©NSCA JAPAN
Volume 29, Number 5, pages 54-70

Key Words【閉経：menopause、閉経後：postmenopause、エクササイズの利点：exercise benefits、メタボリックシンドローム：metabolic syndrome、糖尿病：diabetes、エクササイズの漸進：exercise progressions】

閉経期の女性：認識、エクササイズの利点、留意点、およびプログラム作成におけるニーズ

Menopausal Women: Recognition, Exercise Benefits, Considerations, and Programming Needs

Helen M. Binkley, Ph.D., ATC, CSCS, NSCA-CPT, FNSCA　**Kristi L. Phillips,** Ph.D., ATC
Stephanie L. Wise, M.S., LAT, ATC, CSCS
Department of Health and Human Performance, Middle Tennessee State University, Murfreesboro, Tennessee

要約

閉経期の女性にかかわる生理学的および心理学的な懸念の認識について説明する。これらの問題（血管運動症状、不眠症、サルコペニア、骨粗鬆症、肥満、心臓血管系疾患、代謝異常、および心理学的症状）に関する先行研究をレビューし、エクササイズがこれらの問題にどのような影響を及ぼすかを議論する。また、閉経期の女性のエクササイズに関する留意点を提示する。一般的なエクササイズプログラムの作成と運動継続に関する嗜好についてレビューし、閉経期の女性の健康全般と幸福感を改善するニーズに沿って、様々なエクササイズ様式、エクササイズの漸進方法、およびエクササイズプログラムの作成に関する提言を行なう。

はじめに

米国国勢調査局（U.S. Census Bureau）によると、2017年7月現在、米国に在住する45歳以上の女性は7,150万人以上（全女性人口の43.2％）に上る（158）。この年齢層は、**表1**に定義された様々な閉経の種類および段階に当てはまる女性の大部分を占めており、それに対し閉経を40歳前に迎える人は約1％、30歳前は0.1％である（47）。現在、米国における女性の平均寿命は81歳であり（120）、多くの女性が生涯の40～55％を閉経後の状態で過ごしている。米国国立心肺血液研究所（National Heart, Lung, and Blood Institute）が支援する「女性の健康イニシアチブ（Women's Health Initiative）」の研究において、閉経後の女性は、座位時間が長いほど全死因における死亡リスクが高く、身体活動量や身体機能を制限すると、用量反応的に上昇することが明らかになっている（145）。また、身体活動量が多いほど身体機能スコアが高くなるのに対し、座位時間が長いほど身体機能スコアが低くなることも明らかになっている（146）。したがって、医療従事者やヘルスケア専門職は、非活動的なライフスタイルの影響を軽減し、また、閉経移行期や加齢に伴う影響の一部を予防する方法として、エクササイズ／身体活動や食生活の改善を推奨および処方している。

米国国立衛生統計センター（National Center for Health Statistics）は、2008年に米国政府が発表した「米国人のための身体活動ガイドライン（Physical Activity Guidelines for Americans）」を満たす、個人の余暇時間における有酸素性および筋力向上エクササイズへの参加状況をまとめた。その結果、45～55歳の女性の20.2％、および55～64歳の女性の16.7％が、有酸素性および筋力向上エクササイズの両方でガイドラインを満たしていたのに対し、45～55歳の女性の46.4％、および55～64歳の女性の50.3％は、一切のガイドラインを満たしていなかった。それ以外の人は、ある程度のエクササイズをしていると回答した

が、有酸素性および筋力向上エクササイズのガイドラインは満たしていなかった(121)。エクササイズを定期的に実施していた40～65歳の女性は、エクササイズを日常のルーティンとして確立し、エクササイズを楽しく感じ、他者の存在をエクササイズの動機付けとし、また達成感や到達感を覚えていた(104,105)。この年代の女性がエクササイズを実施する上での障壁は、重複する責務(家庭や家族の世話と仕事)、ルーティンを乱す要素(自分に対する義務と他者への義務感の板挟み)、および自己妨害的な行動などであった(104,115)。これらの情報から、閉経の様々な段階にある女性に特化したエクササイズプログラムを開発する必要性があることは明らかである。

コーチやパーソナルトレーナーにとって重要なのは、女性が閉経期の徴候や症状、また閉経後の段階へ進むにつれて生じる健康上の変化を経験する過程で、どのようなことが起こるのかを理解することである。その結果、ストレングス＆コンディショニング(以下S＆C)専門職は、ライフサイクルのこの段階を通じて身体活動を増やすことを支援できるようになる。本稿の目的は、一般的な閉経期および閉経後の徴候、症状、および変化を紹介すること、エクササイズがそれらの変化に及ぼす影響を提示すること、この集団におけるトレーニングの留意点を考察すること、そして閉経後の女性の健康的な加齢に繋がるエクササイズプログラムについての提言を行なうことである。

認識

女性が閉経の時期を通過する過程で、多くの生理学的および心理学的な変化が起こる。先行研究において、これらの変化が閉経によるものなのか、自然な加齢によるものなのか、あるいはその両方が組み合わさって起こるものなのかが議論されているが、決定的な結論は出ていない。変化の原因が何であるにせよ、女性の生涯のこの時期に報告され、確認されている明確な徴候、症状、および変化が存在する。生理学的変化としては、ほてりや寝汗(157)、不眠症(75)、サルコペニアや筋力低下(99,141)、骨減少症(オステオペニア)や骨粗鬆症(22)、腹部脂肪の増加、内臓脂肪や体重の増加(41)、脂質プロフィールの変化(16,153,157)、ホルモン濃度、特にエストロゲンの変化(16,142)、免疫系の変化(53)、およびインスリン抵抗性の増大(90)などがあり、これらはメタボリックシンドローム(64,152)、心臓血管系疾患(12,27)、糖尿病(116,119)、および腎障害(54)の発症要因となる。また閉経期に顕著となる心理学的な問題としては、気分の変動(150)、不安感の増大(25)、うつや関連障害の増加(95)、ならびに幸福感や目的意識の全般的な低下(68)が挙げられる。閉経が早いことは心臓血管系疾患や骨粗鬆症のリスク増大と関連し、閉経が遅いことはエストロゲン依存性のがんと関連し、また閉経後にはその他の慢性疾患の多くが出現する(97)。

閉経に関連して多くの徴候、症状、および変化が生じるが、すべての女性がすべての徴候や症状を経験するわけではない。閉経後の症状を緩和するために、約35％の女性がホルモン補充療法(HRT)を利用している(122)。HRTの主な適応症は、血管運動症状(ほてりや寝汗)および睡眠障害であるが、ほかにもHRTを用いることで、結腸がん、股関節骨折、および全身の骨折のリスクが低下する(69,123)。高齢女性の骨密度(BMD)の維持にはエクササイズが重要であることから、HRT単独またはエクササイズとの併用により、全身、脊椎、および大腿骨転子部のBMDが増加することが明らかになっており、骨粗

表1　閉経の種類または段階

種類または段階	定義
閉経前	思春期(月経の開始)から周閉経期までの期間。定期的な月経と妊孕性のある時期。
閉経	最終月経は、12ヵ月間連続して月経周期が途絶えたことをもって確認される。閉経は、月経と妊孕性の永久的な停止を意味する。卵巣の機能が低下し、卵巣ホルモン(主にエストロゲン)の濃度が低下することに伴う自然現象である。閉経は、一般的に45～55歳の間に生じ、平均年齢は51歳である。
早発閉経	遺伝、自己免疫異常、がん、その他の医療処置や治療、または不明な原因の結果として40歳未満で生じる閉経。
早期閉経	40～45歳の間に生じる閉経。
周閉経期 (閉経移行期とも)	月経周期の変化／不規則性やその他の閉経関連症状の発現に始まり、閉経(最終月経)を挟んで閉経後1年までの期間を指す。周閉経期は、自然な閉経の場合にのみ生じる。周閉経期は約3～5年であるが、それより長い場合も短い場合もある。
誘発閉経	手術で両方の卵巣を摘出した場合や、がん治療(骨盤照射や化学療法)で永久的な損傷を受けた場合に、予想よりも早く起こる閉経。
遅発閉経	55歳以上で生じる閉経。
閉経後	女性の生涯における閉経以降の期間。

用語の出典は北米閉経学会(North American Menopause Society)による閉経用語集：https://www.menopause.org

鬆症の予防や治療に役立つことが期待される(81,82)。

HRTがエクササイズにもたらす効果を評価したところ、HRTを単独で使用していた群と、HRTと並行して高インパクト(衝撃力)を伴うエクササイズプログラムに参加していた群において、大腿四頭筋と下腿部における除脂肪組織の横断面積が12ヵ月間で有意に増大した(147)。このことは、膝関節伸展トルクや垂直跳びの跳躍高の増大に寄与した可能性があるが、別の研究では、HRTは除脂肪量や筋力の増大をもたらさなかったと報告されている(26)。これは、HRTの適用方法の違いによる可能性がある。

HRTによって軽減される徴候や症状がある一方、HRTには同じくらい多くの副作用が伴う可能性がある。HRTには、乳がん、冠状動脈疾患、脳卒中、胆嚢炎、および静脈血栓塞栓症などのリスクがあるため、女性はHRTのリスクと利点を比較検討しなくてはならない(69,122)。HRTを1年以上継続した女性では、乳がんのリスクが高まることから、英国医薬品医療製品規制庁(Medicines and Healthcare products Regulatory Agency)は、HRTを最短期間、最低用量で使用することを推奨している(123)。このような理由から、女性や医師は代替療法を模索しており、それがエクササイズに関する調査に繋がっている。S&C専門職は、このような徴候、症状、および変化を認識できるようになり、その上で、さらなる評価、エクササイズ処方、および身体活動やスポーツの安全な継続のために、医療専門職に適切な照会を行なう必要がある。

エクササイズの効果

「Exercise is Medicine(運動は薬である)」は、アメリカスポーツ医学会(ACSM)による世界的な取り組みであり、医師やその他のヘルスケア専門職が、患者やクライアントのケアと治療にエクササイズを取り入れることを奨励している(96)。健康な人も疾患を有する人も、定期的なエクササイズは心身の健康に有益な効果をもたらし、複数の疾患の予防や治療に役立つことがエビデンスとして示されている(160)。以下に、閉経後の変化として、血管運動症状、睡眠障害、サルコペニア、骨粗鬆症、肥満、心臓血管系疾患、代謝異常、および心理学的症状にエクササイズがもたらす効果についてレビューする。

血管運動症状

閉経移行期に始まり、閉経後まで続く血管運動症状は、ほてりと寝汗である。ほてりと寝汗は、発汗量の上昇を特徴とし、それに先立って皮膚の血管が急激に拡張し、心拍数が増加し、時としてめまいが生じる(10)。体格指数(BMI)と脂肪蓄積の度合いが高いほど、ほてりが発生しやすいことが明らかになっている(72)。ほてりの発生機序としては、体温調節機構の機能不全(中枢性)や、交感神経活動の低下(末梢性)が考えられる。エクササイズは、脳や皮膚の血流を促進し、それが安静時体温を低下させ、発汗や受動的な体温調節を早期に開始させることで、脳血管および体温調節の機能を改善する可能性がある(10)。また別の研究では、ほてりに対するエクササイズの効果は、運動強度とβエンドルフィンの濃度によって変動する可能性があり、高強度運動は低強度運動に比べて、βエンドルフィンの濃度を上昇させることが示唆されている(38)。

エクササイズが閉経に伴う血管運動症状にもたらす効果に関するエビデンスについては、実施する活動の強度レベルによって、ほてりや寝汗の軽減に対する結果が一貫しない(38)。それでもエクササイズは、何もしないよりは症状の軽減に効果があると考えられる(36)。中強度のエクササイズ(Borgスケール12～15の強度で30分のトレッドミル運動)は、運動24時間後に客観的方法(皮膚コンダクタンスの連続的なモニタリング)と主観的方法(パーソナルデジタルアシスタントを用いたリアルタイムでの自己報告)によって評価されたほてりを軽減することが、体力レベルの高い人(加速度計を用いた連続的なモニタリングにより評価)において明らかになった一方、体力の低い人は症状の悪化を報告している(45)。より最近のランダム化比較試験においては、エクササイズ群は対照群に比べて、症状の重症度が低下することが示唆されている(18,101)。有酸素性エクササイズ(ウォーキング／ランニング、自転車運動、クロストレーニング、およびボート漕運動)を16週間にわたり実施(30～60％予備心拍数で30分を週3回から、45分を週4～5回へ漸進)したところ、ほてりの重症度を示す客観的な生理学的指標(発汗および皮膚の血管拡張)の改善が認められた(10)。また、6ヵ月間の有酸素性トレーニング介入においては、介入終了時にほてりの頻度と重症度が低下した(102)。その後の追跡調査では、2年半後と4年後のいずれにおいても、対照群と比較して、エクササイズ群におけるほてりの重症度と頻度が低かった(101)。また、レジスタンストレーニング(エクササイズ8種目を2セット×8～12レップで週3回、15週間)を実施したところ、中程度および重度のほてりの頻度が低下したのに対し、対照群は頻度に変化がみられなかった(18)。以上のことから、中～高強度の有酸素性およびレジスタンストレーニングを定期的に実施することで、閉経期を通じたほてりの頻度と重症度を低減する効果が期待できる。

睡眠障害

閉経期から閉経後へ移行する段階にある女性の40～60％に、不眠症や

睡眠パターンの乱れがみられ、閉経期の女性の50％近くは1日の睡眠時間が6時間を切る(11)。米国国立睡眠財団(National Sleep Foundation)は、この年齢層の成人に対して、併存疾患のリスク増大を防ぐために、1日7～9時間以上の睡眠を推奨している(70)。不眠症は、入眠困難、入眠後の頻繁な覚醒、あるいは睡眠時間を確保しても回復感を得られないなどの症状によって診断される(75)。不眠症の治療には、HRT、メラトニン、および睡眠薬といった薬物療法が依然として主流である(8)。しかし、睡眠補助薬には副作用があるため、多くの女性が非薬物療法を求めている。中強度のエクササイズを12～16週間実施すると、睡眠の質が中程度に改善し(140,166)、睡眠薬の使用が減少するが(166)、不眠症の重症度には実質的な効果はないと報告されている(140)。また、24週間の運動介入(6～20段階の主観的運動強度で13～16の有酸素性エクササイズを50分、週4回)により、介入群では睡眠の質が2％改善したのに対し、対照群では同期間中に睡眠の質がベースラインから0.5％低下した(毎朝の携帯電話による段階的評価の報告による)(102)。閉経後の女性を対象に、米国国立衛生研究所(National Institutes of Health)のコンセンサス開発会議が推奨する身体活動量の50、100、および150％を用いて、睡眠障害に対するエクササイズの用量-反応関係を調査した結果、いずれの用量のエクササイズにも睡眠への効果が認められ、有酸素性エクササイズのレベルが高い(150％)ほど効果が大きいことが示唆された(80)。また有酸素性トレーニングに加えて、特定のヨガエクササイズやストレッチングを1時間、週2回以上実施することは、対照群と比較して、不眠症の改善や生活の質(QOL)の向上に効果があると考えられる(4)。したがってヘルスケア専門職は、不眠症の症状や睡眠障害に伴う機能低下を予防または軽減する目的で、中強度エクササイズの定期的な実施を処方するとよい。

サルコペニア

サルコペニアとは、年齢、性別、併存疾患、および身体活動レベルに関連して、骨格筋量、筋力、および身体機能が低下した状態をいう(141)。サルコペニアの特徴は、速筋線維(タイプⅡ)の萎縮、運動単位の減少、および筋内の脂肪蓄積である(79)。閉経後の女性におけるサルコペニアおよび筋力低下を引き起こすものとして、生物学的要因(酸化ストレス、炎症、およびエストロゲンなどホルモンの欠乏)と、修正可能な要因(身体活動量とタンパク質摂取量の低さ)が特定されている(99)。ランダム化比較試験において、高強度インターバル自重トレーニング(60秒の高強度運動を4～10セット、合間に低強度運動を1～4分の範囲で漸進)と、複合トレーニング(全身のレジスタンスエクササイズ5種目を1～3セット×8～12レップ、1.5分の休息で実施後、30分のウォーキング)を比較したところ、筋量と身体パフォーマンスの向上がみられたが、2種類のエクササイズ間に差はなかった(107)。また、多量のレジスタンストレーニング(全身のエクササイズ8種目を6セット×8～12レップ、1.5分の休息)は、少量のレジスタンストレーニングおよび対照群と比較して、閉経後の女性における歩行速度および腹部肥満(腹囲、腹囲体重比、腹囲身長比、体型指数[A Body Shape Index]、身体の丸みを表す指数[Body Roundness Index]、および腹部肥満を表す指数[Conicity Index])を有意に改善した(126)。閉経後骨粗鬆症を有する女性を対象に、高負荷レジスタンストレーニング(エクササイズ7種目を最初の数週間は8～12RMで1～3セット、その後15週目まで4～8RMで1～3セット)を実施したところ、筋量と筋力が増大し、日常の機能的動作、運動能力、およびモチベーションが改善した(135)。フリーウェイトやエクササイズバンドを用いた監督下でのエクササイズプログラムは、自宅で行なうエクササイズプログラムに比べて、筋力の向上や身体組成の変化がより大きく、対する自宅エクササイズ群は脱落者がより多かった(20)。有酸素性エクササイズも、筋タンパク質合成と筋の質を向上させ、筋内脂肪を減少させるが、筋量と筋力を向上させ、サルコペニアの発症を予防または遅らせるのはレジスタンストレーニング(中～高負荷を8～12レップで週2～3回)である(79)。定期的なエクササイズ、特にレジスタンストレーニングは、閉経期および閉経後の女性における筋量、筋力、および機能的動作能力の低下を防ぐのに不可欠な非薬物療法である(99,107,135)。

骨粗鬆症

骨粗鬆症は、BMDと骨強度の低下により骨格の健常性に影響を及ぼす疾患であり、骨折、障害、および疼痛を引き起こし、有病率と死亡率を増大させる(21,97)。閉経移行期には、最終月経の1年前から2年後にかけて骨量の減少が加速し、さらに閉経後2～5年の間もBMDの低下は継続し、合わせて約10％以上の減少が予想される(60)。この低下を緩和するために、多くの薬剤およびホルモン剤が処方されている。本稿では詳述しないが、薬剤の多く(ビスホスホネート系薬剤、カルシウム、およびビタミンDのサプリメント)は、エクササイズと組み合わせることでより高い効果が期待できる(21)。閉経後の女性を対象に、24週間のレジスタンストレーニングを実施した研究においては、BMDが維持され、筋力が向上し、身体組成が改善した(23)。また別の研究では、すでに骨粗鬆症と診断されている女性を対象に高負荷レジ

スタンストレーニングを実施したところ、筋力が向上し、身体機能が改善し、BMDが維持された(135)。ピラティスも、骨粗鬆症を有する閉経後の女性においてBMDとQOLに有益な効果をもたらした(6)。そのほか、高インパクトかつ水から頭を出して行なうアクアエクササイズが、BMDを維持または改善することが明らかになっている(19,117)。またいくつかの文献レビューやメタ分析が、骨粗鬆症予防のための複合エクササイズプログラムとして、中～高強度のレジスタンスエクササイズ、機械的振動、インパクトを伴う身体活動(走る、跳ぶなど)、および転倒予防エクササイズなどを組み合わせて実施すると、骨量の減少率を低下させ、骨を強化するのに効果的であることを示している(108,109,117)。

肥満

肥満は、全般的に米国で深刻化している問題であり、他の多くの慢性疾患を引き起こす可能性がある。加齢、食生活、および運動不足が、すべての集団において肥満に大きく関与するが、閉経期におけるホルモンの変化は、通常の加齢プロセスに加えて、身体組成やその他の代謝変化に影響を及ぼすと考えられる(41)。閉経期になると、身体活動量や体重に変化がなくても、腹部の脂肪量が増加する(29,49)。また閉経期には、体脂肪の酸化が減少し、除脂肪体重が減少することも明らかになっている(2)。これらの複合的なメカニズムにより、閉経の全段階において体重が増加する。閉経期に運動量を300代謝当量(METs)・時/週増やした女性は、エクササイズを実施しなかった、あるいは運動量を300 METs・時/週減らした女性に比べて、2年間の体重増加が少なく、腹囲がわずかに減少した(29)。また、カナダのアルバータ州における身体活動と乳がん予防試験(Alberta Physical Activity and Breast Cancer Prevention Trial)のエクササイズガイドラインに沿った有酸素性エクササイズ(中～高強度で週5回、計150分以上)を実施した女性は、対照群と比較してより大きな体重減少、内臓脂肪量の減少、および総体脂肪量の減少を示した(50,51,73)。特に、高強度運動(週5回、計300分以上)を実施した女性は、中強度運動群や対照群と比較して、より大きな体重と脂肪の減少を示した(51)。また、有酸素性エクササイズとレジスタンストレーニングを併用した場合、有酸素性エクササイズのみを上回る体脂肪の減少と除脂肪体重の増加が認められた(139)。また、高強度インターバルトレーニング(HIIT)と有酸素性トレーニングを比較した研究では、体重減少、体脂肪量の減少、除脂肪体重の増加、および運動継続率において、HIITが有酸素性トレーニングを上回った(62)。有酸素性エクササイズとレジスタンストレーニングを組み合わせたプログラムを実施することは、閉経後の女性における身体組成や体重減少に有益な効果をもたらす。

心臓血管系疾患

心臓血管系疾患は、米国における40歳以上の女性の死因第1位である(15)。閉経と心臓血管系疾患のリスクとの直接的な関連性は、現時点では一貫して示されていないが、心臓血管系疾患、具体的には心不全、冠状動脈性心疾患、および脳卒中に関して、閉経時期が早いとリスクが高く、閉経時期が遅いとリスクが低いことが明らかになっている(92,136)。卵巣ホルモン、特にエストロゲンの産生は、閉経移行期から閉経後にかけて著しく低下する。卵巣ホルモンは、心拍数や血圧などの自律神経調節に関与しているとみられ、これらのホルモン濃度が低下すると、自律神経調節のバランスが崩れ、心臓血管系疾患のリスクが上昇する。このようなアンバランスの改善にHRTが用いられてきたが、最近では、身体活動、特に有酸素性トレーニングが心臓血管系の自律神経調節に大きな効果をもたらし、心臓血管系疾患のリスクを低減することで、加齢プロセスにおける生存率を向上させることが明らかになっている(151)。

脂質プロフィールは、閉経移行期から閉経後にかけて変化する。閉経期には、総コレステロール(TC)、中性脂肪、低密度リポタンパク質(LDL)、および超低密度リポタンパク質(VLDL)が増加し、高密度リポタンパク質(HDL)が減少するため、結果としてTC／HDL比が上昇し、心臓血管系疾患のリスクが高まる(152)。このような脂質プロフィールの変化は、体重やBMIに関係なく認められ、閉経期にみられるエストロゲンの減少と関連している可能性がある(9)。閉経、加齢、および腹部脂肪分布の増加は、リポタンパク質プロフィールの変化を引き起こす要因であることが明らかになっている(16)。これらの変化を説明するメカニズムとして、エストロゲンによる肝性リパーゼの阻害作用が考えられる。肝性リパーゼが増加すると、大きなHDL粒子が小さな粒子に変換され、リポタンパク質のプロフィールが変化することで、アテローム性動脈硬化が引き起こされる(92)。閉経後の女性を対象に、エクササイズが脂質プロフィールに及ぼす影響を調査する研究がいくつか行なわれているが、エクササイズの様式にかかわらず(レジスタンスエクササイズ[93,163]、HIIT[100]、有酸素性ウォーキング[139]、または複数を組み合わせたエクササイズ[34,67])、脂質プロフィールに有益な効果が認められ、TC、LDL、およびVLDLが減少し、HDLが増加した(34,93,100,139,163)。

高血圧は年齢とともに増加し、閉経後の女性の有病率は男性よりも高い(94)。女性は男性に比べて治療を継続したり、血圧を測定したりする傾向が

強いにもかかわらず、一般的に女性の高血圧は男性に比べて適切にコントロールされていない(94)。血圧の変化は、動脈硬化、アテローム硬化性変化、および閉経に伴うホルモンの変化によるものと考えられる(98)。血圧は概日パターンにより1日の中で変化し、一般的に日中は高く、睡眠時は低くなる(4,56)。薬物療法の有無にかかわらず、エクササイズは血圧を低下させることが明らかになっており(4,7,48,89)、高血圧を有する閉経後の女性の場合、夕方のエクササイズは朝のエクササイズよりも血圧を低下させる(5)。閉経後の女性を対象に、有酸素性エクササイズ(アクアエクササイズ[7]、トレッドミル[7]、および階段昇降[164])を50～60%予備心拍数の強度で30～50分、週3～4回実施すると、対照群と比較して血圧が低下し、動脈硬化が減少した(7,164)。またレジスタンス・サーキットトレーニング(エクササイズ9種目を1セット×12レップ)と有酸素性トレーニング(60%推定最大心拍数)を組み合わせた介入を12週間実施したところ、対照群と比較して動脈硬化が改善し(48,76)、血圧が低下した(48)。肥満の閉経後の女性における運動強度と血圧について調査した研究では、有酸素性トレーニングの量や強度が運動時血圧の変化量に影響を及ぼし、低強度(4 kcal/kg/週)では収縮期の運動時血圧が低下し、高強度(12 kcal/kg/週)では収縮期と拡張期の運動時血圧が低下することが明らかになった(154)。これらの研究結果は、中強度の有酸素性およびレジスタンス・サーキットトレーニングが、この集団の高血圧に関連する心臓血管系疾患のリスク因子を低減する可能性を示唆している。

代謝異常

代謝関連で対処すべき問題として、インスリン感受性とインスリン抵抗性、免疫系の機能、およびメタボリックシンドロームが挙げられる。インスリン感受性とは、インスリンの作用に対する身体の感度のことで、インスリン感受性が高ければ、少量のインスリンでも効果的に血糖値を下げることができ、逆にインスリン感受性が低ければ、血糖値を下げるために膵臓から多量のインスリンが必要となる。インスリン感受性の低下は、インスリン抵抗性とも呼ばれ、管理やコントロールがされなければ、血糖値が上昇し、前糖尿病状態となり、最終的には2型糖尿病を発症する。またインスリン抵抗性は、心臓血管系疾患、高血圧、非アルコール性脂肪性肝疾患、特定のがん、虚弱、および認知低下など、他の障害の主要なリスク因子でもある(84)。

インスリン抵抗性は、過剰な脂肪蓄積(84)、より具体的には脂肪の分布と関連づけられている。全身および皮下の脂肪蓄積はインスリン感受性の上昇に関連しているのに対し、内臓および肝臓の脂肪蓄積はインスリン抵抗性の上昇に関連している(41,57)。閉経前の女性においては、エストロゲンがインスリンと糖の恒常性、脂肪分布、および炎症性マーカーなどに有益な影響を及ぼしているとみられる(57)。閉経移行期になると、身体組成や脂肪分布が(身体の中心寄りに)変化し、それがインスリン感受性や糖代謝の変化に繋がる(155)。インスリン抵抗性は、2型糖尿病の発症において重要な因子であるが(84)、それはインスリン抵抗性があると、膵臓のβ細胞の機能が低下するためと考えられる。それによって、インスリン抵抗性を代償するのに必要なインスリンの分泌が阻害されるのである(138)。2型糖尿病は時間をかけて発症し、「相対的なインスリン欠乏を伴うインスリン抵抗性から、インスリン抵抗性を伴う分泌障害優位まで」種類が分かれる(134)。閉経時期が早いと、閉経後に2型糖尿病を発症するリスクが高くなる(24,116,118)。またエクササイズの有無にかかわらず、体重を減らすことはインスリン抵抗性の改善に繋がる(110)。様々な様式のエクササイズ(有酸素性[50,77]、高強度自重トレーニング[107]、および全身のレジスタンストレーニング[77,128])は、閉経後の女性におけるインスリン抵抗性やその他の代謝マーカーを改善する可能性がある(50,77,107)。

加齢による免疫機能の変化は多くの場合、感染症や変性疾患の増加に繋がる(59)。加齢に伴う免疫系の変化に加えて、閉経後の女性には、閉経に伴うエストロゲンの欠乏により、炎症性マーカーの増加、サイトカインの増加、リンパ球の減少、および細胞傷害活性の増加がみられ、病気や感染症に罹患しやすくなる(53)。エクササイズはその様式にかかわらず、閉経後の女性における炎症性マーカー、サイトカイン、および細胞傷害活性に有益な効果をもたらすことが研究において明らかになっている(77,107,124,125)。したがって、免疫系の機能を高めるために、エクササイズを奨励すべきである。

メタボリックシンドロームは、心疾患のほか、脳卒中、2型糖尿病、および数種類のがんといった疾患のリスクを高めるリスク因子の集まりと定義される(127)。メタボリックシンドロームのリスク因子は、インスリン抵抗性、肥満、アテローム性脂質異常症、および高血圧などである(72)。メタボリックシンドロームのリスク因子を1つでも有する女性が閉経期に入ると、閉経期の間にさらなるメタボリックシンドロームのリスク因子を生じるリスクが高い(90)。閉経移行期には、メタボリックシンドロームの重症度が急激に上昇し、閉経後の女性における有病率が高くなるとみられる(64)。閉経は、メタボリックシンドロームのほぼすべての構成要素に悪影響を及ぼす(133)。閉経後の女性を対象に、12週間の漸進的レジスタンストレーニングプログラム

を実施したところ、筋力が向上し、メタボリックシンドロームの表現型に有益な変化(腹囲の減少、LDLおよびTC／HDL比の低下、血糖コントロールの改善、および空腹時血糖値とインスリン濃度の低下)がみられた(128)。また閉経後の女性を対象に、メタボリックシンドロームに対する有酸素性エクササイズ(4、8、および12 kcal/kg/週)の用量効果を評価したところ、すべての運動群で対照群と比べて改善が認められ、消費エネルギーのレベルが最も高い群に最大の変化がみられた(4、8、および12 kcal/kg/週で腹囲が減少、8および12 kcal/kg/週で空腹時血糖値が低下、12 kcal/kg/週で収縮期血圧が低下)(43)。メタボリックシンドロームを構成する個々の要素の多くが先行研究において議論されており、エクササイズは閉経後の女性の健康状態を改善する方法として支持されている。

心理学的症状

閉経期には、うつ、気分障害、および不安などの心理学的症状がみられることが明らかになっている。女性がうつ病に罹患する確率は男性の2倍で、閉経移行期には有病率が高くなる(143)。うつや不安の既往歴がない女性でも、周閉経期には抑うつ症状、閉経後には不安症状のリスクが高くなる(119)。閉経時期が早い人は、遅い人に比べてうつや不安のリスクが高い(58)。閉経移行期に抑うつ症状を発症するリスク因子として、血管運動症状、不眠症、うつの既往歴、手術による閉経、辛い出来事、および加齢に対する否定的な考え方などがある(97,161)。周閉経期および閉経後の女性において、入眠困難は不安と関連し、不眠症はうつと関連している(156)。抑うつ症状とホルモンの変化の直接的な因果関係は明らかになっていないが、抑うつ症状のある人はない人に比べて心臓血管系疾患のリスクが高く、認知機能が低い(95)。非活動的な女性は、活動的な女性に比べて、不安／抑うつ気分、幸福感の低下、身体症状および血管運動症状の増加、ならびに記憶や集中力の問題増加を生じる確率が高い(103)。エクササイズ(有酸素性エクササイズ、アクアエクササイズ、および各種のレジスタンストレーニング)は、その様式を問わず、うつ、不眠症、および不安に有益な効果をもたらし、一部症状を軽減または消失させることが明らかになっている(1,3,65,111,144)。エクササイズを薬物療法と併用することで、抑うつ症状やメンタルヘルスを改善することが可能である(44,86,113)。中強度の身体活動を1日60分、定期的に実施することで、閉経期の症状やQOL、特に心理学的および社会的なQOLに有益な効果がみられた(63)。閉経移行期や加齢に対して前向きで楽観的な考え方をする女性は、否定的で悲観的な女性に比べて、一般的にボディイメージが良好であり、抑うつ症状も少ない(46)。

エクササイズを治療法として処方すると、従来の医学的治療と同程度の効果が得られる可能性があり、また状況によっては、エクササイズと従来の医学的治療を組み合わせたものが、26種類の疾患に最も良好な転帰をもたらしたことが研究で示されている(131)。ここまでのレビューから導き出せることは、閉経後の女性全員とはいわないまでも、その大半にとって、エクササイズを実施する利点は、エクササイズを治療や生活習慣の改善に取り入れないことのリスクをはるかに上回るということである。閉経と加齢の悪影響を防ぐために、あらゆる機会を利用して、閉経期および閉経後の女性に適切なエクササイズとトレーニングのテクニックを指導するべきである。

トレーニングに関する留意点

閉経期および閉経後に非活動的な生活を送っている女性は、その期間にエクササイズを実施している女性に比べて閉経期の症状が重くなり、肥満度も高くなる(22)。したがって、エクササイズを日常に取り入れることは、すべての女性にとって有益であると考えられる。ただし、新たなエクササイズプログラムを導入する前に、いくつか留意すべき点がある。

かかりつけ医による医学的評価とスクリーニングを受けることで、エクササイズ参加を制限または禁忌とするようなリスク因子や疾患がないか確認することが強く推奨される。(a)複数のリスク因子や疾患を有する人や、非活動的でこれから運動強度を上げようと考えている人には、漸増運動負荷テストが推奨される(33,112)。(b)エクササイズを禁忌とする疾患として、コントロール不良の不整脈、亜急性心筋梗塞、不安定狭心症、進行性心不全、第3度房室ブロック、および重度の末梢神経障害などを特定する必要がある(14,114)。(c)エクササイズの個別モニタリングを必要とする疾患としては、心筋症、心臓弁膜症、複雑性の心室性期外収縮、コントロール不良の高血圧、コントロール不良の代謝疾患、脊椎圧迫骨折、股関節または骨盤の骨折、および重度のバランス障害などを特定する必要がある(14,114)。

ヘルスケア専門職、S&C専門職、およびその他のフィットネス専門職は、現在抱える疾患や服用している薬(処方箋薬、市販薬、生薬とホメオパシー薬、およびその他のサプリメントを含む)について把握しておかなければならない。これらの疾患や服用薬は、エクササイズに対する反応に影響を及ぼし、プログラムの実施方法に修正や変更を生じさせる可能性がある(132)。

筋骨格系傷害は、エクササイズプログラムの導入に伴い最も多くみられる傷害リスクである(61)。エクササイズプログラムの開始にあたっては、適切なウォームアップ(徐々に心拍数を上

げ、動的動作を伴う）とクールダウン（徐々に心拍数を下げ、急に活動を停止しない）を処方することが傷害予防のために重要である。またエクササイズ後のクールダウンには、バランスと静的ストレッチングの要素を取り入れることで、柔軟性や可動域を拡大し、筋骨格系機能を向上させる効果が期待できる（130）。

生活習慣の改善計画に取り入れるエクササイズを助言、デザイン、および追加する際には、エクササイズ様式に関する個人の好みを考慮する。新しい身体活動を導入する際には、クライアントの反応をモニタリングする。エクササイズプログラムは、クライアントのニーズに合わせて調整可能で、得られる健康増進効果を強化するものでなくてはならない（61）。

エクササイズプログラムの作成と処方

米国保健福祉省（U.S. Department of Health and Human Services）による「米国人のための身体活動ガイドライン」第2版（159）では、成人と高齢者に対するエクササイズの推奨事項を**表2**のように示している。閉経後の女性は、何もしないよりは多少の身体活動を実施したほうがよい（67）。日常生活動作を少しずつ段階的に変化させていくことで、非活動的な女性がより多く身体を動かすきっかけとなり、さらには日常生活動作以外でも行動がより活動的になる可能性がある。余暇の身体活動を増やすことは、メタボリックシンドロームのリスク低減と関連しており（28）、また時間の長さにかかわらず、中～高強度の身体活動や余暇活動を定期的に実施することは、健康に有益な効果をもたらす（74）。また長い座位時間の合間に、5分間立ち上がったり、軽い主観的運動強度のウォーキングを行なったりすると、代謝応答が改善されることが明らかになっている（66）。ただし閉経後の女性においては、中～高強度運動の実施時間を現在推奨されている150分/週よりも長くすることで、より高い健康効果が得られることが報告されている（39）。

エクササイズから効果を獲得し、それを維持するためには、運動継続率が重要である。閉経期の女性におけるエクササイズに対する障壁を克服するためには、個人の嗜好のほかに、社会的、情緒的、環境的、および心理学的要因の動的な相互作用を理解する必要がある（37,104）。そのためには面談のアプローチを用いて、どのような要因が運動継続率に影響を及ぼすかを評価し、また個々のクライアントにとって、具体的に何が障壁となりうるかを判断しなければならない（104）。パーソナルトレーナー／コーチとの1対1の対話は、一般的に閉経期の女性に好まれる面談方法であり、責任感を育む効果がある（37）。また、クライアントがどのような環境を好むかも、効果の違いに影響を及ぼす。屋内トレーニングは、高い運動強度を維持し、身体組成や最大酸素摂取量の改善に繋がるのに対し（87）、屋外トレーニングは、安静時血圧の低下や運動継続率の向上に繋がる（88）。トレーニングの時間を決め、週に1度クライアントと面談してトレーニングルーティンの構成と重要度を決定する。また責任感と結束力を高めるために、友人を誘って一緒に運動することをクライアントに提案する（104）。閉経期のクライアントのトレーニングプログラムを作成する際には、影響を及ぼすすべての要素を考慮に入れる。またエクササイズの継続を動機付けるためには、達成感や成功の感覚を得られるポジティブな環境を整えることが重要である。

クライアントの継続率に影響を及ぼすもうひとつの要因は、楽しいだけでなく、身体的および心理学的に効果のあるトレーニング様式を1つかそれ以上見つけることである。個別のトレーニング様式は、それぞれ単独でクライアントに効果をもたらすが、複数のト

表2　成人および高齢者のための身体活動ガイドライン（159）

成人
・成人は1日を通して身体を動かす時間を増やし、座っている時間を減らすべきである。 ・成人は、1週間に少なくとも150～300分（2.5～5時間）の中強度の有酸素性エクササイズ、または1週間に75～150分（1.5～2.5時間）の高強度の有酸素性エクササイズ、または1週間に中強度と高強度の有酸素性エクササイズを組み合わせて実施すべきである。そして、できれば1週間を通して実施することが望ましい。 ・1週間に300分（5時間）の中強度の身体活動を超える量に増やすことで、さらなる効果が得られる。 ・成人は、1週間に2日以上、すべての大筋群を対象とした中強度以上の筋力向上エクササイズを実施すべきである。
高齢者
成人向けのガイドラインは、高齢者にも適用される。加えて ・バランストレーニング、有酸素性、および筋力向上など複数の要素からなる身体活動を毎週取り入れる。 ・強度は体力レベルに応じて決定する。 ・慢性疾患は、定期的な身体活動を実施する能力に影響を与える可能性がある。安全性を維持するために、病状に応じて修正する。 ・健康状態や体力により、1週間に150分の中強度の有酸素性エクササイズを実施することが困難な場合は、能力や病状が許す範囲で身体活動を実施する。

レーニング様式を実施することで、健康全般と幸福感のさらなる改善に繋がる。そこで以下に、多様なトレーニング様式として、有酸素性、レジスタンス、インパクト、バランスとコーディネーション、柔軟性、および水中トレーニングについて説明する。

有酸素性トレーニング

有酸素性トレーニングは、大筋群を動員し、心拍数を上げる反復的でリズミカルな活動を多く含む。エクササイズプログラムや治療計画に取り入れる活動を選択する際には、クライアント個人の好みを考慮すべきである。ウォーキングは、閉経期の女性が好んで選択するエクササイズ様式とみられる(37)。**表2**に示したACSMによる成人向けのフィットネスガイドラインに従い、運動時間、頻度、または強度を調整して徐々に運動量を増やしていくことで、エクササイズ目標を達成し、それを維持する(30,55)。有酸素性トレーニングの漸進方法の例を**表3**に示した。運動強度は、最大心拍数(220－年齢)によるトレーニングゾーンを設定するか、0～10段階のBorgスケールによる主観的運動強度を用いてモニタリングする(30)。

スマートフォンのアプリケーションや歩数計、アクチグラフ(『Fitbit』や『Garmin』など)が増え、日々の身体活動の推定値を得られるようになったことで、フィットネス目標の達成を追跡および維持することが容易になっている。耐糖能異常を有する人においては、1日の歩数が2,000歩ずつ10,000歩まで増えるごとに、心臓血管系イベントの発生率が概して10％低下し、また心臓血管系イベントの発生件数が8％低下することが明らかになっている(83)。また、1日6,000歩以上を定期的に歩く中年女性を対象とした研究では、閉経の有無にかかわらず、心臓血管系疾患や糖尿病のリスクが低いことが示された(34)。減量や体重維持のためには1日10,000歩以上が必要との報告があるが(149)、非活動的な女性や複数のリスク因子を有する女性、疾患を有する女性に推奨するにあたっては注意が必要である。一般的に推奨されているのは、歩数を中強度に換算して100歩/分、30分で3,000歩程度である(83,106)。

レジスタンストレーニング

レジスタンストレーニングは、筋力と筋量、BMD、身体パフォーマンスと歩行速度、2型糖尿病、脂肪蓄積、心臓血管系の各種数値、脂質プロフィール、お

表3　閉経後の女性向けの有酸素性トレーニングの漸進例(30,32,43,55,106,159)

様式	有酸素性トレーニング
エクササイズの構成要素	ウォーキング、ジョギング、ランニング、ハイキング、自転車運動、ボート漕運動、クライミング、ステップ、ダンス、水泳その他のアクアエクササイズ
初級(初心者、複数のリスク因子がある、骨粗鬆症を有する、またはリスクが高いと考えられる人)	強度：低～中程度の強度(30～50％最大心拍数)、75～100歩/分 頻度：週3～5日、または強度を下げて毎日 時間：10～30分/日 量：歩数または移動距離で測定 パターン：連続したセッションを1回、または10分のセッションを複数回、目標時間に達するまで実施。 漸進：短時間のエクササイズから始めて、より長時間の連続運動に移行する。耐性の向上に合わせて、身体活動のペースや速度を徐々に上げていく。歩数や移動距離を増やす。
中級(ある程度のトレーニング経験がある、いくつかのリスク因子がある、骨減少症を有する、またはリスクが中程度と考えられる人)	強度：中～高強度(50～70％最大心拍数)、≧100歩/分 頻度：週3～5日、または強度を下げて毎日 時間：20～60分/日 量：歩数または移動距離で測定 パターン：連続したセッションを1回、または10～15分のセッションを複数回、目標時間に達するまで実施するか、インターバルトレーニングを実施。 漸進：課題に取り組む時間を増やす。耐性の向上に合わせて、身体活動のペースや速度を徐々に上げていく。歩数や移動距離を増やす。エクササイズ目標が達成されるまで漸進し、それを維持する。
上級(中級者向けのトレーニングを最近実施した経験がある、リスク因子がないか少ない、BMDが正常、またはリスクが低いと考えられる人)	強度：中～高強度(70～85％最大心拍数)、≧100歩/分 頻度：週3～5日、または強度を下げて毎日 時間：30～75分/日 量：歩数または移動距離で測定 パターン：連続したセッションを1回、またはインターバルトレーニングを実施。 漸進：課題に取り組む時間を増やす。耐性の向上に合わせて、身体活動のペースや速度を徐々に上げていく。歩数や移動距離を増やす。エクササイズ目標が達成されるまで漸進し、それを維持する。
注意事項	有酸素性エクササイズのテクニックと適切なパフォーマンスが重要である。 呼吸を止めるバルサルバ法は避ける。有酸素性エクササイズには、リズミカルな呼吸パターンが最適である。 筋骨格系の不調や痛みをモニタリングし、適切なウォームアップとクールダウンを実施する。

BMD＝骨密度

よびメンタルヘルスに有益な効果をもたらす(91,162)。閉経後の女性を対象とした研究では、1～3セットのレジスタンストレーニングによって、代謝、脂質、および筋力に有益な変化がみられたが、身体組成と脂肪蓄積に変化を引き起こすには3～6セットの量が必要であった(124)。レジスタンストレーニングによる筋力向上は、体幹の脂肪蓄積と逆相関関係にあり(129)、閉経後の女性における体重増加と身体組成の悪化を防ぐ長期的な方法となる(13)。**表2**に示した成人向けのフィットネスガイドラインは、レジスタンストレーニングの出発点となるが、さらなる効果を得るためには、**表4**に示すように、筋力やスキルの向上に応じてトレーニングの漸進方法を変えていくことである(137)。また、クライアントが伝統的なウェイトを用いたトレーニングを実施できない場合は、レジスタンスバンド(32)やアクアエクササイズ(19)などで筋力や安定性を向上させてから、陸上での伝統的なウェイトトレーニングに漸進することもできる。

インパクトトレーニング

骨粗鬆症を予防するには、インパクトトレーニングをエクササイズプログラムに取り入れて、閉経後の女性における骨の形成と維持を促す必要がある。運動時には、筋の収縮活動や身体に伝わる地面反力によって、骨に力学的な力が作用する。重力や筋への負荷によって身体に高い衝撃力が加わるエクササイズは、衝撃力の低いエクササイズや、重力の影響を受けない姿勢で行なうエクササイズに比べて、BMDにもたらす効果が大きいと考えられる(42,117)。**表5**に、様々な地面反力によって骨強度の向上を促す身体活動のリストを示した。骨粗鬆症の予防と管理のためのエクササイズ処方については、いくつかの専門職団体が**表6**のような指針を示している(14,30,40,42)。閉経後の女性において骨構造に最良の効果をもたらすためには、レジスタンスエクササイズやバランストレーニン

表4　閉経後の女性向けのレジスタンストレーニングの漸進およびエクササイズ例(30,55,137)

様式	レジスタンストレーニング
エクササイズの構成要素	1回のセッションに8～12種目のエクササイズを選択し、まず大筋群に重点を置く(脊椎／体幹、股関節、および下肢に負荷)。 次いで補助筋(胸部、背部、肩、および腕)を強化する。 また、失禁の予防または緩和のために、骨盤底筋を強化するエクササイズも取り入れる。 全体として、閉経後の女性における筋量の増加と維持に重点を置く。 トレーニングの目標を、初心者からエリートレベルのアスリートまで、個人の身体活動の目標に合わせて設定する。
初級(初心者、複数のリスク因子がある、骨粗鬆症を有する、またはリスクが高いと考えられる人)	強度：低強度、40～60% 1 RM 頻度：週2～3日 セット数：1～3 レップ数：8～12 休息：セット間に1～2分
中級(ある程度のトレーニング経験がある、いくつかのリスク因子がある、骨減少症を有する、またはリスクが中程度と考えられる人)	強度：中強度、60～80% 1 RM 頻度：週3～4日 セット数：2～4 レップ数：8～12 休息：セット間に1～2分 下肢のパワーセットを、30～70% 1 RMの低～中負荷で追加することを検討する。
上級(中級者向けのトレーニングを最近実施した経験がある、リスク因子がないか少ない、BMDが正常、またはリスクが低いと考えられる人)	強度：高強度、≧80% 1 RM 頻度：週4～6日 セット数：3～6 レップ数：8～12 休息：セット間に1～3分(高負荷の基本エクササイズについては休息時間を増やし、中負荷の場合は減らす)。 下肢のパワーセットを、50～85% 1 RMの中～高負荷で追加することを検討する。
注意事項	テクニックと適切なパフォーマンスが重要であり、有資格者による適切な監督を通じたテクニック指導が推奨される。 BMDが低い人は、脊椎を深く前屈させたり、捻ったりする動作は避ける。肩の傷害を防ぐため、頭上への挙上動作は注意して実施する。 バルサルバ法や10秒以上の等尺性筋活動は避ける。 初心者や虚弱な人は、自重エクササイズやアクアエクササイズから開始して、エクササイズバンドに漸進した後に、伝統的なダンベルやバーベルを導入することもできる。

BMD＝骨密度、RM＝最大反復回数

表5　インパクトを伴う自重負荷活動(40)	
強度 (体重に対する地面反力)	身体活動
低強度：BWの1～2倍	ウォーキング ランジ サイドランジ その場マーチ
低～中強度：BWの2～3倍	ラテラルステップアップ(15 cm) フォワードステップアップ(15 cm) ランニング ダンスステップ ステップアップ(30 cm)
中強度：BWの3～4倍	ラテラルステップアップ(30 cm) シングルレッグ・フォワードリープ シングルレッグホップ ジャンプテイクオフ・ヒールドロップ ジャンプスクワット サイドtoサイドジャンプ
中～高強度：BWの4～5倍	スタージャンプ フットストンプ 垂直跳び タックジャンプ
高強度：BWの5倍以上	サイドtoサイド・オーバーオブスタクル デプスジャンプ(30 cm) ドロップジャンプ(30 cm) フォワード／バックワードスクワットジャンプ バーティカルスクワットジャンプ

BW＝体重

グからなる複合エクササイズプログラムに、インパクトトレーニングを組み込む必要がある(14,38)。

バランスおよびコーディネーショントレーニング

閉経後のエクササイズプログラムにバランスおよびコーディネーショントレーニングを取り入れることで、バランスの改善、転倒の減少、安定性の向上、および身体機能の改善が期待できる(42,117)。固有受容感覚エクササイズは、筋力と身体位置の認識を向上させる上で重要である。固有受容器は中枢神経系に情報を送り、視覚や前庭の知覚情報とともに、スムーズでコントロールされた身体の動きを助ける(117)。閉経後の女性における筋力、姿勢制御、バランス、身体機能、および転倒予防を改善するために、いくつかの異なるエクササイズ様式が研究され、評価されている。閉経期の女性を対象としたバランストレーニングプログラム(シットtoスタンド、多方向へのステップ／マーチ、ステップアップ／ダウン、足関節、股関節、および上肢のバランス練習、側方リーチ課題、および手と目のコーディネーションと前庭バランスを高めるボールゲーム)の研究においては、トレーニングが加齢に伴い低下するバランス能力を維持または改善し、全体的な活動レベルの向上を促すことが明らかになっている(52)。ヨガのアイアンガーとハタの両スタイル、および立位のポーズ(山のポーズ、戦士のポーズⅠとⅡ、木のポーズ、椅子のポーズ、およびバッタのポーズ)は、バランス、可動性、およびその他の閉経期症状を改善することが明らかになっている(35,168)。太極拳は、閉経後の女性における姿勢、歩行、身体機能、閉経に関連するリスク因子、およびQOLを向上させる(31,162)。また太極拳の水中版であるアイチは、高齢者やパーキンソン病患者におけるバランスと機能的可動性を改善し、転倒を低減し、QOLを向上させる(85,148)。ピラティスは、骨粗鬆症の有無にかかわらず、閉経後の女性における筋力、姿勢制御、および身体組成を改善する(6,17)。型のあるダンス(社交ダンスやジャズダンス)は、体重移動と場所移動のトレーニングを通じて、身体組成、血液バイオマーカー、身体機能、および主観的な可動性とバランスを改善する(165)。したがって閉経後の女性のエクササイズプログラムには、バランス、コーディネーション、および固有受容感覚のトレーニングを取り入れるべきであり、**表7**にその例を示した。

柔軟性トレーニング

柔軟性トレーニングは、可動域の維持または拡大を目的に、エクササイズ前の動的ウォームアップの一環として、また、エクササイズ後の筋が温まっている状態で静的に実施する。静的ストレッチングは、軽い張りを感じるところで10～30秒保持し、それを2～4回繰り返して、1種目につき計60秒実施する(55)。ストレッチングは全身の大筋群すべてを対象とし、筋が硬くなったり弱くなったりしている部分を重点的に行なう(30,55)。単独で実施する柔軟性エクササイズは、週2～3回の頻度で、ストレッチングの前に低～中強度の有酸素性エクササイズや、湿熱パックまたは温浴などの外的手段で筋を温めてから実施する(55)。なお、就寝前に10分間のストレッチングを実施することで、閉経期の女性の身体症状や抑うつ症状が低減し、睡眠の質が改善することが明らかになっている(78)。

水中トレーニング

水中トレーニングは、閉経後の女性

表6　閉経後の女性向けのインパクトトレーニングの漸進およびエクササイズ例(14,30,40,42)	
様式	インパクトを伴う自重負荷トレーニング
エクササイズの構成要素	スキルや健康状態に応じて様々な種類のプライオメトリックエクササイズを選択する。 ジャンプ、ホップ、バウンド、スキップ、縄跳び、ボックスステップアップ、ボックスジャンプ、およびデプスジャンプ
初級(初心者、複数のリスク因子がある、骨粗鬆症を有する、またはリスクが高いと考えられる人)	強度：低～中強度、BWの１～２倍 頻度：週３～４日 セット数：5 レップ数：5～10 休息：セット間に１～２分 １セッションにつきジャンプ50回に漸進。
中級(ある程度のトレーニング経験がある、いくつかのリスク因子がある、骨減少症を有する、またはリスクが中程度と考えられる人)	強度：中～高強度、BWの２～４倍 頻度：週４～７日 セット数：３～５ レップ数：10～20 休息：セット間に１～２分 １セッションにつきジャンプ50回。 高さやウェイトベストを追加したり、方向性のある動作を取り入れることで強度を高めることができる。
上級(中級者向けのトレーニングを最近実施した経験がある、リスク因子がないか少ない、BMDが正常、またはリスクが低いと考えられる人)	強度：高インパクト、BWの３倍以上 頻度：週４～７日 セット数：３～５ レップ数：10～20 休息：セット間に１～２分 １セッションにつきジャンプ50回。 高さやウェイトベストを追加したり、方向性のある動作を取り入れることで強度を高めることができる。
注意事項	初心者の場合は、インパクトを伴う身体活動を導入する６～12週間前から、下肢と体幹の強化を開始する。 適切な着地方法を指導し、ゆっくりと漸進する。 インパクトエクササイズの合間にバランスおよび筋力向上エクササイズを挟む。 虚弱な人は監督下で、手すりやその他の安定した支えに手が届く範囲で実施する。また、痛みの有無を評価する。 失禁の問題を有する人は、骨盤底筋の強化に取り組み、足を大きく開いてジャンプすることは避ける。

BMD＝骨密度、BW＝体重

表7　閉経後の女性向けのバランストレーニングの漸進およびエクササイズ例(14,40,42)	
様式	バランストレーニング
エクササイズの構成要素	支持基底面を徐々に減らし、重心を動揺させ、姿勢保持にかかわる筋群に負荷をかけ、感覚入力を減らすような姿勢を選択する。 ヨガ、太極拳、アイチ、ピラティス、および型のあるダンスなどを検討する。
初級(初心者、複数のリスク因子がある、骨粗鬆症を有する、またはリスクが高いと考えられる人)	強度：難しい 頻度：週４～７日 レップ数：様々なエクササイズを用いて、バランスのために各10秒以上保持し、また可動性のために反対方向へ10歩以上移動する。
中級(ある程度のトレーニング経験がある、いくつかのリスク因子がある、骨減少症を有する、またはリスクが中程度と考えられる人)	強度：難しい 頻度：週４～７日 レップ数：様々なエクササイズを用いて、バランスのために各10～20秒以上保持し、また可動性のために反対方向へ10～20歩以上移動する。
上級(中級者向けのトレーニングを最近実施した経験がある、リスク因子がないか少ない、BMDが正常、またはリスクが低いと考えられる人)	強度：難しい 頻度：週４～７日 レップ数：様々なエクササイズを用いて、バランスのために各10～30秒以上保持し、また可動性のために反対方向へ10～30歩以上移動する。
注意事項	バランス能力が低下している人やBMDが低い人は、静的なエクササイズから開始し、動的バランスおよび可動性エクササイズへと漸進する。 他のトレーニングセッションまたは日常生活動作に組み込むことができる。 目を閉じて行なう課題は、手すりやその他の支えの近くで実施する。 虚弱な人は監督下で、手すりやその他の安定した支えに手が届く範囲で実施する。

BMD＝骨密度

が活動量を増やし、エクササイズに取り組むための実行可能な選択肢である。転倒の不安がある、関節炎を有している、またはその他の症状や疾患によって痛みがあったり、陸上での活動に支障がある女性には、水中でのエクササイズプログラムが有益と考えられる。水から頭を出して行なうアクアエクササイズに関する最近の系統的レビューでは、閉経後の女性において、上半身と下半身の筋力、柔軟性、機能的動作（短距離歩行、長距離歩行／ランニング、パワー、アジリティ、およびバランス）、BMD、およびQOLの向上が認められた(19)。水中環境は、水の流体力学的な特性によって比較的安全性が高く、運動生理学的な効果を維持しながら身体への影響を軽減することができるため、閉経後の女性に対するエクササイズプログラムにおいて優れた代替または追加要素となりうる。

おわりに

多目的のエクササイズプログラムは、閉経および加齢に関連する疾患のリスク因子に有益な効果をもたらす。本稿でレビューしたエビデンスは、閉経期から閉経後の全段階にある女性にとって、エクササイズは効果的な介入方法であることを示唆している。この集団におけるエクササイズは、筋骨格系、心臓血管系、代謝系、および免疫系に生理学的な効果をもたらし、また心理社会的にも、身体症状の低減、不安やうつの軽減、およびQOLの向上といった効果を有する。エクササイズは、閉経期の症状に対する一般的な医学的治療に追加できる比較的安全な方法であり、また閉経後の女性における健康全般を改善する手段である。閉経後の女性を対象としたエクササイズプログラムを作成する際には、個別的なアプローチをとり、それぞれのクライアントのニーズや好みに注意を払うことが推奨される。閉経後の女性のためのエクササイズプログラムは、伝統的な漸進方法と過負荷の原理を取り入れ、予防と健康全般、および幸福感の改善を念頭に置いて作成された、包括的なものでなくてはならない。◆

References

1. Abedi P, Nikkhah P, Najar S. Effect of pedometer-based walking on depression, anxiety and insomnia among postmenopausal women. *Climacteric* 18: 841–845, 2015.
2. Abildgaard J, Pedersen AT, Green CJ, et al. Menopause is associated with decreased whole body fat oxidation during exercise. *AM J Physiol Endocrinol Metab* 304: E1227–E1236, 2013.
3. Agil A, Abike F, Daskapan A, Alaca R, Tuzun H. Short-term exercise approaches on menopausal symptoms, psychological health, and quality of life in postmenopausal women. *Obstet Gunecol Int* 2010: 7, 2010.
4. Alfonso RF, Hachul H, Kozasa EH, et al. Yoga decreases insomnia in postmenopausal women: A randomized clinical trial. *Menopause* 19: 186–193, 2012.
5. Ammar T. Effects of aerobic exercise on blood pressure and lipids in overweight hypertensive postmenopausal women. *J Exerc Rehab* 11: 145–150, 2015.
6. Angin E, Erden Z, Can F. The effects of clinical Pilates exercise on bone mineral density, physical performance and quality of life of women with postmenopausal osteoporosis. *J Back Musculoskelet Rehab* 28: 849–858, 2015.
7. Arca EA, Martinelli B, Martin LC, Waisberg CB, Franco RJ. Aquatic exercise is as effective as dry land training to blood pressure reduction in postmenopausal hypertensive women. *Physiother Res Int* 19: 93–98, 2014.
8. Attarian H, Hachul H, Guttuso T, Phillips B. Treatment of chronic insomnia disorder in menopause: Evaluation of literature. *Menopause* 22: 1–11, 2014.
9. Bade G, Shah S, Nahar P, Vaidya S. Effect of menopause on lipid profile in relation to body mass index. *Chron Young Scientists* 5: 20–24, 2014.
10. Bailey TG, Cable NT, Aziz N, et al. Exercise training reduces the acute physiological severity of post-menopausal hot flushes. *J Physiol* 594: 657–667, 2016.
11. Baker FC, Willoughby AR, Sassoon SA, Colrain IM, Zambotti M. Insomnia in women approaching menopause: Beyond perception. *Psychoneuroendocrinol* 60: 96–104, 2015.
12. Barrett-Connor E. Menopause, atherosclerosis, and coronary artery disease. *Curr Opin Pharmacol* 13: 186–191, 2013.
13. Bea JW, Cussler EC, Going SB, et al. Resistance training predicts six-year body composition change in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1286–1295, 2010.
14. Beck BR, Daly RM, Singh MA, Taaffe DR. Exercise and Sports Science Australia position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. *J Sci Med Sport* 20: 438–445, 2017.
15. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke statistics—2019 update, a report from the American Heart Association. *Circulation* 139: e257–e280, 2019.
16. Berg G, Mesch V, Boero L, et al. Lipid and lipoprotein profile in menopausal transition. Effects of hormones, age, and fat distribution. *Horm Metab Res* 36: 215–220, 2004.
17. Bergamin M, Gobbo S, Bullo V, et al. Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition; results form a pilot study in a group of post-menopausal women. *Age (Dordr)* 37: 118, 2015.
18. Berin E, Hammer M, Lindblom H, et al. Resistance training for hot flushes in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Maturitas* 126: 55–60, 2019.
19. Binkley HM, Rudd LE. Head-out aquatic exercise for generally healthy postmenopausal women: A systematic review. *J Phys Act Health* 16: 76–97, 2019.
20. Bittar ST, Maeda SS, Marone MM, Santili C. Physical exercises with free weights and elastic bands can improve body composition parameters in postmenopausal women: WEB protocol with a randomized controlled trial. *Menopause* 23: 383–389, 2016.
21. Black DM, Rosen CJ. Postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med* 374: 245–262, 2016.
22. Blumel JE, Fica J, Chedraui P, et al. Sedentary lifestyle in middle-aged women is associated with severe menopausal symptoms and obesity. *Menopause* 23: 488–493, 2016.
23. Bocalini DS, Serra AJ, Santos L, Murad N, Levey RF. Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *J Aging Health* 21: 519–527, 2009.
24. Brand JS, Van Der Schouw YT, Onland-Moret NC, et al. Age at menopause,

reproductive life span, and type 2 diabetes risk. *Diabet Care* 36: 1012–1019, 2013.
25. Bremer E, Jallo N, Rodgers B, Kinser P, Dautovich N. Anxiety in menopause: A distinctly different syndrome? *J Nurse Pract* 15: 374–378, 2019.
26. Brown M, Birge SJ, Kohrt WM. Hormone replacement therapy does not augment gains in muscle strength or fat-free mass in response to weight-bearing exercise. *J Gerontol* 52A: B166–B170, 1997.
27. Cagnacci A, Cannoletta M, Palma F, et al. Menopausal symptoms and risk factors for cardiovascular disease in postmenopause. *Climacteric* 15: 157–162, 2012.
28. Cho ER, Shin A, Kim J, Jee SH, Sung J. Leisure-time physical activity is associated with a reduced risk for metabolic syndrome. *Ann Epidemiol* 19: 784–792, 2009.
29. Choi J, Guiterrez Y, Gilliss C, Lee KA. Physical activity, weight, and waist circumference in midlife women. *Health Care Women Int* 33: 1086–1095, 2012.
30. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Singh MA, et al. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sport Exerc* 41: 1510–1530, 2009.
31. Chyu MC, James CR, Sawyer SF, et al. Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopaenia: A randomized clinical study. *Clinc Rehab* 24: 1080–1090, 2010.
32. Colado JC, Triplett NT, Tella V, Saucedo P, Abellan J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *Eur J Appl Physiol* 106: 113–122, 2009.
33. Colberg SR, Albright AL, Blissmer BJ, et al. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and American Diabetes Association joint position statement. *Med Sci Sport Exerc* 42: 2282–2303, 2010.
34. Colpani V, Oppermann K, Spritzer PM. Association between habitual physical activity and lower cardiovascular risk in premenopausal, perimenopausal, and postmenopausal women: A population-based study. *Menopause* 20: 522–531, 2012.
35. Cramer H, Peng W, Lauche R. Yoga for menopausal symptoms: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas* 109: 13–25, 2018.
36. Daley A, Stokes-Lampard H, MacArthur C. Exercise for vasomotor menopausal symptoms. *Cochrane Database Syst Rev* 5: CD006108, 2011.
37. Daley A, Stokes-Lampard H, Wilson S, et al. What women want? Exercise preferences of menopausal women. *Maturitas* 68: 174–178, 2011.
38. Daley AJ, Thomas A, Foalfe AK, et al. The effectiveness of exercise as treatment for vasomotor menopausal symptoms: Randomized controlled trial. *Br J Obstet Gynaecol* 122: 565–575, 2015.
39. Dalleck LC, Allen BA, Hanson BA, et al. Dose-response relationship between moderate-intensity exercise duration and coronary heart disease risk factors in postmenopausal women. *J Womens Health* 18: 105–113, 2009.
40. Daly RM, Via JD, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW. Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: An evidence-based guide to the optimal prescription. *Braz J Phys Ther* 23: 170–180, 2019.
41. Davis SR, Castelo-Branco C, Chedruai P, et al. Understanding weight gain at menopause. *Climacteric* 15: 419–429, 2012.
42. Dipietro L, Campbell WW, Buchner DM, et al. Physical activity, injurious falls, and physical function in aging: An umbrella review. *Med Sci Sport Exerc* 51: 1303–1313, 2019.
43. Earnest CP, Johannsen NM, Swift DL, et al. Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *Am J Cardiol* 111: 1805–1811, 2013.
44. El-Shamy FF, El-Kosery SM, El-Bigawy AF. Effects of aerobic exercise on postmenopausal women with major depression. *BR J Appl Sci Tech* 3: 214–219, 2013.
45. Elavsky S, Gonzales JU, Proctor DN, Williams N, Henderson VW. Effects of physical activity on vasomotor symptoms: Examination using objective and subjective measures. *Menopause* 19: 1095–1103, 2012.
46. Erbil N. Attitudes towards menopause and depression, body image of women during menopause. *Alexandria J Med* 54: 241–246, 2018.
47. Fenton AJ. Premature ovarian insufficiency: Pathogenesis and management. *J Midlife Health* 6: 147–153, 2015.
48. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Beck YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause* 18: 1–5, 2011.
49. Franklin RM, Ploutz-Snyder L, Kanaley JA. Longitudinal changes in abdominal fat distribution with menopause. *Metab Clin Exper* 58: 311–315, 2009.
50. Friedenreich CM, Neilson HK, Woolcott CG, et al. Changes in insulin resistance indicators, IGFs and adipokines in a year-long trial of aerobic exercise in postmenopausal women. *Endocr Relat Cancer* 18: 357–369, 2011.
51. Friedenreich CM, Woolcott CG, McTiernan A, et al. Adiposity changes after a 1-year aerobic exercise intervention among postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Inter J Obes* 35: 427–435, 2011.
52. Fu S, Choy L, Nitz J. Controlling balance decline across the menopause using a balance-strategy training program: A randomized controlled trial. *Climacteric* 12: 165–176, 2009.
53. Gameiro CM, Romao F, Castelo-Broanco C. Menopause and aging: Changes in the immune system: A review. *Maturitas* 67: 316–320, 2010.
54. Gandhi J, Chen A, Dagur G, et al. Genitourinary syndrome of menopause; an overview of clinical manifestations, pathophysiology, etiology, evaluation, and management. *Am J Obstet Gynecol* 215: 704–711, 2016.
55. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sport Exerc* 43: 1334–1359, 2011.
56. Garcia-Ortiz L, Recio-Rodriguez JI, Puig-Ribera A, et al. Blood pressure circadian pattern and physical exercise assessment by accelerometer and 7-day physical activity recall scale. *Am J Hypertens* 27: 665–673, 2014.
57. Geer EB, Shen W. Gender differences in insulin resistance, body composition, and energy balance. *Gend Med* 6: 60–75, 2009.
58. Georgakis MK, Thomopoulos TP, Diamantaras AA, et al. Association of age at menopause and duration of reproductive period with depression after menopause a systematic review and meta-analysis. *JAMA Psychiatry* 73: 139–149, 2016.
59. Ghosh M, Rodriguez-Garcia M, Wira CR. The immune system in menopause: Pros and cons of hormone therapy. *J Steroid Bochem Mol Biol* 142: 171–175, 2014.
60. Greendale GA, Sowers MF, Han W, et al. Bone mineral density loss in relation to the final menstrual period in a multiethnic cohort: Results for the Study of Women's Health Across the Nation (SWAN). *J Bone Min Res* 27: 111–118, 2012.
61. Grindler NM, Santoro NF. Menopause and exercise. *Menopause* 22: 1351–1358, 2015.
62. Grossman JA, Arigo D, Bachman JL. Meaningful weight loss in obese

postmenopausal women: A pilot study of high-intensity interval training and wearable technology. *Menopause* 25: 465–470, 2017.
63. Guimaraes AC, Baptista F. Influence of habitual physical activity on the symptoms of climacterium/menopause and the quality of life of middle-aged women. *Int J Womens Health* 3: 319–328, 2011.
64. Gurka MJ, Vishnu A, Sante RJ, De Boer MD. Progression of metabolic syndrome severity during the menopausal transition. *J Am Heart Assoc* 5: e003609, 2016.
65. Gutierrez CV, Luque GT, Medina GM, et al. Influence of exercise on mood in postmenopausal women. *J Clin Nurs* 21: 923–928, 2012.
66. Henson J, Davies MJ, Bodicoat DH, et al. Breaking up prolonged sitting with standing or walking attenuates the postprandial metabolic response in postmenopausal women: A randomized acute study. *Diabetes Care* 39: 130–138, 2016.
67. Henriquez S, Monsalves-Alvarez M, Jimenez T, et al. Effects of two training modalities on body fat and insulin resistance in postmenopausal women. *J Strength Cond Res* 31: 2955–2964, 2017.
68. Hess R, Thurston RC, Hays RD, et al. The impact of menopause on health-related quality of life: Results from the STRIDE longitudinal study. *Qual Life Res* 21: 535–544, 2012.
69. Hill DA, Crider M, Hill SR. Hormone therapy and other treatments for symptoms of menopause. *Am Fam Physician* 94: 884–889, 2016.
70. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health* 1: 40–43, 2015.
71. Huang AJ, Grady D, Jacoby VL, et al. Persistent hot flushes in older postmenopausal women. *Arch Intern Med* 168: 840–846, 2008.
72. Huang PL. A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Dis Mod Mech* 2: 231–237, 2009.
73. Ismail I, Keating SE, Baker MK, Johnson NA. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obes Rev* 13: 68–91, 2011.
74. Jakicic JM, Kraus WE, Powell KE, et al. Association between bout duration of physical activity and health: Systematic review. *Med Sci Sport Exerc* 51: 1213–1219, 2019.
75. Jehan S, Masters-Isarilov A, Salifu I, et al. Sleep disorders in postmenopausal women. *J Sleep Disord Ther* 4: 1000212, 2015.
76. Jeon K, Lee S, Hwang MH. Effect of combined circuit exercise on arterial stiffness in hypertensive postmenopausal women. *Menopause* 25: 1442–1447, 2018.
77. Jorge ML, deOliveira VN, Resende NM, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabol Clin Exper* 60: 1244–1252, 2011.
78. Kai Y, Nagamatsu T, Kitabatake Y, Sensui H. Effects of stretching on menopausal and depressive symptoms in middle-aged women: A randomized controlled trial. *Menopause* 23: 827–832, 2016.
79. Khadilkar SS. Musculoskeletal disorders and menopause. *J Obst Gyencol India* 69: 99–103, 2019.
80. Kline CE, Sui X, Hall MA, et al. Dose-response effects of exercise training on the subjective sleep quality of postmenopausal women: Exploratory analyses of a randomized controlled trial. *BMJ Open* 2: 1–9, 2012.
81. Kohrt WM, Ehsani AA, Birge SJ. HRT preserves increases in bone mineral density and reductions in body fat after a supervised exercise program. *J Appl Physiol* 84: 1506–1512, 1998.
82. Kohrt WM, Snead DB, Slatopolsky E, Birge SJ. Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. *J Bone Min Res* 10: 1303–1311, 1995.
83. Kraus WE, Janz KF, Powell KE, et al. Daily step counts for measuring physical activity exposure and its relation to health. *Med Sci Sport Exerc* 51: 1206–1212, 2019.
84. Krentz AJ, Viljoen A, Sinclair A. Insulin resistance: A risk marker for disease and disability in the older person. *Diabet Med* 30: 535–548, 2013.
85. Kurt EE, Buyuktuaran B, Buyukturan O, Erdem HR, Tucan F. Effects of Ai Chi on balance, quality of life, functional mobility, and motor impairment in patients with Parkinson's disease. *Disabil Rehab* 40: 791–797, 2018.
86. Kvam S, Kleppe CL, Nordhus IH, Hovland A. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis. *J Affect Dis* 202: 67–86, 2016.
87. Lacharite-Lemieux M, Dionne IJ. Physiological responses to indoor versus outdoor training in postmenopausal women. *J Aging Phys Act* 24: 275–283, 2016.
88. Lacharite-Lemieux M, Jean-Pierre B, Dionne IJ. Adherence to exercise and affective responses comparison between outdoor and indoor training. *Menopause* 22: 731–740, 2015.
89. Latosik E, Zubrzychi IZ, Ossowski Z, et al. Physiological responses associated with nordic-walking training in systolic hypertensive postmenopausal women. *Phys Act Sport Health* 43: 185–190, 2014.
90. Lejskova M, Suchanek M, Zecova S, Pitha J. Menopause: Clustering of metabolic syndrome components and population changes in insulin resistance. *Climacteric* 14: 83–91, 2011.
91. Leite RD, Prestes J, Pereira GB, Shiguemoto GE, Perez SE. Menopause: Highlighting the effects of resistance training. *Sports Med* 31: 761–767, 2010.
92. Ley SH, Li Y, Tobias DK, et al. Duration of reproductive life span, age at menarche, and age at menopause are associated with risk of cardiovascular disease in women. *J Am Heart Assoc* 6: 1–11, 2017.
93. Libardi CA, Bonganha V, Conceicao MS, et al. The periodized resistance training promotes similar changes in lipid profile in middle-aged men and women. *J Sports Med Phys Fit* 52: 286–292, 2012.
94. Lima R, Wofford M, Reckelhoff JF. Hypertension in postmenopausal women. *Curr Hypertens Rep* 14: 254–260, 2012.
95. Llaneza P, Garcia-Portilla MP, Llaneza-Suarez D, Armott B, Perez-Lopez FR. Depressive disorders and the menopause transition. *Maturitas* 71: 120–130, 2012.
96. Lobelo F, Stoutenberg M, Hutber A. The exercise is medicine global health initiative: A 2014 update. *Br J Sports Med* 48: 1627–1633, 2014.
97. Lobo RA, Davis SR, De Villiers TJ, et al. Prevention of diseases after menopause. *Climacteric* 17: 540–556, 2014.
98. Maas AH, Franke HR. Women's health in menopause with a focus on hypertension. *Neth Heart J* 17: 68–72, 2009.
99. Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 9: 186–197, 2009.
100. Mandrup CM, Egelund J, Nyberg M, et al. Effects of high-intensity training on cardiovascular risk factors in premenopausal and postmenopausal women. *Am J Obstet Gynecol* 216: 384, 2017.
101. Mansikkamaki K, Nygard CH, Raitanen J, et al. Hot flushes among aging women: A 4-year follow-up study to a randomized controlled trial. *Maturitas* 88: 84–89, 2016.
102. Mansikkamaki K, Raitanen J, Nygard CH, et al. Sleep quality and aerobic training

among menopausal women: A randomized controlled trial. *Maturitas* 27: 339–345, 2012.
103. Mansikkamaki K, Raitanen J, Malila N, et al. Physical activity and menopause-related quality of life: A population-based cross-sectional study. *Maturitas* 80: 69–74, 2015.
104. McArthur D, Dumas A, Woodend K, Beach S, Stacey D. Factors influencing adherence to regular exercise in middle-aged women: A qualitative study to inform clinical practice. *BMC Womens Health* 14: 49–56, 2014.
105. McGuire A, Seib C, Anderson D. Factors predicting barriers to exercise in midlife Australian women. *Maturitas* 87: 61–66, 2016.
106. Marshall SJ, Levy SS, Tudor-Locke CE, et al. Translating physical activity recommendations into a pedometer-based step goal. *Am J Prev Med* 36: 410–415, 2009.
107. Martins FM, Souza AP, Nunes PR, et al. High-intensity body weight training is comparable to combined training in changes in muscle mass, physical performance, inflammatory markers and metabolic health in postmenopausal women at high risk for type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial. *Exper Gerontol* 107: 108–115, 2018.
108. Martyn-StJames M, Carrol S. A meta-analysis of impact exercise on postmenopausal bone loss: The case for mixed loading exercise programmes. *Br J Sports Med* 43: 898–908, 2009.
109. Martyn-StJames M, Carrol S. Effects of different impact exercise modalities on bone mineral density in premenopausal women: A meta-analysis. *J Bone Miner Metab* 28: 251–267, 2010.
110. Mason C, Foster-Schubert KE, Imayama I, et al. Dietary weight loss and exercise effects on insulin resistance in postmenopausal women. *Am J Prevent Med* 41: 366–375, 2011.
111. Mastrangelo MA, MacFarlane S, Woodrow K, et al. Effect of circuit training on menopausal symptoms and quality of life. *J Women Health Phys Ther* 34: 58–63, 2010.
112. Mendoza N, Teres C, Cano A, et al. Benefits of physical exercise in postmenopausal women. *Maturitas* 93: 83–88, 2016.
113. Mikkelsen K, Stojanovska L, Polenakovic M, Bosevski M, Apostolopoulos V. Exercise in mental health. *Maturitas* 106: 48–56, 2017.
114. Mishra N, Mishra VN, Devanshi. Exercise beyond menopause: Dos and don'ts. *J Mid-life Health* 2: 51–56, 2011.
115. Miszko TA, Cress ME. A lifetime of fitness exercise in the perimenopausal and postmenopausal women. *Clin Sports Med* 19: 215–232, 2000.
116. Monterrosa-Castro A, Blumel JE, Portela-Buelvas K, et al. Type II diabetes mellitus and menopause: A multinational study. *Climacteric* 16: 663–672, 2013.
117. Moreira LD, Oliveira ML, Lirani-Galvao AP, et al. Physical exercise and osteoporosis: Effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metab* 58: 514–522, 2014.
118. Muka T, Asllanaj E, Avazverdi N, et al. Age at natural menopause and risk of type 2 diabetes: A prospective cohort study. *Diabetologia* 60: 1951–1960, 2017.
119. Mulhall S, Andel R, Anstey KJ. Variation in symptoms of depression and anxiety in midlife women by menopausal status. *Maturitas* 108: 7–12, 2018.
120. Murphy SL, Xu J, Kochanek KD, Arias E. *Mortality in the United States, 2017. NCHS Data Brief, No. 328*. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2017.
121. National Center for Health Statistics. *Health, United States, 2018*. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2019. Available at: https://www/cdc.gov/nchs/hus/contents2018/htm#Table_025. Accessed August 1, 2020.
122. Nelson HD, Humphrey LL, Nygren P, Teutsch SM, Allan JD. Postmenopausal hormone replacement therapy scientific review. *JAMA* 288: 872–881, 2002.
123. Noble N. Hormone replacement therapy: An update and practical prescribing. *J Prescrib Pract* 2: 91–97, 2020.
124. Nunes PR, Barcelos LC, Oliveira AA, et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: Controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age* 38: 40, 2016.
125. Nunes PRP, Martins FM, Souza AP, et al. Effect of high-intensity interval training on body composition and inflammatory markers in obese postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Menopause* 26: 256–264, 2019.
126. Nunes PRP, Oliveira AA, Martins FM, Souza AP, Orsatti FL. Effect of resistance training volume on walking speed performance in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Exper Gerontol* 97: 80–88, 2017.
127. O'Neill S, O'Driscoll L. Metabolic syndrome: A closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. *Obes Rev* 16: 1–12, 2015.
128. Olivera PF, Gadelha AB, Gauche R, et al. Resistance training improves isokinetic strength and metabolic syndrome-related phenotypes in postmenopausal women. *Clin Intervent Aging* 10: 1299–1304, 2015.
129. Orsatti FL, Nahas EAP, Orsatti CL, et al. Muscle mass gain after resistance training is inversely correlated with trunk adiposity gain in postmenopausal women. *J Strength Cond Res* 26: 2130–2139, 2012.
130. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *Int J Sport Phys Ther* 7: 109–119, 2012.
131. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine: Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 25(Suppl 3): 1–72, 2015.
132. Perez KS, Garber CE. Exercise prescription for the menopausal years promoting and enhancing well-being. *Health Fit J* 15: 8–14, 2011.
133. Pu D, Tan R, Yu Q, Wu J. Metabolic syndrome in menopause and associated factors: A meta-analysis. *Climacteric* 20: 583–591, 2017.
134. Punthakee Z, Goldenberg R, Katz P. Definition, classification and diagnosis of diabetes, prediabetes and metabolic syndrome. *Can J Diabetes* 42: 510–515, 2018.
135. Raastad T, Kvernvik KJ, Johansen MA, et al. Marked improvement in physical function through gains in muscle strength and thigh muscle size after heavy-lead strength training in women with established postmenopausal osteoporosis. *J Osteopor Phys* 3: 136, 2015.
136. Rahman I, Akesson A, Wolk A. Relationship between age at natural menopause and risk of heart failure. *Menopause* 22: 12–16, 2015.
137. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sport Exerc* 41: 687–708, 2009.
138. Reaven GM. Relationships among insulin resistance, type 2 diabetes, essential hypertension, and cardiovascular disease: Similarities and differences. *J Clin Hypertens* 13: 238–243, 2011.
139. Rossi FE, Fortaleza AC, Neves LM, et al. Combined training (aerobic plus strength) potentiates a reduction in body fat but demonstrates no difference on the lipid profile in postmenopausal women when compared with aerobic training with a similar training load. *J Strength Cond Res* 30: 226–234, 2016.

140. Rubio-Arias JA, Marin-Cascales E, Ramos-Campor DJ, Hernandez AV, Perez-Lopez FR. Effect of exercise on sleep quality and insomnia in middle-aged women: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Maturitas* 100: 49–56, 2017.
141. Santilli V, Bernetti A, Mangone M, Paoloni M. Clinical definition of sarcopenia. *Clin Cases Mineral Bone Metab* 11: 177–180, 2014.
142. Santoro N, Taylor ES, Randolph JF. Reproductive hormones and the menopause transition. *Obstet Gynecol Clin North Am* 38: 455–466, 2011.
143. Sassarini J. Depression in midlife women. *Maturitas* 94: 149–154, 2016.
144. Schuch FB, Pinto SS, Begatini NC, et al. Water-based exercise and quality of life in women: The role of depressive symptoms. *Women Health* 54: 161–175, 2014.
145. Seguin R, Buchner DM, Liu J, et al. Sedentary behavior and mortality in older women: The women's health initiative. *Am J Prev Med* 46: 122–135, 2014.
146. Seguin R, LaMonte M, Tinker L, et al. Sedentary behavior and physical function decline in older women: Findings from the women's health initiative. *J Aging Res* 2012: 271589, 2012.
147. Sipila S, Taaffe DR, Cheng S, et al. Effects of hormone replacement therapy and high-impact physical exercise on skeletal muscle in post-menopausal women: A randomized placebo-controlled study. *Clin Sci* 101: 147–157, 2001.
148. Skinner EH, Dinh T, Hewitt M, Piper R, Thwaites C. An Ai chi-based aquatic group improves balance and reduces falls in community-swelling adults: A pilot observational cohort study. *Physiother Theor Pract* 32: 581–590, 2016.
149. Smith KJ, Gall SL, McNaughton SA, et al. Lifestyle behaviors associated with 5-year weight gain in a prospective cohort of Australian adults aged 26–36 years at baseline. *BMC Pub Health* 17: e1–e12, 2017.
150. Soares CN, Maki PM. Menopausal transition, mood, and cognition: An integrated view to close the gaps. *Menopause* 17: 812–814, 2010.
151. Souza HC, Tezini GC. Autonomic cardiovascular damage during postmenopause: The role of physical training. *Aging Dis* 6: 320–328, 2013.
152. Stefanska A, Bergmann K, Sypniewska G. Metabolic syndrome and menopause: Pathophysiology, clinical and diagnostic significance. *Adv Clin Chem* 72: 1–75, 2015.
153. Swapnali RK, Kisan R, Jayaprakash-Murthy DS. Effect of menopause on lipid profile and apolipoproteins. *Al Ameen J Med Sci* 4: 221–228, 2011.
154. Swift DL, Earnest CP, Katzmarzyk PT, et al. The effect of different doses of aerobic exercise training on exercise blood pressure in overweight and obese postmenopausal women. *Menopause* 19: 503–509, 2012.
155. Szmuilowicz ED, Stuenkel CA, Seely EW. Influence of menopause on diabetes and diabetes risk. *Nat Rev Endocrinol* 5: 553–558, 2009.
156. Terauchi M, Hiramitsu S, Akiyoshi M, et al. Associations between anxiety, depression and insomnia in peri- and post-menopausal women. *Maturitas* 72: 61–65, 2012.
157. Thurston RC, Khoudary SR, Sutton-Tyrrell K, et al. Vasomotor symptoms and lipid profiles in women transitioning through menopause. *Obstet Gynecol* 119: 753–761, 2012.
158. U.S. Census Bureau. *Annual Estimates of the Resident Population for Selected Age Groups by Sex for the United States, States, Counties and Puerto Rico Commonwealth and Municipios: April 1, 2010 to July 1, 2017*. Suitland-Silver Hill, MD: U.S. Census Bureau Population Division, 2018.
159. US Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans* (2nd ed). Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2018.
160. Vina J, Sanchis-Gomar F, Martinex-Bello V, Gomez-Cabrera MC. Exercise acts as a drug; the pharmacological benefits of exercise. *Br J Pharmacol* 167: 1–12, 2012.
161. Vivian-Taylor J, Hickey M. Menopause and depression: Is there a link? *Maturitas* 79: 142–146, 2014.
162. Wayne PM, Kiel DP, Buring JE, et al. Impact of tai chi exercise on multiple fracture-related risk factors in post-menopausal osteopenic women: A pilot programmatic, randomized trial. *BMC Complement Altern Med* 12: e1–e12, 2012.
163. Westcott WL. Resistance training is medicine: Effects on strength training on health. *Curr Sports Med Rep* 11: 209–216, 2012.
164. Wooten JS, Phillips MD, Mitchell JB, et al. Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *Int J Sports Med* 32: 7–13, 2011.
165. Wong A, Figueroa A, Son WM, Chernykh O, Park SY. The effects of stair climbing on arterial stiffness, blood pressure, and leg strength in postmenopausal women with state 2 hypertension. *Menopause* 25: 1–7, 2018.
166. Yan AF, Cobley S, Chan C, et al. The effectiveness of dance interventions on physical health outcomes compared to other forms of physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med* 48: 933–951, 2018.
167. Yang PY, Ho KH, Chen HC, Chien MY. Exercise training improves sleep quality in middle-aged and older adults with sleep problems: A systematic review. *J Physiother* 58: 157–163, 2012.
168. Youkhana S, Dean CM, Wolff M, Sherrington C, Tiedemann A. Yoga-based exercise improves balance and mobility in people aged 60 and over; a systematic review and meta-analysis. *Age Aging* 45: 21–29, 2016.

From Strength and Conditioning Journal
Volume 43, Number 4, pages 87-104.

著者紹介

Helen M. Binkley：
Middle Tennessee State Universityのアスレティックトレーニングプログラム責任者。

Kristi L. Phillips：
Middle Tennessee State Universityのアスレティックトレーニングプログラムのクリニカルコーディネーター。

Stephanie L. Wise：
Middle Tennessee State Universityのアスレティックトレーニングプログラムの非常勤教職員。