

メディアミルクセミナー

主催: 社団法人 日本酪農乳業協会 <http://www.j-milk.jp/>
後援: 農林水産省・独立行政法人 農畜産業振興機構

セミナー事務局 (株) トークス内 〒102-0074 東京都千代田区九段南4-8-8 日本YWCA会館
TEL (03) 3261-7715・FAX (03) 3261-7174

No.11

高齢者における牛乳・乳製品摂取と運動の意義について

～骨粗鬆症や寝たきりに対する一次予防の観点から～

関東学院大学人間環境学部健康栄養学科
教授 山田哲雄先生

超高齢化社会を迎えている日本では、骨粗鬆症や寝たきりの予防は急務になっています。ところが、後期高齢者(75歳以上)の骨の代謝に関する研究は世界的にもあまり行われていません。80歳前後の高齢者における栄養や運動と骨代謝の関係を調べている関東学院大学人間環境学部健康栄養学科教授の山田哲雄先生に、研究成果をお話いただきます。

高齢者の骨粗鬆症の一次予防は栄養と運動が二本の柱

2006年6月末に2005年の国勢調査の抽出速報集計結果が発表されました。それによると、日本の総人口1億2776万人のうち、15歳未満の年少人口は1740万人、15～64歳の生産年齢人口は8337万人、65歳以上の老年人口は2682万人で、前回の2000年の調査に比べると、老年人口が481万人と大幅に増え、年少人口が107万人減少しました。

牛乳・乳製品の栄養は子どもの発育・発達に関して語られることが多いのですが、老年人口が増え続け、年少人口との差がこれからも大きくなる日本では、高齢者の牛乳・乳製品摂取はさらに意味を持つてくると考えています。

今日のテーマである高齢者の骨粗鬆症や寝たきりに対する一次予防は、栄養と運動が二本の柱になります。高齢になると低

栄養状態になりやすく、また運動不足にもなりやすいので、この二本の柱は大きな意味をもつことになります。

骨粗鬆症や寝たきりの防止対策としては、栄養面では、骨に関係する重要な栄養素であるカルシウム、タンパク質、ビタミンDの適正な摂取が課題です。また、運動面では、全身持久的運動、ダンベル体操として行われることの多い軽レジスタンス運動(筋力運動)などを、どのように組み合わせ、どの程度行えばよいかを探っていく必要があります。

ただし、高齢者の場合は運動機能が落ちている場合が多いので、運動の内容は画一的なものではなく、個々の身体状況に応じたものでなければなりません。

骨粗鬆症の問題を語るには、男性と女性の違いは避けて通れません。女性は女性ホルモンの分泌が急激に低下する閉経後に一気に骨密度が低下します。

このような背景をもとに、骨粗鬆症や寝たきりの一次予防について、牛乳・乳製品



プロフィール

山田哲雄 (やまだてつお)
京都府生まれ。関東学院大学人間環境学部健康栄養学科 教授、博士(農芸化学)。
1981年筑波大学大学院修士課程体育研究科修了。国立栄養研究所健康増進部研修生、筑波大学研究協力部研究協力課文部技官(体育科学系運動栄養学研究室)を経て、1987年関東学院女子短期大学家政科専任講師、1991年助教授、2002年関東学院大学人間環境学部助教授、2006年より同教授。2005年日本栄養改善学会学会賞受賞。著書は「運動生理・栄養学(共著)」(建帛社、2006年)など

の摂取と運動の面からお話します。

血液や尿で骨代謝を見る骨代謝マーカーを利用

骨代謝を見る指標には、①骨折の頻度、②骨量(骨密度)、③骨代謝マーカーなどがあります。

骨密度(骨量)を測定する代表的な検査がデキサ(DXA: dual energy X-ray absorptiometry)法で、からだのさまざまな部位の骨密度、骨量がわかり、最も精密で正確な指標といえます。

ただ、①の骨折の頻度と同様、骨密度は短時間で変化を見るのが難しく、またX線の被ばくや検査の時間や費用の問題があるため、私たちの調査では③の骨代謝マーカーを指標として選びました。

骨代謝には、骨芽細胞によって骨が作られ、骨にカルシウムが定着する「骨形成」と、骨を溶かす破骨細胞の働きで骨からカルシウムが抜けて、血液へ移行する「骨吸収」の

用語集

●一次予防

疾病の発生そのものを予防すること。

●骨形成と骨吸収

骨では常に新陳代謝が行われている。骨芽細胞が骨を作るのが骨形成、破骨細胞が骨を溶かして吸収するのが骨吸収で、この2つのバランスによって、骨の量や密度が変わる。骨形成の抑制や骨吸収の促進が続くと骨粗鬆症になる。

●軽レジスタンス運動

筋肉に軽い負荷をかけて行う筋力トレーニングのこと。強い負荷をかける運動に比べると、筋肉や関節へのダメージや血圧の急上昇などのデメリットが少なく、誰にでも続けやすい。ダンベル体操やチューブ運動などがその例。

●除脂肪体重

体重から体脂肪量を除いたもので、筋肉や骨、内臓、血液などの重さになる。一般的に筋肉量の指標として用いられ、同じ体重でも除脂肪体重が少なければ

筋肉が少ないと見なされる。

体重×体脂肪率(体脂肪率)

で計算する。LBM(lean body mass)と呼ばれることもある。

●嚥下障害(えんげしょうがい)

疾病や老化などの原因により、飲食物の咀嚼や飲み込みが困難になること。

2つがあり、それぞれにマーカーがあります(図1)。血液か尿で調べるのですが、骨吸収については負担の少ない、尿でわかる骨代謝マーカーを使用しています。

骨代謝マーカーの変化が実際に骨密度に反映されるのかどうかは重要な問題です。図2は左の縦軸(黒丸)が腰椎の骨密度、右の縦軸(白丸)が骨吸収マーカーNTxで、骨密度が下がれば骨吸収マーカーレベルが上がるのがきれいに示されています。



牛乳・乳製品の摂取は骨吸収を抑える

牛乳・乳製品の摂取によって骨吸収マーカーレベルが低くなる、つまり骨のロスが少なくなるという報告が数多く見られます。

2000年以降の、骨代謝に及ぼす牛乳・乳製品摂取の効果、とくにカルシウム供給源としての効果を示す主な文献の中から、以下の2つを挙げてみます。

①Green J. H., et al.: Impact of supplementary high calcium milk with additional magnesium on parathyroid hormone and biochemical markers of bone turnover in postmenopausal women. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11, 268-273, 2002

②Cleghorn D. B., et al.: An open, crossover trial of calcium-fortified milk in prevention of early postmenopausal bone loss. *Med. J. Aust.*, 175, 242-245, 2001

②の文献では、平均年齢52歳の人たちの2つの骨吸収マーカーを調べています。1週間に3Lのカルシウム強化牛乳(1日約700mgのカルシウムが摂れる)を飲んだグループ(36人)のほうが、普通の食事を摂っているグループ(36人)に比べて骨吸収マーカーレベルが低いという結果が出ています。

また、①の文献では、平均年齢67~68歳の女性を25人ずつのグループに分け、一方にアップルジュース、もう一方にカルシウム強化牛乳(1日約1200mgのカルシウムが摂れる)を飲んでもらっています。その結果、カルシウム強化牛乳を摂取したグループのほうが2週間、4週間と日数が経つにつれて骨吸収マーカーCTxのレベルが低下しています。

私たちも2002年から、兵庫県明石市にある社会福祉法人の高齢者向け施設(ケアハウス)と共同研究を行ってきました。対

象者は平均年齢80歳で、男性27名、女性68名です。骨代謝に関する研究は女性の閉経前後、あるいは閉経後10年前後での調査が多く、80歳すぎのデータは世界にもあまりありません。私たちの研究は、後期高齢者(75歳以上)でも牛乳・乳製品の摂取や運動が骨粗鬆症対策になるかどうかを知る手がかりになると考えています。

以前のこの施設でのカルシウム摂取量は1日550mg前後でした。高齢者の食事摂取基準では1日650~750mgが目安ですから、カルシウム強化牛乳を取り入れることになりました。

普通牛乳と強化牛乳の組成の違いは図3の通りで、毎日平均200mLの牛乳を飲むので、1日で140~150mgのカルシウムの摂取増になります。この増加量は外国の報告よりずいぶん少ないのですが、2つの骨吸収マーカーNTxとDPDのうち、NTxのレベ

図1 骨代謝マーカー

骨形成マーカー	
オステオカルシン:OC(血清)	
骨型アルカリホスファターゼ:BAP(血清)	
I型プロコラーゲンN末端プロペプチド:PINP(血清)	
I型プロコラーゲンC末端プロペプチド:PICP(血清)	
骨吸収マーカー	
ハイドロキシプロリン:Hypr(尿)	
ピリジノリン:PYD(尿)	
デオキシピリジノリン:DPD(尿)	
I型コラーゲン架橋N末端テロペプチド:NTx(尿)	
I型コラーゲン架橋C末端テロペプチド:CTx(尿)	
I型コラーゲンC末端テロペプチド:CTx(血清)	
酒石酸抵抗性酸性ホスファターゼ:TRAP(血清)	
括弧内は検体の測定条件 (西島令子,他:日本臨牀,62(増刊2,通巻840号),333-338,2004)	

図2 年齢による腰椎骨密度とNTxの推移

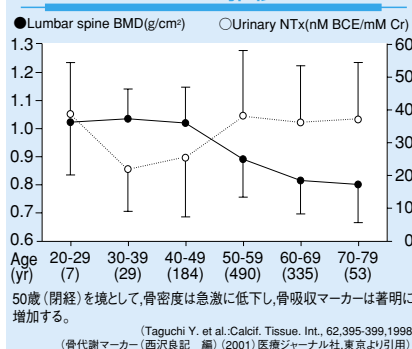


図3 普通牛乳とカルシウム強化牛乳の組成(100mL中)

	普通牛乳	カルシウム強化牛乳
エネルギー	67kcal	42kcal
水分	87.4g	89.7g
たんぱく質	3.3g	3.2g
脂質	3.8g	1.0g
炭水化物	4.8g	5.2g
灰分	0.7g	0.9g
ナトリウム	41mg	45mg
カルシウム	110mg	183mg
マグネシウム	10mg	31mg
リン	93mg	93mg
鉄	0mg	1.7mg

(山田哲雄,他:平成16年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書,31-41,2005)

図4 カルシウム強化牛乳摂取前後における骨代謝マーカーレベルの比較

	前	後	有意差(前後)		前	後	有意差(前後)
骨形成マーカー				骨吸収マーカー			
serum bone-specific alkaline phosphatase(BAP):(U/l)				urinary crosslinked N-telopeptides of type I collagen(NTx):(nM BCE/mM Cr)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	31.1±1.6	32.8±1.8		女性 強化牛乳摂取群(n=36)	87.7±6.7	72.8±6.2	p<0.05
女性 対照群(n=13)	27.7±1.9	32.4±2.6	p<0.05	女性 対照群(n=13)	73.8±9.6	66.2±8.8	
serum osteocalcin(OC):(ng/ml)				urinary deoxypyridinoline(DPD):(nM/mM Cr)			
女性 強化牛乳摂取群(n=36)	5.1±0.3	5.4±0.4		女性 強化牛乳摂取群(n=36)	7.8±0.4	7.5±0.3	
女性 対照群(n=13)	4.0±0.6	4.4±0.5		女性 対照群(n=13)	7.6±0.7	8.1±0.8	

平均値±標準誤差

(山田哲雄,他:平成16年度牛乳栄養学術研究会委託研究報告書,31-41,2005より抜粋)

ルがカルシウム強化牛乳を飲んだグループで統計的に有意に下がっています(図4)。カルシウム量をさほど増やさなくても、効果があったわけですが、この理由は年齢か人種によるのかまだよくわかりません。

なお、この調査では、無作為にグループ分けをして、片方は牛乳を飲まないという方法ではなく、カルシウム強化牛乳を希望した36人と普通牛乳の継続を希望した13人とを比較しています。調査の厳密性は落ちますが、入居者の生活の質の向上を大前提にし、牛乳を飲まないことのデメリットを避けるためです。

運動習慣によっても骨代謝が改善される

牛乳・乳製品の摂取と同様、運動習慣で骨吸収マーカーレベルが低くなるという報告がたくさんあります。

岡山大学医学部の雑誌に掲載されたデータでは、34~59歳の女性で、20~40歳の間に運動を週1日以上、1回30分以上、1年以上続けていた人とそうでない人を比較したところ、運動していた人たちは骨吸収マーカーの値が低くなっていました。

別の文献では、身体活動度と骨吸収マーカーの関係を見ており、身体活動度の高い人ほど骨吸収マーカーが低いことが明らかになっています(Obrant K. J., et al.: Biochemical markers of bone turnover are influenced by recently sustained fracture. Bone, 36, 786-792, 2005)。身体活動度を高

めるためには、筋力の保持も欠かせません。

さらに高齢になってもこのようなことが起こることを私たちも確認しました。

先の明石市の施設の入居者を握力の強さで、上位25%、下位25%、中間50%の3つに群分けし、骨代謝マーカーを比較してみました(図5)。骨形成マーカー(BAP、OC)と骨吸収マーカー(NTxとDPD)のうち、骨吸収マーカーのNTxが握力の強いグループで低く、握力の弱いグループでは高くなりました。

対象者の体組成の除脂肪体重と歩行数を見ると、筋肉を保ち、よく歩く運動習慣を維持することが骨の代謝に関わっていることが推察できます(図6)。

また、14カ月間の観察期間において、約6000歩の歩行習慣が続いている人は骨吸収マーカーが低くなりました(図7)。この結果から、高齢でも運動習慣を維持するだけで骨の維持に効果が出るのではと推察しています。

近年、カルシウムの吸収を助けるビタミンDを補給すると、握力や足の筋力が落ちないという報告が注目を集めています。また、ビタミンDは筋力増強のみならず、刺激に対する反応時間や重心動揺に対するバランスといった運動神経の働きもよくなるといわれています。いずれにしても、ビタミンDによる筋力増強や神経の働きの改善への影響は無視できないと考えられつつあります。

個人の健康度や体力に合った運動を続けることが大切

高齢者が骨代謝に有効な運動をするにあたっては、健康度と体力の現状を知ることから始める必要があります。とくに若いときに運動をしていた人は過信していることが多いので、現状把握は大切です。

そして、筋力、全身持久力、調整力および柔軟性の向上を目指します。パワー運動は、無理に取り入れる必要はありません。

歩行をはじめとする持続的運動は、バレーボールやバスケットボールなど一時的に高い荷重負荷のかかる運動に比べて骨形成効果や骨吸収の抑制効果は小さいとする見解もあります。しかし一方で、高い荷重負荷のかかる運動はとくに高齢者においては骨や関節の変形やケガの危険を増大させます。歩行や軽い筋力運動は骨密度への効果が相対的に小さいとしても、筋力、バランスや安定性を維持・発達させることになり、このことは最終的に転倒の防止につながるのです。

図8のような手順で健康度と体力に応じて、運動の内容を決定します。とくに高齢になると筋肉量が落ちやすい脚の筋力を保てるプログラムになっているといいでしょう。筋力トレーニングはバーベルや筋肉トレーニングマシンを使わなくても、チューブを使ったり、自らの体重を利用したり、パートナーと組んだりときまぎらな方法があります。

全身持久力は、歩行のほか、体重がひざにかからない自転車、水泳などで向上を

図5 握力上位・中間・下位群の骨代謝マーカーレベルの比較

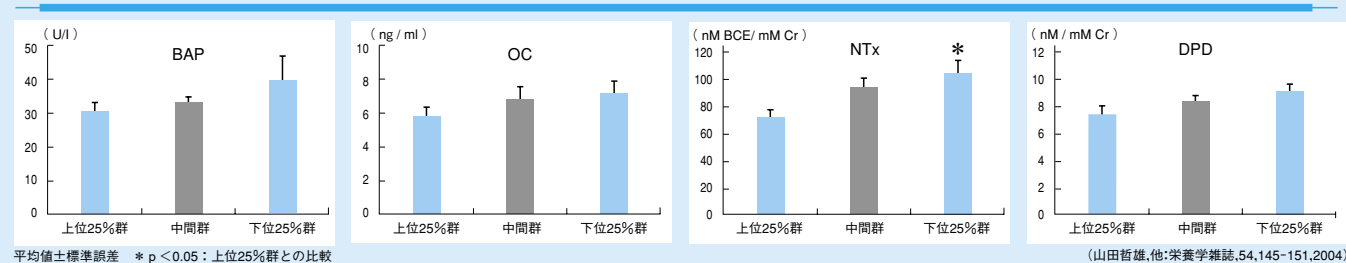


図6 握力上位25%群,中間群,下位25%群における体組成,エネルギー摂取状況,歩行数の比較(女性)

	上位25%群 (n=17) 23.1±0.6kg	中間群 (n=34) 16.7±0.3kg	下位25%群 (n=17) 10.6±0.7kg
体重 (kg)	50.2±1.4	45.4±1.4	45.5±1.7
Body Mass Index (kg/m ²)	22.5±0.7	21.8±0.7	22.4±0.7
体脂肪率 (%)	27.7±1.2	26.3±1.4	26.3±1.7
体脂肪量 (kg)	14.1±0.9	12.5±1.0	12.3±1.1
除脂肪体重 (kg)	36.1±0.7	32.9±0.6*	33.2±0.8
エネルギー所要量 (kcal)	1,337±37	1,193±24*	1,152±36*
エネルギー摂取量 (kcal)	1,319±42	1,206±29	1,189±56
摂取エネルギー充足率(%)	99.8±4.0	102.2±3.0	104.0±4.6
歩行数 (歩/日)	6,479±619	3,599±489*	2,835±554*

図7 観察期間後半の歩行数別に見た、14ヶ月の観察期間前後における骨代謝マーカーレベルの比較(女性56名)

マーカー	観察期間後半の歩行数上位群 (n=28)			観察期間後半の歩行数下位群 (n=28)		
	前	後	有意差	前	後	有意差
歩行数(歩/日)	6,249±604	6,218±501	n.s.	2,625±277	2,289±171	n.s.
骨形成マーカー						
BAP (U/l)	34.7±3.8	29.5±1.6	n.s.	34.4±3.8	30.4±1.8	n.s.
OC (ng/ml)	6.6±0.6	4.2±0.3	p<0.001	7.0±0.5	5.3±0.3	p<0.001
骨吸収マーカー						
NTx (nM BCE/mM Cr)	95.5±8.2	81.7±6.8	p=0.032	82.8±7.4	85.4±8.3	n.s.
DPD (nM/mM Cr)	7.8±0.5	7.5±0.5	n.s.	8.3±0.5	8.2±0.4	n.s.

目指します。

調整力を高めるには、高齢者では全身でじゃんけんをするボディじゃんけんのように、比較的簡単な動作で、前後左右に動くのがいいといわれています(図9)。

柔軟性を高めるには、反動をつけず、息を吐きながら10～15秒かけて筋肉をじわじわ伸ばすストレッチ運動がおすすめです。とくに高齢者では血圧の高い人もいますので、力むのは厳禁です。

図10は運動処方の一例で、50～60代に比べて、75歳以上のプログラムのほうがゆるやかになっています。

運動の自由度は肥満度、健康度、骨密度の高低で決める必要があり、体重移動が少ないものから大きいものに徐々に変わっていくことが重要です(図11)。

世界骨粗鬆症財団The International Osteoporosis Foundation (IOF)のホームページ (<http://www.osteofound.org/>

health_professionals/exercise/pfeiffer_article.html)には、骨粗鬆症の予防改善のための負荷運動が紹介されています。

明石市の施設では、高齢者で問題になる嚥下障害や咀嚼困難に対応し、しっかりと栄養補給ができるようにするために、「パ・タ・カ・ラ」の発音を練習する嚥下体操や口腔ケアにも力を入れています。

筋力トレーニングを始める前には、健康度と体力の現状を知るために、いくつかの測定を行います。①簡易筋力測定器による筋力測定(座った状態で太ももとすねを持ち上げる力、寝た状態でつま先を引っ張り上げる力)、②5m歩行の時間、③椅子から立って座る動作を10秒間で何回繰り返せるか、④目を開いた状態で何秒片足立ちできるかを調べます。

こうして個人の能力を見たとうえで、可能な人は集団で運動しており、約半年の運動の継続で筋力や歩行速度が上がる結果が出



ています。

これまで挙げたように、牛乳・乳製品の摂取や運動が、高齢者の骨代謝に対して好影響を及ぼすという研究結果が、数多く報告されています。

牛乳・乳製品からのカルシウム、タンパク質のほか、ビタミンDなど栄養素の適正な摂取とともに、健康度と体力の違いを考慮して個人に応じた運動処方に基いて適切な運動習慣を保つことによって、より数多くの高齢者の骨折や寝たきりを防ぐことが期待されます。

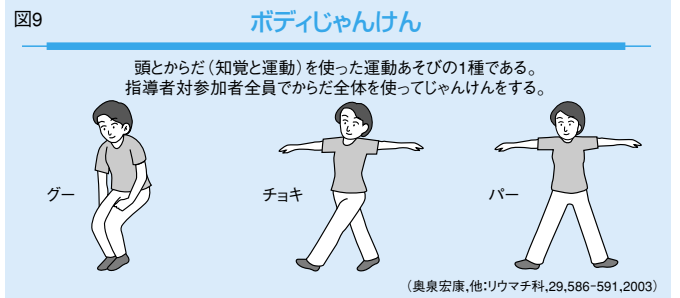
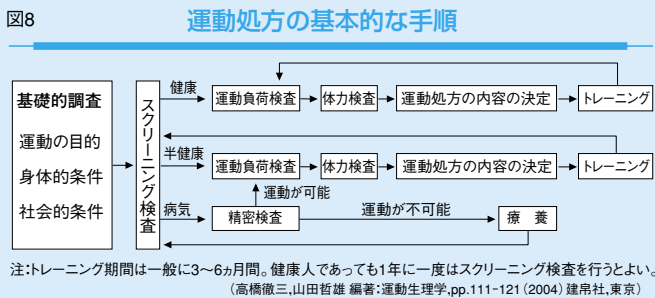
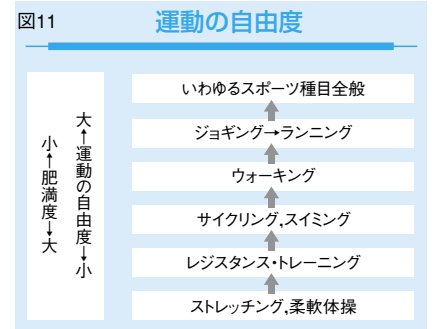


図10 運動処方例

年齢	運動項目	時間	強度	備考
50～60歳代	ストレッチング	10分間		他の運動前後に行う
	筋力増強運動	15分間		抵抗としてダンベルやチューブを用いる
	エアロビクス運動	約20分間		エルゴメーター、ウォーキング、ダンス、など
	レクリエーション運動	約30分間		テニス、バドミントン、など
	頻度:	週3回		110～120回/分あるいは自覚的に「ややきつい」程度
75歳以上	ストレッチング	10分間		他の運動前後に行う
	ウォーキング	20分間		普通の歩行より少し速めに
	バランス運動	10分間		片脚直立、つぎ足歩行
	運動遊び	10分間		音楽に合わせたリズム運動、など
	頻度:	週2～3回		100～110回/分あるいは自覚的に「楽」程度

(黒柳律雄,他:日本臨牀,62(増刊号2,通巻840号),505-509,2004)



質疑応答

Q カルシウムの摂取が、骨をつくるよりも壊すのを防ぐ働きの方が大きいというお話でした。素人で考えますと、カルシウムは骨をつくる方に働くのではないかと思うのですが。

A もちろん骨をつくる方も両方の働きがあります。ただ、カルシウムの摂取量が少ないと、一般的には血液中のカルシウムの濃度を維持するために骨吸収をしようとする。そのため、カルシウムの摂取が骨吸収をおさえるという報告がわりと多いのだと思います。

Q 最近、薬の投与の時間によって効き具合が違うというレポートがあります。牛乳の場合、朝、昼、寝る前に飲むのとでカルシウム摂取の効果は違ってくるのでしょうか。

A 可能性としてはあるのかもしれないですね。たんぱく質については、夜寝る前に摂取するとその後に睡眠があって成長ホルモンも出るの、夜がいいと昔から言われています。骨についても同じことではないかと、スポーツ医療関係で考えておられる先生もいらしますが、まだ定説というところまではいっていません。

Q 高齢者の場合、これまでに骨折経験がある方や、もともと膝や腰が痛いという方は、どの程度の運動が可能なのでしょうか。

A 静的運動になると思います。しかし、たとえば壁をずっと押しつづけるといった運動は血圧の高い人には非常によくないし、当然息を止めてはいけません。静的運動といってもじっとしているわけではなく、体全体での移動を少なくして、部分的に動かします。