年　報　　３６　号

発　　行	令和７（２０２５）年 ３ 月
発 行 人	顯原　健（理 事 長）
編集責任者	瓜生　達哉（事務局長）
発 行 所	一 般 財 団 法 人　山 口 老 年 総 合 研 究 所
	〒751-0833　下関市武久町二丁目53番８号 武久病院内
	TEL：０８３－２５４－３０３３
	URL：http://www.tip.ne.jp/rounenkenkyu/
印 刷 所	泉　菊　印　刷　株　式　会　社
	〒752-0927　下 関 市 長 府 扇 町 ８ 番 48 号
	TEL：０８３－２４８－３５５３（代表）

高血圧、骨粗鬆症に及ぼす身体活動の効果

：文献レビュー

Effects of physical activity for hypertension and osteoporosis

：Review

青　木　邦　男

（山口県立大学　名誉教授）

キーワード：身体活動、高血圧、骨粗鬆症

Key-word　：Physical activity, Hypertension, Osteoporosis

年 報 36（抄 録）

2025年３月 発行

一般財団法人 山口老年総合研究所

本論文および年報36掲載の論文は、本研究所ホームページ
http://www.tip.ne.jp/rounenkenkyu/nenpou/からPDF媒体によるダウンロードが可能です。

高血圧、骨粗鬆症に及ぼす身体活動の効果

：文献レビュー

Effects of physical activity for hypertension and osteoporosis

：Review

青　木　邦　男

（山口県立大学　名誉教授）

キーワード：身体活動、高血圧、骨粗鬆症

Key-word　：Physical activity, Hypertension, Osteoporosis

Abstract

Hypertension and Osteoporosis are lifestyle-related diseases with negative effects on the quality of life in adults and on public health costs. Physical activity is considered to be one of the most important prevention and treatment for hypertension and osteoporosis. The aim of this review was to systematically evailable evidence on effects of physical activity for hypertension and osteoporosis in adults. In order to review studies, systematic review and meta-analysis were selected by searching the electronic database PubMed, Google Scholar, Medline and Cinii,

The main results of reviewing the studies are as follows :

１）Physical activities（such as aerobic exercise training, dynamic resistance training, combined training, high-intensity interval training, isometric exercise training, and so on）are an effective treatment to improve hypertension. And, particularly isometric exercise training is the most effective submodes for reduing SBP and DBP, respectively.

２）Higher doses of physical activity and programs involving multiple exercise types or resistance exercise appear to be most effective in the prevention and treatment for osteoporosis. And, high intensity exercise appear to be most effective stimulus for BMD.

３）The majority of studies reported no adverse events, reduced incidence/improvement, or no significant change after physical activity or exercise.

Based on these review's results, physical activities（such as aerobic exercise training, resistance training, combined training, high-intensity interval training, isometric exercise training, and so on）should be considered as a highly effective prevention and treatment for hypertension and osteoporosis. In addition,

whether at home or in supervised facilities, adults with hypertension/osteoporosis can safely participate in structured exercise programs.

1．はじめに

高血圧は国民病とも言われるが、高血圧をそのままにしておくと動脈硬化が進行して、脳卒中や心不全、心筋梗塞などの「脳・心血管疾患」や腎臓病などの重大な病気になるリスクが高まることは周知の事実である[1、2]。厚労省の患者調査（2020年）によると[3]、高血圧性疾患の治療を受けている総患者数（継続的な治療を受けていると推測される患者数）は1,511万1,000人（男性688万2,000人、女性823万人）であるが、実態としては高血圧推計患者数は約4,300万人であると推計されている。

一方、骨粗鬆症は骨の強度が低下して脆くなり、骨折しやすくなる病気で、とりわけわずかな外力で生じる骨折（「脆弱性骨折」）とそれに伴う合併症が健康状態・生活機能の悪化や要介護、寝たきりの原因となっている[4]。また、大腿骨近位部骨折では骨折した者のうち、およそ10％強の患者が1年以内に死亡しているとの報告もある。厚労省の患者調査（2020年）によると[3]、骨粗鬆症の国内患者数は1,280万人（女性980万人、男性300万人）が患者数である。ただ、骨粗鬆症は多くの場合は自覚症状なく進行するので、骨粗鬆症の患者数は多いことが推測される。

高血圧の予防や改善として、薬以外に減塩、肥満の予防や改善、節酒、禁煙、運動習慣や食事のパターンの見直し、その他、防寒や情動ストレスのコントロールも有効であると推奨されている[1]。一方、骨粗鬆症の治療として薬以外の一般的な治療として、食事療法、運動指導、理学療法、疼痛対策および手術が推奨されている。これらの予防や改善策の中で、運動実施は主要で重要な予防・対応策として認識されている[4]。

運動実施（指導）に焦点を絞って見てみると、高血圧の予防や改善では”毎日30分以上または週180分以上の運動”が推奨されている。一方、骨粗鬆症では”専門家が管理する複数の種類を組み合わせた運動、自己管理による歩行運動、一般中高年には歩行を中心とした運動の日常的実施”が推奨されている。また、これら推薦事項に基づいて、具体的な運動プログラムも示されている。例えば、厚生労働省の「標準的な運動プログラム」では、高血圧の人を対象にした運動プログラムとして、”定期的に有酸素運動を行う．．．、筋力トレーニング単独では明らかな降圧効果は期待できないが、有酸素運動と併用することで予防できる”と明記して、具体的な運動プログラムを例示している。また、骨粗鬆症については、「骨粗鬆症予防のための運動－骨に刺激が加わる運動」を銘打って、ウォーキング、ダンベルウォーキングやウエイトマシンなどを利用して筋力トレーニングなど、骨に刺激が加わる運動を例示して推奨している[1)、4)、5]。

しかしながら、運動プログラムとして、実践レベルで見た場合、運動種目、運動強度、実施頻度、実施期間などの具体的な運動処方の例示（提案）や有害事象への対応等が求められるが、必ずしも明記されていない。

そこで、高血圧および骨粗鬆症に対する運動・トレーニング等の身体活動の予防・改善効果や有害事象等について、その運動処方を含め、最近の調査研究論文の中からシステマティック・レビューやメタ・アナリシスによる論文を中心にレビューして要約し報告する。

２．方 法

調査研究論文において、エビデンスが高いと評価されるシステマティック・レビューとメタ・アナリシス（以下、メタ分析）による論文を選出することとして、高血圧および骨粗鬆症と運動・トレーニング等の身体活動に関する先行調査研究論文を検索した。検索キーワードは、高血圧については“Blood Pressure（血圧）”、“Hypertension（高血圧）”、“Physical Activity（身体活動）”、“Exercise Training（運動トレーニング）”、“Aerobic Exercise（有酸素運動）”、“Resistance Training（レジスタンス・トレーニング）”、“Strength Training（筋力トレーニング）”と“Systematic Review（システマテック・レビュー）”、“Meta-Analysis（メタ分析）”をキーワードとし、一方、骨粗鬆症については“Osteoporosis（骨粗鬆症）”、“Bone Mineral Density（骨密度）”、“Physical Activity（身体活動）”、“Exercise Training（運動トレーニング）”、“Aerobic Exercise（有酸素運動）”、“Resistance Training（レジスタンス・トレーニング）”、“Strength Training（筋力トレーニング）”と“Systematic Review（システマテック・レビュー）”、“Meta-Analysis（メタ分析）”をキーワードとして、文献検索システムであるPubMed、Google Scolar、Medline、Cinii、ほかで検索した。検索した論文から主に過去10年間の間に発表された論文を中心にレビューして要約した。

３．高血圧に及ぼす運動・身体活動の効果

運動は薬である（Exercise is Medicine：EIM）と言われように、適切で習慣的な運動・スポーツ・トレーニング等の身体活動の実施が心肺機能や筋力などの体力・運動機能の保持・増進、各種生活習慣病の予防・改善、筋肉量・筋力の低下や萎縮による生活機能不全の改善やサルコペニア・フレイルの予防・改善など、運動機能や健康・体力の維持・増進に極めて重要であることは周知の事実である[6),7)]。高血圧（症）に対しても、適切で習慣的な身体活動の実施が高血圧予防や改善に有効であることが報告されている。運動・身体活動実施の高血圧に対する効果はどの程度であろうか。高血圧の予防・改善に及ぼす運動・身体活動実施の効果については、多くの調査研究論文のシステマティック・レビューとメタ分析でその有益性が報告されている。先行調査研究をレビューし、要約した論文の一端を表1a、1b、2a、2bに示す[8)-19)]。

表 1a. 高血圧に及ぼす運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 1）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Gonzalo Saco-Ledo, et al. （2020）[8]	2020 年 4 月までの論文検索から 15 件の RCT 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	高血圧の参加者 910 人（45 歳から 70 歳の高血圧患者）	本研究は、高血圧患者の外来血圧（ABP）に対する運動トレーニングの効果を評価することを目的としている。 介入は 8 ～ 24 週間（3 ～ 5 セッション/週）。運動は 24 時間で血圧を大幅に減少させた（収縮期血圧：-5.4 mm Hg;［95%信頼区間（CI）：-9.2 ～-1.6］、拡張期血圧：-3.0 mm Hg［-5.4 ～ -0.6］）、また日中で（収縮期血圧：-4.5 mm Hg［-6.6 ～ -2.3］、拡張期血圧：-3.2 mm Hg［-4.8 ～ -1.5］）、夜間 ABP（収縮期血圧：-4.7 mm Hg［-8.4 ～ -1.0］、拡張期血圧：-3.1 mm Hg［-5.3 ～ -0.9］）を減少させた。別の解析では、すべての ABP 指標での運動効果は、薬を服用している患者（すべて P<0.05）で有意であったが、未治療の患者では有意ではなかった。また、有酸素運動のみが有意な効果をもたらした（P<0.05）。 結論：有酸素運動は、高血圧の薬用患者の ABP を減らすための効果的な補助療法である。
Gonzalo Saco-Ledo, et al. （2022）[9]	2021 年 11 月までの論文検索から 10 件の RCT 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	380 人（52 歳～ 67 歳）	本研究は、抵抗性高血圧症（RH）患者における運動が血圧（BP）に及ぼす影響に関する現在のエビデンスをまとめることを目的にしている。 運動トレーニング介入（8-12 週間、3 セッション/週）は、24 時間（収縮期血圧では-9.9 mmHg［95%CI：-15.4 ～-4.4］、拡張期血圧は-5 mmHg［-7.0 ～-3.0］）および日中の外来血圧（-11.7 mmHg［-17.8 ～-5.7］および-7.4 mmHg）を有意に減少させた。 要約すると、身体運動は RH 患者の血圧を下げるための効果的な選択肢として考えられるが、これらの所見を確認し、最も効果的な運動特性を決定するには、さらなる研究が必要である。
Min Lin, et al. （2023）[10]	2023 年 3 月までの論文検索から 17 論文（11 論文と 6RCT 論文）のシステマティック・レビューとメタ分析	694 人の成人を対象とし、11 件の研究では 514 人の成人が運動トレーニングを受け、180 人の成人は運動トレーニングを受けていない対照群であった。運動群の成人の平均年齢は 22.8 ± 2.7 歳から 69.0 ± 10.4 歳で、2 件の研究 には若年成人が含まれていた。	本研究は、成人の血圧変動（BPV）に対する運動介入の影響を研究することを目的としている。 運動トレーニング後、収縮期血圧変動（SBPV）（効果量=-0.76［95%CI：-1.21 ～-0.30］、I^2=60%）、特に平均実質変動 SBP（-0.85［-1.44 ～-0.27］、I^2=59%）は有意に改善した。SBPV（-0.68［-1.18 ～-0.18］、I^2=64%）は高血圧患者で有意に改善した。有酸素運動は SBPV（-0.66［-1.32 ～-0.00］、I^2=45%）を改善し、複合トレーニングは SBPV（-0.74［-1.35 ～-0.14］、I^2=65%）と拡張期血圧変動（DBPV）（-0.36［-0.65 ～-0.02］、I^2=33%）の両方を改善した。日中の SBPV（-0.90［-1.39 ～-0.40］、I^2=57%）と昼間の DBPV（-0.31［-0.53 ～-0.08］、I^2=33.0%）の値は、夜間の値と比較して有意な改善を示した。 結論：運動トレーニングが成人の BPV、特に SBPV を改善できるという定量的な証拠を提供する。このメタ分析は、高血圧患者には有酸素運動と複合トレーニングを推奨すべきであることを示唆している。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）

表 1b.　高血圧に及ぼす運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 2）

著者（報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Jamie J Edwards, et al.（2023）[11]	1990 年～ 2023 年 2 月までの論文検索から 270 件の RCT 論文の最終解析とサンプルサイズを 15,827 例の参加者にまとめて、ペアワイズおよびネットワークメタ分析	15,827 人	本研究は、運動トレーニングモードが安静時血圧に及ぼす影響について、大規模なペアワイズおよびネットワークメタ分析を実施し、最適な降圧運動処方の実践を確立すること。 有酸素運動トレーニング（収縮期血圧/拡張期血圧の値：-4.49/-2.53 mm Hg, p<0.001）、動的抵抗トレーニング（-4.55 ～/-3.04 mm Hg, p<0.001）、コンバインドトレーニング（-6.04/-2.54 mm Hg, p<0.001）、高強度インターバルトレーニング（-4.08/-2.50 mm Hg, p<0.001）、アイソメトリックエクササイズトレーニング（-8.24/-4.00 mm Hg, p<0.001）で有意な減少を示した。また、ネットワークメタ分析で示すように、SBP の累積ランキング曲線下表面（SUCRA）値に基づく効果の順位は、等尺性運動トレーニング（98.3%）、複合トレーニング（75.7%）、動的抵抗トレーニング（46.1%）、有酸素運動トレーニング（40.5%）、高強度インターバルトレーニング（39.4%）であった。二次ネットワークメタ分析では、SBP（90.4%）と DBP（91.3%）をそれぞれ削減するための最も効果的なモードとして、アイソメトリックウォールスクワットとランニングが明らかになった。 結論：さまざまな運動トレーニングモードにより、安静時血圧が改善される、特に等尺性運動の改善が高い。この分析の結果は、動脈性高血圧症の予防と治療のための将来の運動ガイドラインの推奨事項に役立つはずである。
Isabel Lopez-Ruiz, et al.（2023）[12]	2023 年 6 月までの論文検索から 8 件の RCT 論文の系統的レビューとメタ分析	サンプルの平均年齢は 60.7 歳± 10.4 歳で、介入の平均期間は 12 週間± 8.3 週間（範囲 4 ～ 32）	本研究は、高血圧の成人の血圧に対する多成分トレーニングの影響を評価し、用量反応関係の性質を確認すること。 多成分トレーニングにより、対照群と比較して収縮期血圧（平均差（MD：-10.40, p ＜ 0.001）および拡張期血圧（MD：-5.97, p ＜ 0.001）の有意な低下が認められた。14 週間以上継続し、最低頻度で週に 3 回のセッションを行い、各セッションが 60 分続く介入が最も効果的であると判断された。 結論：心拍予備力の 75%で 30 分間の有酸素運動で最適なトレーニング強度が達成されたのに対し、1 回の繰り返しの最大 75%で 10 回の繰り返しのセットは、筋力トレーニングで最高の結果をもたらした。
Md Shariful Islam, et al.（2023）[13]	2023 年 2 月までの論文検索から 17 件の論文（12 はランダム化比較試験）の系統的レビューとメタ分析	18 歳～ 80 歳までの高血圧患者	本研究は、高血圧を患っている成人の血圧低下に対する余暇身体活動（LTPA）の効果を調べること。 中強度の LTPA（全種類）は、非介入対照群と比較して SBP を低下させた（MD：-5.35 mm Hg［95%CI ：-8.06 ～-2.65］、9 試験、n = 531、エビデンスの確実性は低い）。平均 DBP は、非介入対照群と比較して、すべてのタイプの LTPA（中等度強度）群で-4.76 mm Hg 減少した（［95%CI -8.35 ～-1.17］、9 試験、n = 531、エビデンスの確実性は低い）。余暇歩行は平均 SBP を-8.36mmHg 減少させ［95%CI：-13.39 ～-3.32］、3 回の試験、n=128、エビデンス低い）、平均 DBP が-5.03mmHg 減少した［95%CI：-8.23 ～-1.84］、3 回の試験、n=128、エビデンス低い）。 結論：時間に身体活動を行うことで、高血圧の成人の SBP および DBP が低下する可能性がある（ただし、エビデンスの確実性は低い）。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）、SUCRA：Surface Under the Cumulative Ranking Curve（累積ランキング曲線下表面）

Gonzalo Saco-Ledoほか[8]は、ランダム化比較試験の証拠に基づいて、高血圧患者の外来血圧（ABP）に対する運動トレーニングの効果を評価することを目的として、2020年４月までの論文検索から15件のRCT（ランダム化比較試験）論文のシステマティック・レビュ-とメタ分析をしている。運動トレ-ニング介入は８～24週間（３～５セッション／週）の継続であった。運動介入は24時間で（収縮期血圧：-5.4mm Hg[95%CI（信頼区間）：-9.2～-1.6]、拡張期血圧：-3.0mm Hg［-5.4～-0.6]）の大幅な減少であった。日中ABPでは（収縮期血圧：-4.5mm Hg［-6.6～-2.3]、拡張期血圧：-3.2mm Hg［-4.8～-1.5]）、夜間 ABPでは（収縮期血圧：-4.7mm Hg[-8.4～-1.0]、拡張期血圧：-3.1mm Hg[-5.3～-0.9]）の減少を示した。別の解析では、すべてのABP指標での運動利益は、薬を服用している患者（すべてP<0.05）で有意であったが、未治療の患者では有意ではなく（ただし、薬を服用している患者と薬を服用していない患者の差は有意ではなかった）、有酸素運動のみが有意な利益をもたらした（P<0.05）。結論として、有酸素運動は、高血圧の薬用患者のABPを減らすための効果的な補助療法であると指摘している。

Min Linほか[10]は、成人の血圧変動（BPV）に対する運動介入の影響を研究するために、2023年１月までの論文検索から17件（11論文と６RCT論文）論文のシステマティック・レビュ-とメタ分析をしている。運動トレーニング後、収縮期血圧変動（SBPV）（効果量：-0.76[95%CI：-1.21～-0.30]、I^2=60%）、特に平均実質変動収縮期血圧SBP（-0.85[-1.44～-0.27」、I^2=59%）は有意に改善した。SBPV（-0.68[-1.18～-0.18]、I^2=64%）は高血圧患者で有意に改善しました。有酸素運動はSBPV（-0.66[-1.32～-0.00]、I^2=45%）を改善し、複合トレーニングはSBPV（-0.74[-1.35～-0.14]、I^2=65%）と拡張期血圧変動（DBPV）（-0.36[-0.65～-0.02]、I^2=33%）の両方を改善した。日中のSBPV（-0.90[-1.39～-0.40]、I^2=57%）と昼間のDBPV（-0.31[-0.53～-0.08]、I^2=33.0%）の値は、夜間の値と比較して有意な改善を示した。結論として、運動トレーニングが成人のBPV、特にSBPVを改善できるという定量的な証拠を提供している。このメタ分析は、高血圧患者には有酸素運動と複合トレーニングを推奨すべきであることを示唆していると要約している。

Jamie J Edwardsほか[11]は、すべての運動トレーニングモードが安静時血圧に及ぼす影響について、大規模なペアワイズおよびネットワークメタ分析を実施し、最適な降圧運動処方の実践を確立することを目的として、1990年から2023年２月の間に発表されたランダム化比較試験で２週間以上の運動介入後の収縮期血圧（SBP）および／または拡張期血圧（DBP）の低下を報告した、すべての関連研究論文から270件のRCT論文を最終的に解析している。含まれるサンプルサイズは15,827人の参加者であった。ペアワイズ解析では、有酸素運動トレーニング（収縮期血圧／拡張期血圧：-4.49／-2.53 mm Hg、p<0.001）、動的抵抗トレーニング（-4.55／-3.04 mm Hg、p<0.001）、コンバインドトレーニング（-6.04/-2.54 mm Hg、p<0.001）、高強度インターバルトレーニング（-4.08/-2.50 mm Hg、p<0.001）、アイソメトリック運動トレーニング（-8.24／-4.00 mmHg、p<0.001）の低減効果を示した。SBPの累積ランキング曲線下表面（SUCRA）値に基づく効果の順位は、等尺性運動トレーニング（SUCRA：98.3%）、複合トレーニング（75.7%）、動的抵抗トレーニング（46.1%）、有酸素運動トレーニング（40.5%）、高強度インターバルトレーニング（39.4%）であった。二次ネットワークメタ

分析では、SBP（90.4%）とDBP（91.3%）をそれぞれ削減するための最も効果的なサブモードとして、アイソメトリックウォールスクワットとランニングが明らかになりました。結論として、さまざまな運動トレーニングモードにより、安静時血圧が改善され、特に等尺性運動が高い効果を示した。この分析の結果は、動脈性高血圧症の予防と治療のための将来の運動ガイドラインの推奨事項に役立つと要約している。

以上の研究論文も含め、多くのRCT論文のシステマディックレビュ-とメタ分析の結果[8)-11)、20)、21)]を総括すれば、すべての運動トレ-ニングが効果の強弱はあるものの、血圧の低減に効果を示しており有益であると言えよう。

表 2a. 高血圧に及ぼす各種の運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 1）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Liujiao Cao, et al. （2019）[14]	2018 年 7 月までの論文検索から 14 件の論文のシステマティック・レビューとメタ分析	860 人の高血圧患者（平均年齢は 39.7 歳から 83.4 歳）	本研究は、高血圧患者に対するさまざまな期間の有酸素運動の有効性を評価することを目的としている。 対照群と比較して、有酸素運動が収縮期血圧（SBP）の低下に有意な効果が認められた（平均差（MD）：-12.26mmHg、［95%信頼区間（CI）：-15.17 〜-9.34］、P <0.05）、拡張期血圧（DBP;MD：-6.12 mm Hg［95% CI ：-7.76 〜 -4.48］、P ＜ 0.05）。さらに、外来 DBP（MD：-4.90 mm Hg［95%CI ：-8.55 〜-1.25］、P ＜ 0.05）および外来 SBP（MD：-8.77mm Hg［95%CI：-13.97 〜-3.57］、P ＜ 0.05）で有意な減少が観察された。 結論：有酸素運動は高血圧患者の血圧改善に効果的な治療法である可能性がある。ただし、さまざまな治療期間の有効性は適切に処方する必要があり、さらなる厳密な研究が必要である。
Bahareh Jabbarzadeh Ganjeh, et al. （2024）[15]	2022 年 4 月までの論文検索から 34 件の RCT 論文のシステマティック・レビューと用量反応メタ分析	1,787 人	本研究は成人の高血圧患者を対象に、有酸素運動が収縮期血圧（SBP）と拡張期血圧（DBP）および用量依存的な影響を評価することを目的としている。 解析の結果、週 30 分の有酸素運動ごとに SBP が 1.78 mmHg［95%CI：-2.22 〜-1.33］、n = 34）、DBP が 1.23 mmHg［95%CI：-1.53 〜-0.93］、 n = 34）、安静時心拍数（MD：-1.08 bpm［95%CI：-1.46 〜-0.71］、 n = 23）、平均動脈圧（MD：-1.37 mmHg［95%CI：-1.80 〜-0.93］、 n = 9）を減少させた。SBP と DBP では非線形の用量依存的な減少が見られ、最大の減少は 150 分/週（MD：-7.23mmHg［95%CI は SBP は-9.08 〜-5.39、DBP は-5.58mmHg［95%CI:-6.90 〜-4.27］）であった。 結論：有酸素運動は、用量依存的に血圧の大きく臨床的に重要な低下につながる可能性があり、最大の低下は週 150 分である
Joao S Henkin, et al. （2023）[16]	2021 年 5 月までの論文検索から 24 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	835 人（介入群 430 人、対照群 405 人：60 歳以上）	本研究は、高齢者の血圧に対する動的レジスタンストレーニング（RT）単独の慢性的な影響を調査した。 SBP（-6.88 ［-10.02 〜-3.73］ mmHg）と DBP（-3.37 ［-4.71 〜-2.22］ mmHg）の両方で、RT による有利な血圧低下が観察された。サブグループ分析では、高血圧症および高血圧前症で血圧の低下が明らかになった（SBP：-10.42［-15.67 〜-5.17］、DBP：-3.99 ［-5.76 〜-2.22］ mmHg）、および（SBP：-4.87 ［-7.76 〜-1.98］、DBP: -2.77 ［-4.88 〜-0.66］ mmHg）。血圧の改善は、従来の RT（フリーウェイト/マシン）を使用した研究で見られた（SBP：-7.04［-11.04 〜-3.05］、DBP: -2.60 ［-3.72 〜-1.47］ mmHg）、また、ゴムバンド介入（SBP：-2.79 ［-3.72 〜-1.86］、DBP：-1.68 ［-3.18 〜-0.18］ mmHg）で見られた。RT は中程度の強度（60-80%1RM）で実施され、SBP（-6.98、［-11.93 〜-2.03］mmHg）および DBP（-3.64 ［-5.11 〜-2.18］mmHg）が減少した。 結論:：RT は高血圧前および高血圧段階の高齢者の血圧を低下させることができ、従来の RT は中程度の負荷で実行され、SBP で約 -7 mmHg、DBP で -4 mmHg の効果推定につながる。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）、RM：Repetition Maximum（最大反復回数）

表 2b. 高血圧に及ぼす各種の運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 2）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
B Baffour-Awuah, et al. （2023）[17]	2022 年 7 月までの論文検索から 12 件の論文のシステマティック・レビューとメタ分析	18 歳以上の成人 415 人	本研究は、高血圧患者を対象とした等尺性レジスタンス・トレーニング（IRT）が降圧効果を生み出したかどうかを確認することである。 IRT は収縮期血圧（SBP）、平均差（MD）：-7.47mmHg［95%CI：-10.10 ～-4.84］、P<0.01、拡張期血圧（DBP）MD：- 3.17 mmHg［95%CI：- 5.29 ～- 1.04］、P < 0.01、平均動脈血圧（MAP）MD：- 7.19 mmHg ［95%CI：- 9.06 ～- 5.32］、P < 0.0001）を減少させた。オフィスの脈圧と安静時心拍数は有意に減少せず、24 時間または日中の外来血圧（SBP、DBP）も減少しませんでした。しかし、夜間の血圧は、SBP MD：- 4.28 mmHg ［95%CI：- 7.88 ～- 0.67］、P = 0.02、DBP MD：- 2.22 mmHg ［95%CI：- 3.55 ～- 0.88］、P < 0.01 で有意に低下した。 結論：IRT は、SBP、DBP、MAP オフィス、夜間外来 SBP および DBP を低下させる。
Siew Mooi Ching, et al. （2021）[18]	2014 年から 2019 年までの論文検索から 7 件の RCT 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	370 人（平均年齢は 52.0 歳から 65.6 歳）	本研究は、血圧低下に関する気功のエビデンスを更新することを目指した。 分析結果は、対照群と比較して、収縮期血圧の気功の使用による有意な減少を示した（加重平均差（WMD）：-10.66 mmHg［95%CI：-17.69 ～-3.62、p < 0.001］および拡張期血圧［WMD：-6.76 mmHg［95%CI：-12.22 ～-1.30、p < 0.001］）。 結論：気功を使用すると、対照群と比較して血圧の大幅な低下が見られ、気功がやや複雑な高血圧の管理における補完療法として使用できる可能性があることを示唆している。
Qingyuan Zhang, et al. （2024）[19]	2023 年 7 月までの論文検索から 29 件の RCT 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	高血圧患者 2,268 人	本研究は、ネットワーク メタアナリシスを実行して、どの伝統的な中国のエクササイズ（TCE）が血圧低下に最も効果的な効果を持つかを客観的に評価することを目的としている。 分析の結果は、対照群と比較して、太極拳+降圧薬（WMD：10.18［95%CI：-14.94 ～-5.44］）が収縮期血圧（SBP）を下げるための最も効果的な介入であり、武琴渓+降圧薬（WMD：−10.36［95%CI：-18.98 ～-1.66］）が拡張期血圧（DBP）を下げるための最も効果的な介入であることを示している。 結論：降圧薬と組み合わせた TCE は、太極拳と武琴渓が優先度の高い選択肢となる可能性があるため、より顕著な降圧効果を達成できる可能性がある。ただし、現在の結論をさらに検証するには、適切に設計されたランダム化研究が必要である。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）、TCE：Traditional Chinese Exercise（伝統的な中国のエクササイズ）

次に、各種の運動・トレーニング種目別について、その高血圧に対する効果を見てみよう。

Liujiao Caoほか[14]は、高血圧患者に対するさまざまな期間の有酸素運動の有効性を評価することを目的として、2018年７月までの論文検索から14件の論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、対照群と比較して、有酸素運動が収縮期血圧（SBP）の低下に有意な効果が認められた（平均差[MD]：-12.26 mm Hg[95%信頼区間（CI）：-15.17～-9.34]、P<0.05)、拡張期血圧（DBP）（MD：-6.12 mm Hg[-7.76～-4.48]、P<0.05)、さらに、外来DBP（MD：-4.90 mm Hg[-8.55～-1.25]、P<0.05）および外来SBP（MD：-8.77 mm Hg[-13.97～-3.57]、P<0.05）の有意な減少が観察された。したがって、有酸素運動は高血圧患者の血圧改善に効果的な治療法である可能性があると言及している。

João S Henkinほか[16]は、血圧に対するレジスタンストレーニング（RT）の慢性的な降圧効果を明らかにすることを目的として、2021年５月までの論文検索から24件の論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、26件のRT介入群（n=430）と24件の対照群（n=405）に無作為に割り付けられた参加者を比較して、全体として、SBP（-6.88[-10.02～-3.73]mmHg）とDBP（-3.37[-4.71～-2.22]mm Hg）の両方で、RTに有利な血圧低下が観察された。サブグループ分析では、高血圧症および高血圧前症の両参加者で血圧の低下が明らかになった（SBP：-10.42[-15.67～-5.17]、DBP：-3.99[-5.76～-2.22]mm Hg）および（SBP：-4.87[-7.76～-1.98]、DBP：-2.77[-4.88～-0.66]mm Hg)。血圧の改善は、従来のRT（フリーウェイトおよびマシン）を使用した研究で見られた（SBP：-7.04[-11.04～-3.05]、DBP：-2.60[-3.72～-1.47]mm Hg）またゴムバンド介入（SBP：-2.79[-3.72～-1.86]、DBP：-1.68[-3.18～-0.18]mm Hg）で低減が見られた。RTは中程度の強度（60-80%１RM）で実施され、SBP（-6.98[-11.9～-2.03]mm Hg）およびDBP（-3.64[-5.11～-2.18] mm Hg）が減少した。結論として、RTは高血圧前および高血圧段階の高齢者の血圧を低下させることができ、従来のRTは中程度の負荷で実行され、SBPで約-７mm Hg、DBPで-４mm Hgの効果推定につながると要約している。

B Baffour-Awuahほか[17]は、高血圧患者を対象とした等尺性レジスタンス　トレーニング（IRT）が降圧効果を生み出したかどうかを確認することを目的として、2022年７月までの論文検索から12件の論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、IRTは収縮期血圧（SBP）（平均差（MD）：-7.47mm Hg[-10.10～-4.84]、P<0.01)、と拡張期血圧（DBP）（MD：-3.17mm Hg[-5.29～-1.04]、P<0.01)、平均動脈血圧（MAP）（MD：-7.19mm Hg[-9.06～-5.32]、P<0.0001）を減少させた。ただ、オフィスの脈圧と24時間または日中の外来血圧（SBP、DBP）は減少しなかった。しかし、夜間の血圧は、SBP（MD：-4.28mm Hg[-7.88～-0.67]、P=0.02、DBP（MD：-2.22mm Hg[-3.55～-0.88]、P<0.01）で有意に低下した。IRTは、SBP、DBP、MAPオフィス、夜間外来SBPおよびDBPを低下させますが、高血圧患者の24時間平均外来血圧は低下しないと結論づけている。

Siew Mooi Chingほかは、収縮期および拡張期血圧（BP）の低下に対する気功の効果についてのエビデンスを更新することを目指して、2014年から2019年までの論文検索から７件のRCT論文のシス

テマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、対照群と比較して、収縮期血圧の気功の使用による有意な減少を示した（加重平均差（WMD）：-10.66mm Hg[-17.69～-3.62]、p<0.001）および拡張期血圧（WMD：-6.76mm Hg[-12.22～-1.30]、p<0.001）。結論として、気功を使用すると、対照群と比較して血圧の大幅な低下が見られ、気功がやや複雑な高血圧の管理における補完療法として使用できる可能性があることを示唆している。

Qingyuan Zhanほか[19]は、どの伝統的な中国のエクササイズ（TCE）が血圧低下に最も効果的な効果を持つかを客観的に評価することを目的として、2023年７月までに発表された29件のRCT論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、対照群と比較して、太極拳+降圧薬が収縮期血圧（SBP)（WMD：-10.18[-14.94～-5.44]）を下げるための最も効果的な介入であり、武琴渓+降圧薬が拡張期血圧（DBP)（WMD：-10.36[-18.98～-1.66]）を下げるための最も効果的な介入であることを示した。結論として、降圧薬と組み合わせたTCEは、太極拳と武琴渓が優先度の高い選択肢となる可能性があるため、より顕著な降圧効果を達成できる可能性があると論じている。

以上のように、各種の運動やトレ-ニングが高血圧の低減効果を示している[14)-19)]ほか。ただし、各種の運動やトレ-ニングで、効果が高い（減少幅が大きい）のはアイソメトリック・トレ-ニング（等尺性トレ-ニング）であることが総括的に読みとれる[11)、17)、22)]。

４．骨粗鬆症に及ぼす運動・身体活動の効果

次に、骨粗鬆症の予防や改善に及ぼす運動・身体活動の効果について、調査研究論文をレビュ-する。それら論文の一端を表３a、３bに示す[23)-28)]。

表 3a. 骨粗鬆症に及ぼす運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 1）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Marina B Pinheiro, et al. （2020）[23]	2010 年～ 2020 年 3 月までの論文検索から 59 件（観察研究 12 件と試験 47 件）の論文のシステマティック・レビュー	平均年齢 65 歳以上の最少 9 人～最大 1,703 人の 59 件の対象者	本レビューは、65 歳以上の人々を対象に、身体活動と骨粗鬆症予防との関連を調査することである。 身体活動の介入が高齢者の骨の健康を改善し、骨粗鬆症を予防する可能性が高いことが示唆された（標準化された効果サイズ 0.15［95%CI：0.05 ～ 0.25］、20 件の試験、中等度の確実性のエビデンス、選択した各研究の主要または最も関連性の高いアウトカム）。身体活動介入は、おそらく腰椎の骨密度を改善し（標準化効果サイズ 0.17［95%CI：0.04 ～ 0.30］、11 試験、中等度の確実性エビデンス）、股関節（大腿骨頸部）の骨密度を改善する可能性がある（標準化効果サイズ 0.09［95%CI：-0.03 ～ 0.21］、14 試験、確実性は低い）。高用量の身体活動と、複数の運動タイプまたはレジスタンス運動を含むプログラムが最も効果的である。試験で有意な介入の影響が検出された典型的なプログラムは、60 +分間、週に 2 ～ 3 回、7+か月間実施されました。 結論：身体活動はおそらく骨粗鬆症の予防に役割を果たしている。身体活動が腰椎の骨密度に及ぼす影響については、股関節よりもエビデンスのレベルが高い。高用量のプログラムや、複数のエクササイズやレジスタンスエクササイズを含むプログラムは、より効果的であるようです。
Wolfgang Kemmler, et al. （2020）[24]	2019 年 3 月までの論文検索から 84 件の論文のシステマティック・レビューとメタ分析	平均年齢は 51 歳± 2 歳～ 77 歳± 3 歳 運動と統制群の参加者数は、WB DRT グループ全体で 1,344 人および 1,175 人、WB グループで 1,045 人および 815 人、DRT グループで 404 人および 329 人の女性	本研究は、閉経後の女性の腰椎と大腿骨頸部の骨密度（BMD）に対するさまざまな種類の運動の影響を調査することである。 すべてのタイプの運動（体重負荷（WB、n = 30）運動、（動的）抵抗運動（DRT、n = 18）、混合 WB&DRT 介入（n = 36）は、腰椎（LS）、大腿骨頸部（FN）、または人工股関節全置換術（TH）の骨密度（BMD）に大きく影響している。LS の標準化平均差（SMD）は DRT で平均 0.40［95%CI：0.15 ～ 0.65］、WB の SMD は 0.26［0.03 ～ 0.49］、WB&DRT の SMD は 0.42［0.23 ～ 0.61］である。FN の SMD は DRT が 0.27［0.09 ～ 0.45］、WB が 0.37［0.12 ～ 0.62］、WB&DRT が 0.35［0.19 ～ 0.51］であった。最後に、TH 変化の SMD は DRT が 0.51［0.28 ～ 0.74］、WB が 0.40［0.21 ～ 0.58］、WB&DRT が 0.34［0.14 ～ 0.53］であった。 結論：運動の種類に大きく依存して、BMD に対する運動の好ましい効果についてさらなるエビデンスを提供している。しかし、運動推奨や運動ガイドラインを作成するためには、メタ分析は大雑把すぎるツールかもしれません。
Jose Luis Alonso Perez, et al. （2021）[25]	2021 年 3 月までの論文検索から 16 論文のシステマティック・レビューと質的メタ分析	1,028 人の骨粗鬆症患者	本研究は、骨粗鬆症（OP）の閉経後女性における筋力強化運動の効果を明らかにすること。 筋力強化運動を単独または他の治療法と組み合わせて行うと、大腿骨近位部および腰椎体の BMD（9、n = 401）、筋力（10、n = 558）、バランス（4、n = 159）、機能性（7、n = 617）、および生活の質（5、 n = 291）を改善した。 結論：筋力強化に焦点を当てた運動プログラムは、閉経後の OP の女性で研究されたすべての筋力強化運動に利点がある。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）

表 3b. 骨粗鬆症に及ぼす運動・身体活動の効果に関する論文概要（その 2）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Melanie Kistler-Fischbacher, et al. (2021)[26]	63 件の介入(低強度 19 件、中強度 40 件、高強度 4 件)を検討した 53 件の論文のシステマティックとメタ分析	（記載なし）	本研究は、閉経後の女性の脊椎と股関節の骨密度（BMD）に対する低強度、中強度、高強度の運動の影響を評価することである。 63 件の介入(低強度 19 件、中強度 40 件、高強度 4 件)を検討した結果、腰椎では、高強度の運動は中強度(平均差（MD）：0.012 g/cm）および低強度（MD：0.010g/cm）より大きな BMD 効果をもたらした。低強度運動と中強度運動は、大腿骨頸部で同等に効果的でした(低:0.011g/cm、中強度:0.011g/cm）が、高強度運動の影響は認められなかった。中強度の運動は、総股関節 BMD(0.008g/cm)を増加させましたが、低強度ではなかった。股関節全体における高強度運動の効果をメタ分析するにはデータが不十分であった。 結論：高強度の運動は、腰椎の BMD に対して低強度または中強度の強度よりも効果的な刺激である。高強度の運動介入からのデータは限られていますが、閉経後の女性の骨粗鬆症に対する最適な運動処方に重要な意味を持つ。
Keyvan Hejazi, et al. (2022)[27]	2021 年 12 月までの論文検索から 543 件の RCT 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	2,896 人（平均年齢：60 歳〜 82 歳）	本研究は、高齢の閉経後女性の BMD に対する運動の効果を明らかにすることである。 分析の結果、運動トレーニングは大腿骨頸部を有意に増加させ(p< 0.05)、大腿骨頸部を増加させた(加重平均差（WMD）:0.01 g/cm^2[95%CI：0.00 〜 0.01]、p = 0.0005; I^2 = 57 %：p <0.0001)、腰椎(WMD：0.01 g/cm^2[95%CI 0.01 〜 0.02]、I^2= 81 %：p = 0.0001)、転子(WMD：0.01g/cm^2,[95% CI 0.00,〜 0.02]、p = 0.009;I^2==17 %、p=0.23)。全身 BMD と股関節全 BMD について、介入群と対照群との間に有意差はなかった。 結論：運動トレーニングが高齢の閉経後女性の骨密度を改善する可能性があることを示唆している。この改善は、大腿骨頸部、腰椎、および転子 BMD の増加によって媒介される。これらの知見を確認するためには、さらなる長期研究が必要である。
Gabriella E Florence, et al. (2023)[28]	2022 年 2 月までの論文検索から 19 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	18 歳以上の 666 人	本研究は、18 歳>男女を対象に、非ジャンプコントロールと比較して BMD と骨代謝回転を改善するためのジャンプトレーニングの有効性を評価した。 跳躍による大腿骨頸部 BMD に対する有意な小-中等度の影響(%平均差：+1.50%[95%C：I0.83%〜 2.17%]、p<0.0001)があり、若年者(+1.81%[0.98%〜2.65%)と高齢者(+1.03%[0.02%〜 2.03%])であった。股関節全筋の BMD は、若年成人のみのジャンプトレーニングで有意に増加し、腰椎では有意に増加しなかった。 結論：ジャンプトレーニングに対する BMD の反応は部位特異的であるように思われ、大腿骨頸部で最も高い感度を示します。用量反応効果はなく、週に 4 度、50 回/度のジャンプ負荷の中央値を実行した場合の大腿骨頸部 BMD の増加の中程度の確実性を示唆している。

注）RCT：Randomized Controlled Trial（ランダム化比較試験）

Wolfgang Kemmlerほか[24]は、閉経後の女性の骨密度（BMD）に対するさまざまな種類の運動の影響を判断することを目指して、2019年３月までの論文検索から84件の論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、すべてのタイプの運動（(a)体重負荷運動（WB、n=30）、(b)(動的）抵抗運動（DRT、n=18）、(c）混合WB&DRT介入（n=36））は、腰椎（LS）、大腿骨頸部（FN）、および人工股関節全置換術（TH）の骨密度（BMD）に大きく影響していた。LSのSMDはDRTで 平 均0.40[0.15～0.65]、WBのSMDは0.26[0.03～0.49]、WB&DRTのSMDは0.42[0.23～0.61]の改 善 で あ っ た。FNのSMDはDRTが0.27[0.09～0.45]、WBが0.37[0.12～0.62]、WB&DRTが0.35[0.19～0.51]の改善であった。最後に、TH変化のSMDはDRTが0.51[0.28～0.74]、WBが0.40[0.21～0.58]、WB&DRTが0.34[0.14～0.53]の改善であった。要約すると、運動の種類に大きく依存して、BMDに対する運動の好ましい効果について、さらなるエビデンスを提供できたと結論づけている。

Keyvan Hejaziほかは、高齢の閉経後女性（PMW）のBMDに対する運動の効果を明らかにすることを目的として、2021年12月までの論文検索から54件のRCT論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、運動トレーニングが有意（p<0.05）に大腿骨頸部（加重平均差（WMD）：0.01g/cm^2[0.00～0.01]、p=0.0005)、腰 椎（WMD：0.01g/cm^2[0.01～0.02],p=0.0001)、転子（WMD：0.01g/cm^2[0.00～0.02]、p=0.009;）を増加させる。全身BMDと股関節全BMDについて、介入群と対照群との間に有意差はなかった。結論として、運動トレーニングが高齢のPMWの骨密度を改善する可能性があることを示唆している。この改善は、大腿骨頸部、腰椎、および転子のBMDの増加によって媒介される。これらの知見を確認するためには、さらなる長期研究が必要であると述べている。

Gabriella E Florenceほか[28]は、18歳以上の男女を対照に、非ジャンプコントロールと比較してBMDと骨代謝回転を改善するためのジャンプトレーニングの有効性を評価することを目的にして、2022年２月までの論文検索から19件の論文のシステマディック・レビュ-とメタ分析をしている。分析の結果、跳躍による大腿骨頸部BMDに対する有意な小-中等度の影響（%平均差：+1.50%[95%CI、0.83%-2.17%]、p<0.0001)があり、若年者(+1.81%[0.98%-2.65%])と高齢者（+1.03%[0.02%-2.03%]）の両方で、年齢別のサブアナリシス後も有意なままであった。股関節全筋のBMD（+1.26%[0.56%-1.96%]対+0.06%[-0.96%-1.08%]）、転子のBMD（+0.84%[0.20%-1.48%]対-0.16%[-1.08%-0.76%]）は、若年成人のみのジャンプトレーニングで有意に増加し、腰椎のBMDでは有意に増加しなかった。ジャンプトレーニングに対するBMDの反応は部位特異的であるように思われ、大腿骨頸部で最も高い感度を示した。用量反応効果はなく、週に４度、50回/１度のジャンプ負荷（中央値）を実行した場合の大腿骨頸部BMDの増加の中程度の確実性を示唆すると結論づけている。

上述の論文を含めて多くのシステマティック・レビュ-とメタ分析論文で、各種の運動やトレ-ニングが骨粗鬆症の予防・改善効果があると結論づけている[23)-30)]ほか。また、周知のように、日本骨粗鬆症学会・日本骨代謝学会・骨粗鬆症財団は『骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2015年版』[4)]で、骨粗鬆症に及ぼす運動・身体活動の有効性について論究して、その有効性と運動指導の具体的な内容を明記している。したがって、各種の運動やトレ-ニングが骨粗鬆症の予防・改善効果があると総括

的に結論づけられる。

５．高血圧および骨粗鬆症の予防と治療に適切な運動処方と有害事象

高血圧に関して適切な運動処方（運動の種類・強度・実施時間・頻度・期間）を見てみよう。

運動の種類としては、有酸素運動、レジスタンス・トレ-ニング、アイソメトリック・トレ-ニング、気功、太極拳、そしてそれら複数の運動タイプの組み合わせが、高血圧の予防と治療に有益である[8)-21)]。とりわけ、アイソメトリック・トレ-ニングやそれを含む複合トレ-ニンが高い有益性を持つことが報告されている[11)、17)、22) ほか]。運動強度・実施時間・頻度・期間については多様な運動処方が報告されおり、一定の結論を出すにはさらなる研究の蓄積が必要であることを前提とした上で、現状では有酸素運動や複数の運動タイプ（多成分トレ-ニング）では45～60分/回、週３回、数ヶ月の実施が推薦されている。気功や太極拳で１～２回/日、30～60分/回、２～６ヶ月実施が提示さている。また、有酸素系では心拍予備力の75％の強度で、レジスタンス運動系では１RM（最大反復回数）の75％で10回の繰り返しセットが高い結果をもたらすと推薦されている[12)、16)、19) ほか]。

次に、運動やトレ-ニング等の実施に伴う有害事象については、検索した多数の論文で有害事象を報告した論文はほとんどなく、総括して要約することができない。今後の研究報告を待ちたい。

次に、骨粗鬆症の予防と治療に適切な運動処方（運動の種類・強度・実施時間・頻度・期間）をレビュ-しておこう。

運動の種類としては、複数の運動タイプの組み合わせ、レジスタンス運動、ジャンプトレ-ニング（インパクトトレ-ニング）のように骨に負荷がかかる運動やそれらを組み合わせたプログラムが推奨されている[23)-30) ほか]。運動強度・実施時間・頻度・期間については多様な結果が報告されおり、一定の結論を出すにはさらなる研究の蓄積が必要であることを前提とした上で、現状では運動強度では高強度の運動の方が低・中強度の運動より効果的であり推奨されている[23)、26)、30)、31) ほか]。また、複数の運動タイプまたはレジスタンス運動を含むプログラムでは45～60分強/回、週２～３回、数ヶ月の実施が推薦されている。加えて、レジスタンス運動では３～10種類のフリ-ウエイトと主要な筋肉群を組み合わせて、最大１回、最大５～12回、５～12回／セット、２～３日/週、３～12ヶ月間実施することも推奨されている。インパクトトレ-ニングでは週３日以上行う、50回のジャンプ/セッションで、少なくとも６ヶ月間の実施が推奨されている[23)、28)、29)、32) ほか]。

次に、適切な運動やトレ-ニング等が骨粗鬆症の予防と治療に有効であることを了知した上で、運動やトレ-ニング等の実施に伴う有害事象を見ておこう。有害事象を報告した論文では、大多数の研究で有害事象はなく、発生率/改善の低下または身体活動や運動後の有害な変化は起きていない。また、起きていても有害事象は最小限であることが報告されている[31)、33)、34) ほか]。したがって、骨粗鬆症ぼ病状を見極めて、それに対して至適な運動処方によって運動・トレ-ニングを実施することが有効で、安全であると言えよう。

６．おわりに

高血圧および骨粗鬆症の予防と治療に対する運動（処方）に関しては、専門機関・組織からガイドラインやポジション・ステ-トメントが公表されている[1)、4)、5)、29)、35)]。世界保健機関（WHO）は高血圧や骨粗鬆症ほかの生活習慣病に対する運動処方のガイドラインを公表している[7)]。子供と青少年（５～17歳）、成人（18～64歳）、高齢者（65歳以上）および妊婦や障害を持つ人用に示されているが、ここでは高齢者用の運動処方を見ておきたい。それによると、健康効果を得るためには、１週間を通して、中強度の有酸素性の身体活動を少なくとも150～300分、高強度の有酸素性の身体活動を少なくとも75～150分、または中強度と高強度の身体活動の組み合わせによる同等の量を行うべきである。また、週に２日以上、すべての主要筋群を使用して実施する中強度以上の強度の筋力向上活動を行うことが推奨されている。加えて、機能的な能力の向上と転倒予防のために、週の身体活動の一環として、機能的なバランスと筋力トレーニングを重視した多様な要素を含む身体活動（マルチコンポーネント身体活動）を週３日以上、中強度以上の強度で行うべきであることが推奨されている。我が国における健康づくりのためのガイドラインとして公表されている「健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023」（厚労省）もほぼ同水準の運動ガイド（処方）を推奨している[6)]。また、日本高血圧学会は高血圧治療に有用な運動として、軽め、短めの運動から少しずつ上げていき、ややきつい程度までの強度で、時間は毎日30分以上、または週180分以上が目安とする。また、筋力を維持するためのレジスタンス運動、あるいは関節の可動域や機能の向上のためのストレッチ運動を補助的に組み合わせることを推奨している[1)]。日本骨粗鬆症学会・日本骨代謝学会・骨粗鬆症財団は骨粗鬆症の予防と治療のガイドラインで、運動指導の具体的内容を記している。骨粗鬆症患者に対して施行可能な運動指導として、骨密度を上昇させるための有酸素運動・筋力トレ-ニング、椎体骨折を予防するための背筋強化訓練、転倒を予防するための筋力訓練・バランス訓練を推奨している[4)]。また、ほかにもいくつかのガイドラインで運動指導（処方）が提示されているが、WHOのガイドラインが基本的で必須の運動処方を示していると言えよう。

文　献

１）日本高血圧協会：『高血圧治療ガイドライン2019』、2019。

２）日本循環器協会監修：高血圧症、Medical;Note、2021年７月。

３）厚生労働省：令和２年（2020）患者調査の概況、2021。

４）日本骨粗鬆症学会・日本骨代謝学会・骨粗鬆症財団：『骨粗鬆症の予防と治療のガイドライン2015年版』、2016。

５）厚生労働省：標準的な運動プログラム（健康増進施設）、2024年12月現在。

６）厚生労働省：「健康づくりのための身体活動・運動ガイド　2023」、2024。

７）WHO：WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour, 2020.

８）Gonzalo Saco-Ledo, Pedro L. Valenzuela, Gema Ruiz-Hurtado, et al.：Exercise Reduces Ambulatory Blood Pressure in Patients With Hypertension: A Systematic Review and Meta-

Analysis of Randomized Controlled Trials. JAHA.Volume 9, Number 24, 2020.

9) Gonzalo Saco-Ledo, Pedro L Valenzuela, Luis M Ruilope, et al. : Physical Exercise in Resistant Hypertension : A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Front Cardiovasc Med. May 19;9 : 893811, 2022.

10) Min Lin, Yipin Lin, Yuhua Li, et al. : Effect of Exercise Training on Blood Pressure Variability in Adults : A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One.Oct 18 ; 18(10) : e0292020, 2023.

11) Jamie J Edwards, Algis H P Deenmamode, Megan Griffiths, et al. : Exercise Training and Resting Blood Pressure : a Large-scale Pairwise and Network Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. Br J Sports Med. Oct ; 57(20) : 1317-1326, 2023.

12) Isabel López-Ruiz, Fernando Lozano, María Dolores Masia, et al. : Multicomponent Training and Optimal Dosing Strategies for Adults with Hypertension : A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Sports (Basel). Jun 8 ; 11(6) : 115, 2023.

13) Md Shariful Islam, Ammatul Fardousi, Monaemul Islam Sizear, et al. : Effect of Leisure-time Physical Activity on Blood Pressure in People with Hypertension : a Systematic Review and Meta-Analysis. Sci Rep. Jun 30 ; 13(1) : 10639, 2023.

14) Liujiao Cao, Xiuxia Li, Peijing Yan, et al. : The Effectiveness of Aerobic Exercise for Hpertensive Population : A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Hypertens (Greenwich). Jul ; 21(7) : 868-876, 2019.

15) Bahareh Jabbarzadeh Ganjeh, Sheida Zeraattalab-Motlagh, Ahmad Jayedi, et al. : Effects of Aerobic Exercise on Blood Pressure in Patients with Hypertension: a Systematic Review and Dose-response Meta-analysis of Randomized Tials. Hypertens Res. Feb ; 47(2) : 385-398, 2024.

16) João S Henkin, Ronei S Pinto, Carlos L F Machado, et al. : Chronic Effect of Resistance Training on Blood Pressure in Older Adults with Prehypertension and Hypertension : A Systematic Review and Meta-Analysis. Exp Gerontol. Jun 15 : 177 : 112193, 2023.

17) B Baffour-Awuah, M J Pearson, G Dieberg, et al. : Isometric Resistance Training to Manage Hypertension : Systematic Review and Meta-analysis. Curr Hypertens Rep. Apr ; 25(4) : 35-49, 2023.

18) Siew Mooi Ching, Naidu Ragubathi Mokshashri, Maharajan Mari Kannan, et al. : Effects of Qigong on Systolic and Diastolic Blood Pressure Lowering: a Systematic Review with Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis. BMC Complement Med Ther. Jan 6 ; 21(1) : 8, 2021.

19) Qingyuan Zhang, Xiaogang Xu, Qianyan Wu, et al. : Effects of Different Traditional Chinese Exercise in the Treatment of Essential Hypertension: a Systematic Review and Network Meta-Analysis. Front Cardiovasc Med. Feb 28 : 11 : 1300319, 2024.

20) Linda S Pescatello, David M Buchner, John M Jakicic, et al. : Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension : A Systematic Review. Med Sci Sports Exerc. Jun ; 51(6) : 1314-1323, 2019.

21) Henner Hanssen, Henry Boardman, Arne Deiseroth, et al. : Personalized Exercise Prescription in the Prevention and Treatment of Arterial Hypertension: a Consensus Document from the European Association of Preventive Cardiology（EAPC）and the ESC Council on Hypertension. Eur J Prev Cardiol. Feb 19 ; 29(1) : 205–215, 2022.

22) Jamie Edwards, Anthony De Caux, James Donaldson, et al. : Isometric Exercise Versus High-intensity Interval Training for the Management of Blood Pressure: a Systematic Review and Meta-Analysis. Br J Sports Med. May;56(9):506-514, 2022.

23) Marina B Pinheiro, Juliana Oliveira, Adrian Bauman, et al. : Evidence on Physical Activity and Osteoporosis Prevention for People Aged 65+ Years : a Systematic Review to Inform the WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Int J Behav Nutr Phys Act. Nov 26 ; 17(1) : 150. 2020.

24) Wolfgang Kemmler, Mahdieh Shojaa, Matthias Kohl, et al. : Effects of Different Types of Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Systematic Review and Meta-analysis. Calcif Tissue Int. Nov ; 107(5) : 409–439, 2020.

25) Jose Luis Alonso Pérez, Sebastián Martín Pérez, Andrea Battaglino, et al. : An Up-Date of the Muscle Strengthening Exercise Effectiveness in Postmenopausal Women with Osteoporosis: A Qualitative Systematic Review. J Clin Med. May 21 ; 10(11) : 2229, 2021.

26) Melanie Kistler-Fischbacher, Benjamin K Weeks, Belinda R Beck : The Effect of Exercise Intensity on Bone in Postmenopausal Women（part 2): A Meta-Analysis. Bone. Feb : 143 : 115697, 2021.

27) Keyvan Hejazi, Roya Askari, Martin Hofmeister : Effects of Physical Exercise on Bone Mineral Density in Older Postmenopausal Women: a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Arch Osteoporos. Jul 27 ; 17(1) : 102, 2022.

28) Gabriella E Florence, Tanja Oosthuyse, Andrew N Bosch : Skeletal Site-specific Effects of Jump Training on Bone Mineral Density in Adults : a Systematic Review and Meta-Analysis. J Sports Sci. Dec ; 41(23) : 2063–2076, 2023.

29) Seongryu Bae, Seungyong Lee, Hyuntae Park, et al. : Position Statement: Exercise Guidelines for Osteoporosis Management and Fall Prevention in Osteoporosis Patients. J Bone Metab. May ; 30(2) : 149–165, 2023.

30) Sara Manaye, Kaaviya Cheran, Chinmayee Murthy, et al. : The Role of High-intensity and High-impact Exercises in Improving Bone Health in Postmenopausal Women : A Systematic Review. Cureus.Feb 5 ; 15(2) : e34644, 2023.

31) Takashi Kitagawa, Kaede Hiraya, Takumi Denda, et al. : A Comparison of Different Exercise Intensities for Improving Bone Mineral Density in Postmenopausal Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Bone Rep. Oct 21 : 17 : 101631, 2022.

32) Diego Gama Linhares, Claudio Joaquim Borba-Pinheiro, Juliana Brandão Pinto de Castro, et al.：Effects of Multicomponent Exercise Training on the Health of Older Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. Oct 30；19(21)：14195, 2022.

33) Christian A Than, Maamoun Adra, Tom J Curtis, et al.：The Effect of Exercise Post Vertebral Augmentation in Osteoporotic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Orthop Res. Dec；41(12)：2703–2712, 2023.

34) Setor K Kunutsor, Sarah Leyland, Dawn A Skelton, et al.：Adverse Events and Safety Issues Associated with Physical Activity and Exercise for Adults with Osteoporosis and Osteopenia: A Systematic Review of Observational Studies and an Updated Review of Interventional Studies. J Frailty Sarcopenia Falls. Dec 1；3(4)：155–178, 2018.

35) Bethany Barone Gibbs, Marie-France Hivert, Gerald J Jerome, et al.：Physical Activity as a Critical Component of First-Line Treatment for Elevated Blood Pressure or Cholesterol：Who, What, and How?：A Scientific Statement From the American Heart Association. Hypertension. Aug；78(2)：e26-e37, 2021.