に歩くほどではないが、屋内でトイレ歩行に支障がない程度の日常生活動作を有する高齢者が危険であるということである。高齢者が健康に、転倒を怖がらずに、自由に屋内を移動するためには、現状のヒッププロテクターのもつ圧迫感や窮屈感がなく、動きやすく、扱いやすく、違和感が少ないヒッププロテクターの開発が求められて

いると考えられる。

### まとめ

ヒッププロテクターの骨折予防効果に対する科学的裏付けはあるものの、その装着感や利便性が劣る点で、実際の効果に有意差が認められているのは、特に介護度の高い施設入居高齢者のみである。今後、ヒッププロテクターが一般に普及して、骨折を予防するためには、24時間装着可能な、普段つけている下着に近い感覚の「軽く、厚はったくない下着」が条件となるであろう。

また、高齢者自身が「高齢者における骨折の怖さ」を知り、転倒と骨折との関係をよく理解した上で、「骨折は予防できるもの」であることを肝に銘じて、ヒッププロテクターの必要性を認識しなければならぬ。その上で、認知症や物忘れの多くなった高齢者に対しては、周囲の介護者がヒッププロテクターの原理や有効性を正しく理解して、適切な装着を行っていくことが重要であろう。

- 1) Nevitt MC, Cummings SR: Type of fall and risk of hip and wrist fractures: The study of osteoporotic fractures. *J Am Geriatr Soc* 41: 1226-1234, 1993
- 2) Greenspan SL, Myers ER, Kiel DP, et al: Fall direction, bone mineral density, and function: Risk factors for hip fracture in frail nursing home elderly. *Am J Med* 104: 539-545, 1998
- 3) Lauritzen JB, Peterson MM, Lund B: Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 341: 11-13, 1993
- 4) Okuizumi H, Harada A, Iwata H, et al: Effect on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. *J Bone Miner Res* 13: 1940-1945, 1998
- 5) 原田 敦: 高齢者の転倒とヒッププロテクター. *MB Medical Rehabilitation* 65: 127-134, 2006
- 6) Parker MJ, Gillespie WJ, Gillespie LD: Hip protectors for preventing hip fractures in older people. *The Cochrane Library Issue* 1: 2007
- 7) 小池達也: ヒッププロテクタによる大腿骨頸部骨折予防のエビデンス. *関節外科* 25: 770-776, 2006
- 8) 武藤芳照(編): 転倒予防の知識と実践プログラム: 日本看護協会出版会. 東京, 2006
- 9) 望月和憲, 中島育昌, 浜田良機: 大腿骨頸部骨折術後患者の転倒状況ならびにヒップ・プロテクター予防効果について. *骨・関節・靭帯* 19(1): 61-65, 2006