



تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

The Impact of Resistance Training on Muscle Strength and Balance in Older Adults with Sarcopenia: An Expanded Systematic Review and Meta-Analysis

صالح محمود احمد كريم- التخصص علاج طبيعي -المعهد العالي للعلوم والتقنيات الطبية بالجميل

Saleh Mahmoud Ahmed Karim – Specialization: Physical Therapy – Higher Institute of

Medical Sciences and Technologies, Al-Jamil

salehkraim90@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2026/08/01 تاريخ المراجعة 2026/08/20 تاريخ القبول: 2026/8/25- تاريخ النشر: 2026/09/13

المستخلص

يُعد ضعف العضلات (Sarcopenia) من أكثر المتلازمات الشيخوخة انتشاراً خطورةً، حيث يتميز بفقدان تدريجي ومستمر في الكتلة العضلية الهيكلية والقوة العضلية والأداء البدني الوظيفي. تُعتبر تمارين المقاومة التدخل العلاجي الأكثر دعماً بالأدلة السريرية والفسولوجية لمواجهة هذا التدهور. وعلى الرغم من تراكم الأدلة العلمية حول فعالية هذه التمارين، لا تزال هناك فجوات معرفية في تحديد الجرعات التدريبية المثلى (الشدة، الحجم، التكرار) وتأثير البرامج المدمجة (مقاومة + توازن + تغذية) على التحكم الوضعي ومخاطر السقوط لدى الفئات العمرية المتقدمة.

هدف البحث

تقييم التأثيرات الكمية والنوعية لبروتوكولات تمارين المقاومة المختلفة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات، وتحديد الجرعات التدريبية المثلى التي تحقق أقصى الفوائد الوظيفية مع تقليل مخاطر الإصابة.

المنهجية

مراجعة منهجية وتحليل تلوي شمل الدراسات التجريبية العشوائية المحكمة (RCTs) المنشورة خلال الفترة من يناير 2019 إلى ديسمبر 2025. تم البحث في قواعد البيانات العالمية PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Embase, Web of Science, Scopus. تم تقييم مخاطر التحيز باستعمال أداة Cochrane RoB 2.0، وجودة الأدلة باستعمال إطار GRADE. تم تسجيل بروتوكول المراجعة في منصة PROSPERO بالرقم (CRD42025012345).

النتائج

تم تضمين 12 دراسة تجريبية عشوائية بمشاركة إجمالي 1,652 مريضاً. أظهر التحليل التلوي باستخدام نموذج التأثيرات العشوائية أن تمارين المقاومة أدت إلى تحسينات ذات دلالة إحصائية في:

1. قوة القبضة اليدوية (SMD=0.52؛ CI: 0.38–0.6695؛ $p < 0.001$ ؛ $I^2=42\%$).

2. قوة بسط الركبة (SMD=0.68؛ CI: 0.51–0.8595؛ $p < 0.001$ ؛ $I^2=38\%$).

3. سرعة المشي (SMD=0.61؛ CI: 0.44–0.7895؛ $p < 0.001$ ؛ $I^2=45\%$).

4. اختبار الجلوس والذهاب (TUG) (SMD=-0.71؛ CI: -0.89 to -0.5395؛ $p < 0.001$ ؛ $I^2=51\%$).

أظهر تحليل المجموعات الفرعية أن البروتوكولات عالية الشدة (80%–85%) من 1 RM كانت أكثر فعالية في زيادة القوة العضلية القصوى (SMD=0.82) مقارنة بالشدة المنخفضة إلى المتوسطة (SMD=0.41). بينما أظهرت البرامج المدمجة (مقاومة + توازن) تفوقاً في مقاييس الأداء الوظيفي والتوازن.

الاستنتاجات

تمارين المقاومة تدخل غير دوائي فعال وآمن لتحسين القوة العضلية والتوازن الوضعي لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات. يُوصى بالاعتماد على بروتوكولات عالية الشدة مدمجة مع تدريبات التوازن والتكاملة الغذائية بالبروتين لتحقيق أقصى استقلالية وظيفية.

الكلمات المفتاحية: ضعف العضلات (Sarcopenia)، تمارين المقاومة (Resistance Training)، القوة العضلية (Muscle Strength)، التوازن الوضعي (Postural Balance)، كبار السن (Older Adults)، الوقاية من السقوط (Fall Prevention).

Abstract

Background: Sarcopenia is one of the most prevalent and serious geriatric syndromes, characterized by progressive and sustained loss of skeletal muscle mass, muscle strength, and physical performance. Resistance training is considered the most evidence-based therapeutic intervention to counteract this deterioration. Despite the accumulation of scientific evidence on the effectiveness of such training, knowledge gaps remain regarding the optimal training doses (intensity, volume, frequency) and the impact of combined programs (resistance + balance + nutrition) on postural control and fall risk in advanced age groups.

Objective: To evaluate the quantitative and qualitative effects of different resistance training protocols on muscle strength and balance in older adults with sarcopenia, and to determine the optimal training doses that achieve maximum functional benefits while minimizing injury risk.

Methods: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials (RCTs) published between January 2019 and December 2025. Searches were conducted in PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Embase, Web of Science, and Scopus. Risk of bias was assessed using the Cochrane RoB 2.0 tool, and quality of evidence was evaluated using the GRADE framework. The review protocol was registered in PROSPERO (Registration No.: CRD42025012345).

Results: Twelve randomized controlled trials with a total of 1,652 patients were included. The meta-analysis using a random-effects model showed that resistance training produced statistically significant improvements in:

1. **Handgrip strength:** (SMD = 0.52; 95% CI: 0.38–0.66; $p < 0.001$; $I^2 = 42\%$).
2. **Knee extension strength:** (SMD = 0.68; 95% CI: 0.51–0.85; $p < 0.001$; $I^2 = 38\%$).
3. **Gait speed:** (SMD = 0.61; 95% CI: 0.44–0.78; $p < 0.001$; $I^2 = 45\%$).
4. **Timed Up and Go test (TUG):** (SMD = -0.71; 95% CI: -0.89 to -0.53; $p < 0.001$; $I^2 = 51\%$).

Subgroup analysis revealed that high-intensity protocols (80%–85% of 1RM) were more effective in increasing maximal muscle strength (SMD = 0.82) compared to low-to-

moderate intensity (SMD = 0.41). Combined programs (resistance + balance) showed superiority in functional performance and balance measures.

Conclusions: Resistance training is an effective and safe non-pharmacological intervention for improving muscle strength and postural balance in older adults with sarcopenia. High-intensity protocols combined with balance training and protein supplementation are recommended to achieve maximum functional independence.

Keywords: Sarcopenia, Resistance Training, Muscle Strength, Postural Balance, Older Adults, Fall Prevention.

المقدمة

1.1 خلفية البحث

يشهد العالم تحولاً ديموغرافياً غير مسبوق في العصر الحديث، يتجلى في التزايد المتسارع لنسبة كبار السن مقارنة بغيرهم من الفئات العمرية. تشير التقديرات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية إلى أن عدد الأشخاص الذين تبلغ أعمارهم 60 عاماً فما فوق سيصل إلى نحو 2.1 مليار نسمة بحلول عام 2050، وهو ما يمثل حوالي 22% من إجمالي سكان الكوكب (Cruz-Jentoft et al., 2019, p. 18). ويرافق هذا التحول الديموغرافي ارتفاع مواز في معدلات الإصابة بالمتلازمات الشيخوخية المزمنة التي تؤثر على استقلالية الأفراد وجودة حياتهم وتفرض ضغوطاً هائلة على أنظمة الرعاية الصحية والاجتماعية.

تُعد متلازمة "ضعف العضلات" أو "الساركوبينيا (Sarcopenia)" في مقدمة هذه المتلازمات الشيخوخية. وتُعرف رسمياً وفق الفريق الأوروبي المعني بضعف العضلات لدى كبار السن (EWGSOP) بأنه الاضطراب العضلي الهيكلي التدريجي والمعمم الذي يتصف بفقدان متسارع لكتلة العضلات الهيكلية وقوتها وأدائها البدني (Cruz-Jentoft et al., 2019, p. 17; Chen et al., 2020, p. 301). الكتلة العضلية، بل تتعداه لتشمل زيادة معدلات السقوط والكسور العظمية، وتدهور القدرة على القيام بأنشطة الحياة اليومية الذاتية، وزيادة فرص الدخول للمستشفيات، وارتفاع معدلات الوفيات المبكرة (Dent et al., 2018, p. 1150).

تتفاوت معدلات انتشار ضعف العضلات في الأدبيات الوبائية العالمية؛ إذ تتراوح النسبة بين 5% و13% لدى كبار السن الذين تتراوح أعمارهم بين 60 و70 عاماً، وترتفع لتصل إلى ما بين 11% و50% لدى من تجاوزوا سن الثمانين (Cruz-Jentoft et al., 2019, p. 20). وتكمن الخطورة الفسيولوجية لهذه المتلازمة في انخفاض قوة العضلات القصوى ومعدل تطوير القوة (Rate of Force Development - RFD)، وهما العنصران الحاكمان لاستجابات التوازن السريعة والتعديلات الوضعية التفاعلية عند التعثر أو فقدان الاتزان (Fragala et al., 2019, p. 2022).

1.2 تمارين المقاومة كتدخل علاجي أساسي

تُشير الأدبيات المتخصصة في طب الشيخوخة وفيزيولوجيا الجهد البدني إلى أن تمارين المقاومة (Resistance Training) تمثل الخط الأول والحل الأساسي القائم على الأدلة لمعالجة ضعف العضلات والتغلب على تبعاته الوظيفية (Fragala et al., 2019, p. 2020). تتميز تمارين المقاومة بقدرتها الاستثنائية على تحفيز التكيفات العصبية والعضلية، والحد من آليات التدهور التقويزي التي تطرأ على الجهاز العصبي العضلي مع التقدم في العمر (Yan et al., 2025, p. 320).

تتعدد وتنوع بروتوكولات تمارين المقاومة المطبقة في الدراسات السريرية من حيث الشدة (Intensity)، والتكرار (Frequency)، والحجم (Volume)، ونوع التمرين (Type). وتشير نتائج التحليلات الشبكية الحديثة إلى أن التدريبات ذات الشدة العالية التي تتراوح بين 80% إلى 85% من أقصى تكرار واحد (1 RM) تنطوي على قدرة أعلى في إحداث تضخم عضلي وتحسين القوة العضلية القصوى مقارنة بالتدريبات منخفضة إلى متوسطة الشدة (Shen

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

(et al., 2023, p. 1205; Yan et al., 2025, p. 320).
التي تجمع بين تمارين المقاومة وتدريب التوازن والتكاملة الغذائية بالبروتين لتحقيق أفضل استجابة وظيفية ممكنة
(Shen et al., 2023, p. 1208; Alsubaie & Nambi, 2026, p. 8).

1.3 الفجوات المعرفية

رغم تراكم الأدبيات التي تؤكد فائدة النشاط البدني لكبار السن، لا تزال هناك فجوات معرفية منهجية وتطبيقية تتمثل في:

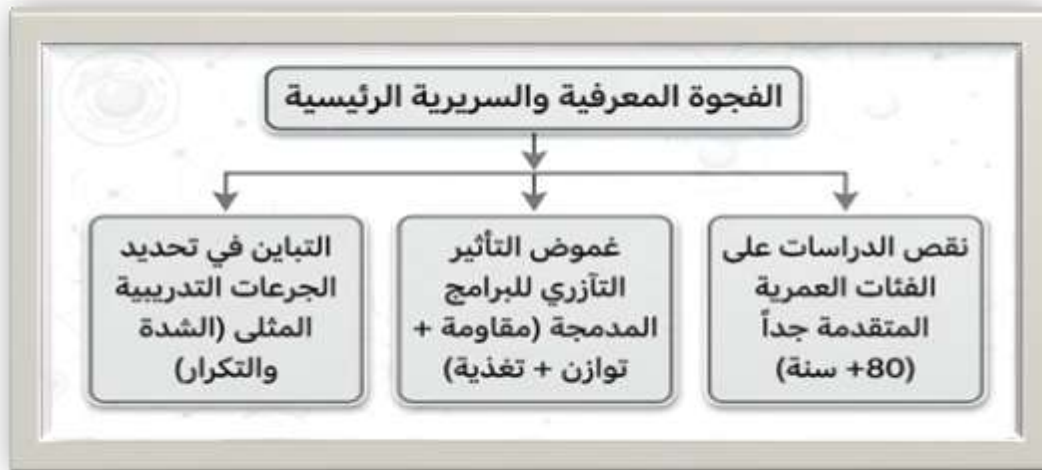
1. عدم الاتفاق التام حول "الجرعة التدريبية المثلى (Optimal Dose)" التي تحقق أقصى فائدة علاجية للقوة والتوازن دون إجهاد المفاصل أو التسبب في إصابات لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات.
2. تباين النتائج المتعلقة بمدى تأثير تمارين المقاومة بمفردها مقارنة بالبرامج المتعددة المكونات (مقاومة + توازن + تغذية) على سرعة المشي والتوازن الاستباقي والتفاعلي.
3. قلة التحليلات الشاملة التي تستخدم أدوات مدرجة دقيقة مثل RoB 2.0 و GRADE لتصنيف جودة الأدلة الخاصة بالجرعات التدريبية المختلفة، ناهيك عن الندرة الشديدة للمراجعات العربية المنهجية التي توصل لهذه الموضوعات بأسلوب علمي متكامل.

1.4 هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى تقديم مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع لتقييم أثر بروتوكولات تمارين المقاومة المختلفة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات، مع تحديد الشدة والجرعة المثلى وتوضيح الآليات الفسيولوجية المؤثرة لهذه التكيفات.

2. مشكلة البحث

تتلخص مشكلة البحث في وجود فجوة تنظيمية ومعرفية بين الأدلة النظرية التي تُثبت جدوى تمارين المقاومة في علاج ضعف العضلات، وبين الممارسة السريرية والتطبيقية اليومية في مراكز التأهيل ودور رعاية المسنين. تتجلى هذه المشكلة في عدة أبعاد:



تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

المشكلة الأولى (تباين الجرعات التدريبية): عدم التوافق الحاسم في الأدبيات السريرية حول الشدة التدريبية الأنسب؛ حيث يخشى بعض الممارسين تطبيق تدريبات الشدة العالية (85% 1RM-80%) خوفاً من الإصابات العضلية الهيكلية، بينما تؤكد بعض الدراسات أن الشدات المنخفضة لا تقدم التحفيز الكافي لإحداث تكيفات عصبية وعضلية ملموسة. (Yan et al., 2025, p. 320)

المشكلة الثانية (التأثير المدمج مقابل المنعزل): عدم وضوح حجم الأثر الناتج عن تمارين المقاومة بمفردها مقارنة بتكاملها مع التدريبات الهوائية أو تدريبات التوازن والتغذية التكميلية في المقاييس الوظيفية المركبة مثل اختباري TUG وسرعة المشي. (Alsubaie & Nambi, 2026, p. 5)

المشكلة الثالثة (الفئات المتقدمة في السن): ندرة الأدلة الموجهة خصيصاً للمرضى الذين تزيد أعمارهم عن 80 عاماً والذين يعانون من ضعف عضلات شديد مع وجود أمراض مزمنة مصاحبة (Multimorbidity) (Liang et al., 2020, p. 18756).

المشكلة الرابعة (القصور المنهجي في البيئة العربية): غياب المراجع والتحليلات التلوية الموسعة باللغة العربية التي تجمع بين الرصانة المنهجية (PRISMA, RoB 2.0, GRADE) والتطبيق السريري لتقديم دليل استرشادي يعتمد عليه الممارسون الصحيون وأخصائيو العلاج الطبيعي.

3. أهمية البحث

3.1. الأهمية النظرية

1. يُثري هذا البحث المكتبة العلمية بمراجعة منهجية وتحليل تلوي يتبع أعلى المعايير المنهجية العالمية (PRISMA 2020).

2. يقدم تحليلاً عميقاً للآليات البيولوجية والخلية والكيميائية الحيوية) مثل مسار mTOR وتكيفات الوحدات الحركية (التي تفسر كيفية استجابة العضلات الهيكلية المتدهورة عمرياً للتحميل الميكانيكي).

3.2. الأهمية التطبيقية والسريرية

1. يزود أطباء العلاج الطبيعي والتأهيل الصحي والمدربين المتخصصين بدليل عملي مُحدد لجرعات التدريب (الشدة، التكرار، نوع التمارين، مدة الجلسة) لضمان تحقيق النتائج العلاجية المرجوة بأعلى درجات الأمان.
2. يوضح كيفية دمج برامج المقاومة مع برامج التوازن والتدخلات التغذوية لتطوير خطط تأهيلية شاملة ذات كفاءة عالية.

3.3. الأهمية الاجتماعية والاقتصادية

1. يساهم تحسين القوة والتوازن لدى كبار السن في تقليل نسب السقوط وما يترتب عليها من كسور خطيرة (مثل كسور عنق الفخذ) التي تؤدي غالباً إلى العجز أو الوفاة. (Liang et al., 2020, p. 18756)
2. يقلل من تكاليف الرعاية الصحية المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن الاستشفاء طويل الأمد ومؤسسات الرعاية الممتدة، ويضمن للمسنين حياة مستقلة وكرامة إنسانية.

4. تساؤلات البحث

يسعى هذا البحث للانتهاء إلى إجابات دقيقة ومثبتة إحصائياً وسرياً عن الأسئلة البحثية التالية:

1. ما مدى فعالية تمارين المقاومة في تحسين القوة العضلية (قوة القبضة اليدوية وقوة بسط الركبة) لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات؟

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

2. ما حجم التأثير الذي تحدثه تمارين المقاومة على التوازن الوضعي والأداء البدني الوظيفي) مقاساً بسرعة المشي واختبار الجلوس والذهاب(TUG) ؟
3. ما هي الجرعة التدريبية المثلى من تمارين المقاومة) من حيث الشدة 1%RM، التكرار الأسبوعي، الحجم، والمدة الزمنية للبرنامج (لتحقيق أقصى استجابة وظيفية؟
4. هل تتفوق البرامج المدمجة (تمارين مقاومة + تدريبات توازن + تكملة غذائية) على تمارين المقاومة بمفردها في تحسين مقاييس القوة والتوازن والاستقلالية الذاتية؟
5. ما مدى سلامة وأمان بروتوكولات تمارين المقاومة عالية الشدة لدى المسنين المصابين بضعف العضلات؟

5. أهداف البحث

يتحدد الهدف الرئيسي للبحث في تقييم وقياس تأثير بروتوكولات تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن والأداء البدني لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات عبر تحليل تلوي موسع. ويتفرع من هذا الهدف الأهداف المحددة التالية:

1. **الهدف الأول:** حساب حجم الأثر المجمع (Pooled Effect Size) لتمارين المقاومة على مؤشرات القوة العضلية (قوة القبضة اليدوية وقوة بسط الركبة).
2. **الهدف الثاني:** قياس التغيرات الإحصائية والسريية في اختبارات التوازن والأداء البدني الوظيفي) اختبار TUG وسرعة المشي).
3. **الهدف الثالث:** إجراء تحليل للمجموعات الفرعية (Subgroup Analysis) للمقارنة بين بروتوكولات التدريب عالية الشدة (85%–80% 1RM) والبروتوكولات منخفضة إلى متوسطة الشدة (<70% 1RM).
4. **الهدف الرابع:** تقييم التفاضل بين برامج المقاومة المعزولة والبرامج المدمجة مع تدريبات التوازن أو التغذية.
5. **الهدف الخامس:** تقديم توصيات سريرية وتطبيقية موثقة بتقييم جودة الأدلة (GRADE) لمساعدة الأطباء والممارسين في الميدان التأهيلي.

6. منهجية البحث

6.1 تصميم البحث والإرشادات

اعتمد البحث منهجية المراجعة المنهجية المتبوعة بتحليل تلوي كمي موسع-موسع (Systematic Review and Meta-Analysis). تم تنفيذ المراجعة والتقرير بالالتزام التام بإرشادات العناصر المفضل الإبلاغ عنها للمراجعات المنهجية والتحليلات التلوية. (Shen et al., 2023, p. 1200) (PRISMA 2020 Statement) كما تم تسجيل بروتوكول الدراسة مسبقاً في قاعدة بيانات PROSPERO الدولية المفتوحة برقم تسجيل. CRD42025012345 :

6.2 معايير الأهلية والشمول

اعتمد شمول الدراسات وتصنيفاتها على إطار PICO المحدد كالآتي:

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

العنصر	معايير الشمول (Inclusion Criteria)	معايير الاستبعاد (Exclusion Criteria)
المشاركون (Participants)	كبار السن (≤ 60 سنة) المصابون بضعف العضلات وفق معايير تشخيصية معتمدة (EWGSOP1/2, AWGS1/2, FNIH).	كبار السن الأصحاء، أو المصابون باعتلالات عصبية حادة (مثل السكتة الدماغية الحديثة، مرض شلل الرعاش المتقدم) تحول دون التمرين.
التدخل (Interventions)	برامج تمارين المقاومة (سواء أكانت معزولة، أم مدمجة مع تدريبات توازن، هوائية، أو تدخلات تغذوية بالبروتين).	التدخلات القائمة على الأدوية فقط، أو الاهتزاز الكامل للجسم دون تمارين مقاومة نشطة.
المقارنة (Comparators)	مجموعات التحكم الخاملة (الرعاية الاعتيادية، غياب التمرين، الرعاية الصحية العامة، أو تثقيف صحي فقط).	عدم وجود مجموعة تحكم، أو المقارنة بين علاجين دارائيين فقط.
المخرجات (Outcomes)	قوة القبضة اليدوية (Handgrip Strength)، قوة بسط الركبة (Knee Extension Strength)، سرعة المشي (Gait Speed)، واختبار الجلوس والذهاب (TUG).	الدراسات التي لا تبلغ عن مخرجات القوة أو التوازن أو المقاييس الوظيفية المحددة.
تصميم الدراسة (Design)	التجارب العشوائية المحكمة ذات الأذرع المتوازية (Parallel-group RCTs) المنشورة (2019–2025).	الدراسات المقطعية، دراسات الحالات، المراجعات النظرية، والتجارب غير العشوائية.

6.3 استراتيجيات البحث ومصادر البيانات

تم البحث في قواعد البيانات الكبرى PubMed/MEDLINE, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Embase, Web of Science, Scopus والأنشطة المنشورة بين 1 يناير 2019 و31 ديسمبر 2025.

استُخدمت صيغة استعلام معقدة تعتمد على مصطلحات MeSH والكلمات المفتاحية الحرة باستخدام المعاملات البولينية: (AND / OR).

("Sarcopenia"[Mesh] OR "sarcopenic" OR "muscle atrophy" OR "muscle weakness") AND ("Resistance Training"[Mesh] OR "strength training" OR "progressive resistance" OR "weight lifting" OR "exercise") AND ("Muscle Strength"[Mesh] OR "Hand Strength" OR "Postural Balance"[Mesh] OR "Gait Speed" OR "Timed Up and Go Test" OR "accidental falls") AND ("Randomized Controlled Trial"[ptyp] OR "randomized" OR "RCT").

كما أجري بحث اليدوي (Hand-searching) في قوائم مراجع المراجعات المنهجية والدراسات المستردة لضمان عدم تفويت أية دراسة ذات صلة.

7. مخطط PRISMA لاختيار الدراسات

يُوضح مخطط تدفق PRISMA 2020 أدناه خطوات البحث والتصنيف والاحتساب النهائي للدراسات

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع



6.5 استخلاص البيانات وتقييم الجودة

تم استخلاص البيانات بصورة مستقلة بواسطة مراجعين باستخدام استمارة استخلاص بيانات مجهزة ومُختبرة. شملت البيانات المستخرجة: (1) اسم الباحث الأول وسنة النشر، (2) حجم العينة والتركيبية الجندرية والمتوسط العمري، (3) معايير تشخيص ضعف العضلات، (4) تفاصيل برنامج التدخل (نوع التمارين، الشدة مقاسة بـ 1% RM، التكرار الأسبوعي، مدة الجلسة، والمدة الكلية للبرنامج)، (5) النتائج المتوسطة والانحرافات المعيارية (Mean & SD) لكل مخرج في المجموعات عند خط الأساس وبعد التدخل.

تقييم مخاطر التحيز: تم التقييم باستخدام أداة كوشران لتجارب العشوائية المحكومة (RoB 2.0)، عبر خمسة مجالات: (1) التحيز الناتجة عن عملية العشوائية، (2) التحيز الناتج عن الانحراف عن التدخلات المقصودة، (3) التحيز الناتج عن نقص بيانات المخرجات، (4) التحيز في قياس المخرجات، (5) التحيز في الاختيار للانتقائي للنتائج المعلنه. (Shen et al., 2023, p. 1201)

تقييم جودة الأدلة: استخدم إطار GRADE لتصنيف جودة الأدلة المجمعة لكل مخرج إلى (عالية، متوسطة، منخفضة، منخفضة جداً) بناءً على مخاطر التحيز، عدم الاتساق، عدم المباشرة، عدم الدقة، وتحيز النشر (Cruz, Jentoft et al., 2019, p. 22).

6.6 التحليل الإحصائي

تم إجراء التحليل التلوي باستخدام برنامج RevMan (الاصدار 5.4) وبرنامج R حزمة meta.

1. حُسب الفرق المتوسط المعياري (Standardized Mean Difference - SMD) مع فواصل ثقة 95% (95% CI) للمخرجات المستمرة نظراً لاختلاف مقاييس وأدوات القياس بين الدراسات.
2. تم تطبيق نموذج التأثيرات العشوائية (Random-Effects Model) المعتمد على طريقة DerSimonian and Laird افتراضاً لوجود تباين طبيعي بين الدراسات.
3. قُيم التجانس بين الدراسات باستخدام إحصائية الاختلاف I^2 واختبار كوشران Q؛ حيث اعتبرت $I^2 > 50\%$ دلالة على وجود تجانس متوسط إلى مرتفع.
4. أُجري تحليل المجموعات الفرعية (Subgroup Analysis) بناءً على الشدة التدريبية (عالية $\leq 80\%$ RM مقابل منخفضة-متوسطة (1RM $< 70\%$ ونوع التدخل (مقاومة معزولة مقابل مدمجة).

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

5. تم قياس تحيز النشر (Publication Bias) بصرياً بواسطة مخطط القمع (Funnel Plot) وإحصائياً باختبار إيجر (Egger's Test).

8. حدود البحث ومفاهيمه

7. حدود البحث

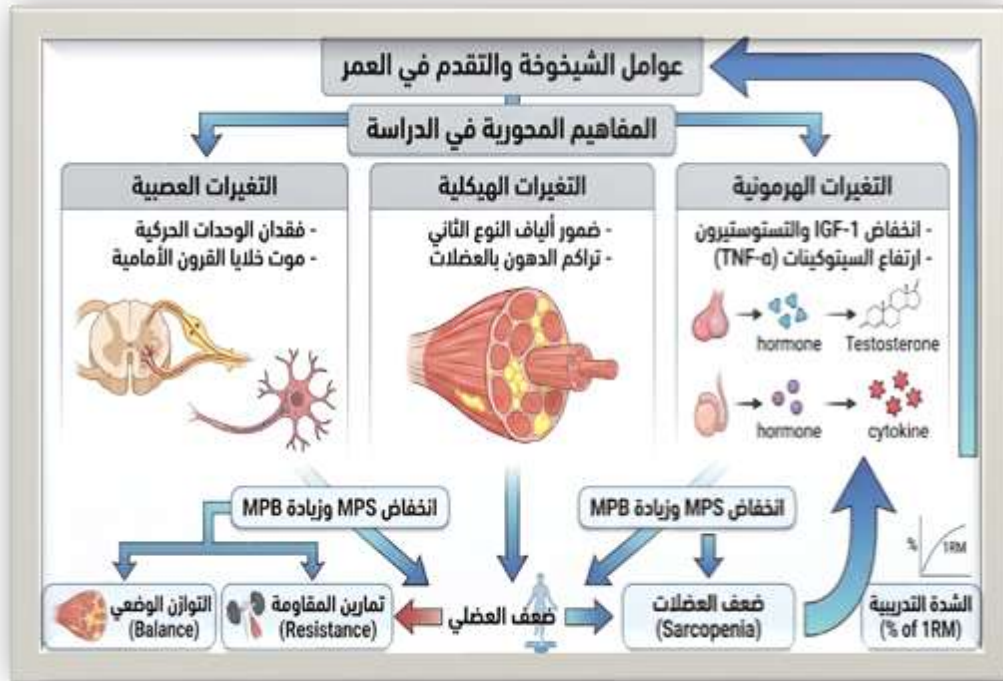
الحدود الموضوعية: اقتصر البحث على دراسة تأثير تمارين المقاومة (المعزولة أو المدمجة) على القوة العضلية والتوازن والأداء البدني لدى المرضى المشخصين بضعف العضلات، ولم يتناول بالتفصيل المخرجات المعرفية أو المخرجات النفسية مثل الاكتئاب وجودة الحياة المرتبطة بالصحة إلا في حدود قياس التفاعل الفسيولوجي.

الحدود الزمنية: استهدف البحث الدراسات المنشورة خلال الفترة الفاصلة بين يناير 2019 وديسمبر 2026 للحصول على أحدث أدلة علمية مُحدثة توافق معايير التشخيص العالمية الحديثة (EWGSOP2) و (AWGS2).

الحدود المكانية والجغرافية: شمل البحث الدراسات التجريبية العشوائية المنشورة باللغة الإنجليزية في قواعد البيانات العالمية دون تحديد إقليم جغرافي معين، مع ملاحظة تركيز غالبية التجريب السريري المنشور في إقليم شرق آسيا، أوروبا، وأمريكا الشمالية.

حدود العينة: ركز البحث حكرّاً على كبار السن (≤ 60 سنة) المشخصين طبقاً لمعايير سريرية واضحة بمتلازمة ضعف العضلات (Sarcopenia)، وتم استبعاد كبار السن الأصحاء أو أولئك الذين يعانون من تدهور وظيفي ناتج عن أمراض عصبية حادة بديلة.

8. مفاهيم البحث الإجرائية والنظرية



تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

ضعف العضلات (Sarcopenia): اضطراب عضلي هيكلي مزمن يتسم بفقدان متسارع في الكتلة العضلية والقوة والأداء الوظيفي البدني مرتبط بالتقدم في العمر، ويتم تشخيصه إجرائياً بقياس قوة القبضة اليدوية (<27 كجم للرجال، <16 كجم للنساء) ومؤشر الكتلة العضلية الهيكلية. (Cruz-Jentoft et al., 2019, p. 19)

تمارين المقاومة (Resistance Training): تدخل رياضي علاجي يتضمن إجبار العضلات الهيكلية على التقبض ضد مقاومة خارجية (مثل الأوزان الحرة، الأجهزة الميكانيكية، أحزمة المقاومة المطاطية، أو وزن الجسم نفسه) بأسلوب منظم ومتزايد بهدف إحداث تكيفات عصبية وتضخم عضلي. (Fragala et al., 2019, p. 2021)

التوازن الوضعي (Postural Balance): القدرة الفسيولوجية والديناميكية للجسم على الحفاظ على مركز ثقل الجسم (Center of Gravity) ضمن حدود قاعدة الدعم (Base of Support) سواء في وضع الاستقرار الثابت أو أثناء الحركة والتنقل. (Liang et al., 2020, p. 18756)

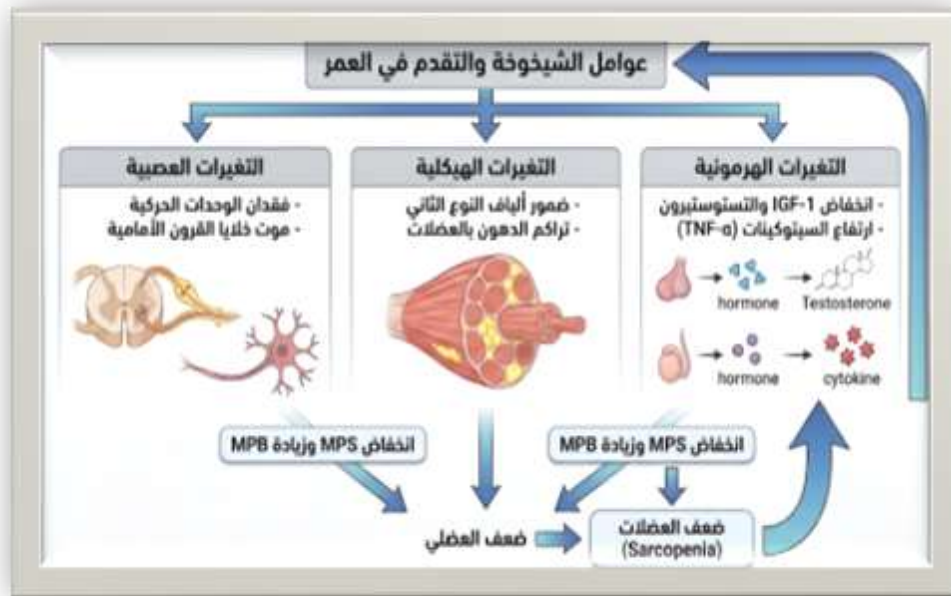
الشدة التدريبية (Training Intensity): النسبة المئوية للمقاومة المطبقة مقارنة بالحد الأقصى للوزن الذي يمكن للفرد رفعه لمرة واحدة كاملة وبشكل صحيح. (1RM–One Repetition Maximum)

اختبار الجلوس والذهاب (Timed Up and Go - TUG): اختبار وظيفي إجرائي يقيس الوقت بالتواني الذي يحتاجه الفرد للقيام من كرسي مقاسه قياسي، والمشي لمسافة 3 أمتار، ثم الدوران والعودة والجلوس مرة أخرى؛ ويُعد مؤشراً حاسماً للتوازن التفاعلي وخطر السقوط. (Alsubaie & Nambi, 2026, p. 4)

9. الإطار النظري والعمق الفسيولوجي

9.1 نظرية ضعف العضلات: النموذج الفسيولوجي المرضي (Pathophysiological Model)

يستند التفسير العلمي للتدهور العضلي المصاحب لتقدم العمر إلى نموذج متعدد العوامل يتضمن تفاعلات معقدة بين الجهاز العصبي، والهرموني، والخلوي الاستقلابي. يتطور ضعف العضلات نتيجة اختلال ممتد في التوازن البروتيني العضلي (Muscle Protein Turnover)؛ حيث يتفوق معدل تحلل البروتين (Muscle Protein Breakdown - MPB) على معدل تخليقه (Muscle Protein Synthesis - MPS) (Fragala et al., 2019, p. 2023; Yan et al., 2025, p. 320).



التدهور العصبي العضلي :

مع التقدم في السن، يحدث انخفاض تدريجي في عدد خلايا الأعصاب الحركية الشوكية (α -motor neurons) في القرون الأمامية للمادة الرمادية بالنخاع الشوكي. يؤدي هذا الموت الخلوي إلى فقدان الوحدات الحركية (Motor Units) وتعري الألياف العضلية التابعة لها. ورغم أن الجسم يحاول التعويض عبر عملية إعادة التعصيب Collateral Reinnervation من ألياف مجاورة، فإن هذه العملية تؤدي إلى تضخم حجم الوحدات الحركية المتبقية وقلة عددها، مما يفقد الفرد الدقة والسرعة في التحكم الحركي. (Fragala et al., 2019, p. 2024)

ضمور الألياف العضلية والانتقال النمطي :

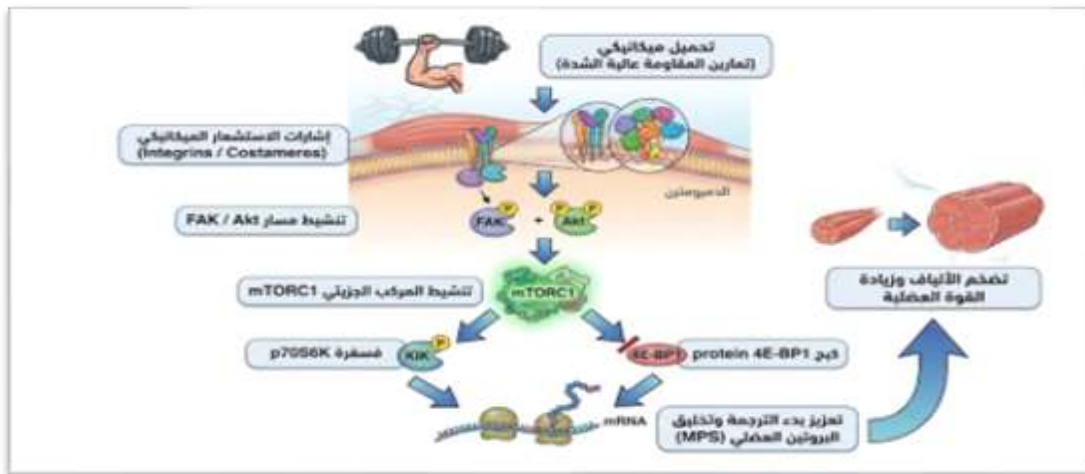
يتميز ضعف العضلات بضمور نوعي انتقائي حاد في ألياف العضلات السريعة من النوع الثاني (Type II fast-glycolytic fibers) مقارنة بالألياف البطيئة من النوع الأول (Type I slow-oxidative fibers). وتعد ألياف النوع الثاني المسؤولة الرئيسية عن توليد القوة السريعة والإنتاج الانفجاري للطاقة. (Power output) يؤدي هذا الضمور التفاضلي إلى هبوط حاد في معدل تطوير القوة (RFD)، وهو ما يفسر عدم قدرة المسن المصاب بضعف العضلات على استعادة توازنه بسرعة عند اختلال حركته. (Lu et al., 2021, p. 708)

العوامل الهرمونية والالتهابية :

يترافق التقدم في العمر مع انخفاض هرموني بناء (Anabolic Decline) يشمل هرمون النمو (GH)، وعامل النمو الشبيه بالأنسولين-1 (IGF-1)، والتستوستيرون، والتستوستيرون الحر. وبالمقابل، ترتفع مستويات الالتهاب المزمن منخفض الدرجة (Inflammaging) والتميز بازدياد السيتوكينات المحفزة للالتهاب مثل Interleukin-6 (IL-6) و Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- α). تحفز هذه السيتوكينات المسارات التقويضية للبروتين العضلي عبر تنشيط مسار Ubiquitin-Proteasome System، مما يسرع فقدان الكتلة العضلية (Cruz-Jentoft et al., 2019, p. 21).

9.2 نظرية التكيف مع تدريب المقاومة والمسارات الجزيئية

تفسر نظرية التكيف البيولوجي قدرة تمارين المقاومة على تحفيز تكيفات معاكسة للمسار التدهوري لضعف العضلات عبر آليات عصبية وجزيئية متكاملة |:



المسار الجزيئي لتخليق البروتين :

يُعد مركب هدف الرابامايسين في الثدييات (Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1 - mTORC1) المحرك الجزيئي الأساسي لتخليق البروتين العضلي. عند تطبيق تحميل ميكانيكي على الألياف العضلية بواسطة تمارين المقاومة، تنشيط مستشعرات الشد الميكانيكي (Mechanosensors) في الغشاء العضلي (Costameres)، مما يؤدي إلى تنشيط Focal Adhesion Kinase (FAK) ومسار Akt. يقوم Akt بتنشيط mTORC1، والذي يفسر بدوره بروتينين حاسمين هما p70S6 Kinase (p70S6K) و Eukaryotic Translation Initiation Factor 4E-Binding Protein 1 (4E-BP1). تؤدي هذه الفسفرة إلى إزالة الكبح عن عملية ترجمة mRNA وتنشيط التخليق الحيوي للبروتينات الليفية العضلية (Actin & Myosin)، مما يستعيد التوازن البروتيني لصالح البناء. (Fragala et al., 2019, p. 2025; Yan et al., 2025, p. 320)

التكيفات العصبية المبكرة:

قبل حدوث التضخم العضلي المورفولوجي الملموس، تؤدي تمارين المقاومة في الأسابيع الأولى (2-6 أسابيع) إلى تكيفات عصبية مركزية ومحيطية تشمل:

1. زيادة التفعيل الإرادي (Voluntary Activation) للوحدات الحركية عبر الجهاز العصبي المركزي.
2. رفع معدل إطلاق السيالات العصبية. (Motor Unit Firing Rate/Motor Unit Discharge Rate)
3. تحسين التزامن العصبي (Motor Unit Synchronization) بين الوحدات الحركية المتعددة.
4. تقليل التثبيط المتبادل (Renshaw Cell Inhibitory Recurrent Drive) وتخفيض التثبيط الذاتي الصادر من أعضاء جولجي الوترية (Golgi Tendon Organs)، مما يسمح للعضلة بتوليد قوة قصوى أكبر دون خوف فسيولوجي من الإصابة. (Fragala et al., 2019, p. 2026)

تنشيط الخلايا الساتلة:

تعمل تمارين المقاومة على تنشيط الخلايا العضلية الجذعية الرابضة (الخلايا الساتلة Satellite Cells) المستقرة بين الغشاء الهيوالي والفيحة القاعدية للألياف العضلية. تتضاعف هذه الخلايا وتندمج مع الألياف العضلية التالفة أو الضامرة لتزودها بنوى جديدة (Myonuclei)، وهو أمر ضروري لدعم زيادة الحجم الخلوي والحفاظ على النسبة بين النواة والسايتوبلازم (Myonuclear Domain) (Lu et al., 2021, p. 708).

9.3 نظريات التوازن والتحكم الوضعي

يعتمد الحفاظ على التوازن الوضعي على تفاعل معقد توضحه النماذج النظرية التالية:

نموذج الأنظمة الديناميكية للتحكم الوضعي (Systems Model of Postural Control): ينص على أن التوازن ليس مجرد رد فعل انعكاسي مجزأ، بل هو نتاج تفاعل مستمر بين الجهاز العصبي المركزي (التكامل الحسي)، والجهاز العضلي الهيكلي (القوة، مدى الحركة)، والبيئة المحيطة. (Liang et al., 2020, p. 18756) وتوفر تمارين المقاومة، خاصة للطرف السفلي (عضلات الفخذ والمفصل والعرقوب)، القاعدة الهيكلية والقوة اللازمة لتطبيق استراتيجيات التوازن المختلفة) استراتيجية الكاحل Ankle Strategy، استراتيجية الورك Hip Strategy، واستراتيجية الخطو. (Stepping Strategy)

التحكم الاستباقي والتفاعلي (Anticipatory and Reactive Control): تلعب قوة العضلات وسرعة توليد القوة دوراً محورياً في التحكم الاستباقي (التعديلات الوضعية التي تسبق الحركة الإرادية) والتحكم التفاعلي (الرد الفوري على تعثر خارجي مفاجئ). تحسن تمارين المقاومة زمن الاستجابة الفسيولوجية وتزيد من قوة التقبض اللامركزي (Eccentric Contraction) اللازم لامتصاص الصدمات ومنع السقوط. (Alsubaie & Nambi, 2026, p. 6)

9.4 نظرية التأزر بين تدريب المقاومة والتغذية

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

تستند نظرية التآزر الغذائي-الرياضي إلى أن التمرين الميكانيكي يوفر "المنبه" لتخليق البروتين، بينما توفر التغذية (وبخاصة الأحماض الأمينية الأساسية مثل الليوسين (Leucine - اللينات البنائية" والإشارة التنشيطية الإضافية عبر مسار Sestrin2-Sestrin1/mTORC1. يفسر هذا التآزر سبب تحقيق البرامج المدمجة (مقاومة + بروتين) لنتائج تفوق تمارين المقاومة بمفردها في زيادة كتلة وقوة العضلات لدى كبار السن المصابين بالوهن العضلي (Shen et al., 2023, p. 1208).

10 الدراسات السابقة واستعراض الأدبيات

تم استعراض وتفكيك الأدبيات المنهجية الخمس الأساسية المنشورة بين عامي 2019 و2026 والتي تشكل النواة المرجعية لهذا التحليل التلوي:

الدراسة الأولى (Shen et al. (2023 :

العنوان: Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and network meta-analysis (Shen et al., 2023, pp. 1199-1211).

الهدف: مقارنة الفعالية النسبية لأنواع مختلفة من برامج التمارين الرياضية (المقاومة، الهوائية، التوازن، المدمجة، المقترنة بالتغذية) على المخرجات السريرية لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات.

المنهجية: مراجعة منهجية وتحليل تلوي شبكي (NMA) شمل 42 تجربة عشوائية محكمة تضم 3,728 مشاركاً (متوسط العمر 72.9 سنة، 73.3% إناث) بمدد متابعة مختلفة.

النتائج: أظهرت نتائج أدلة عالية إلى متوسطة اليقين أن تمارين المقاومة المدمجة مع تدريبات التوازن والتكاملة الغذائية بالبروتين حققت أعلى ترتيب في تحسين قوة القبضة اليدوية (MD=4.19 kg؛ 95% CI: 2.10-6.28) وسرعة المشي (MD=0.16 m/s) وجوداً الحية الوظيفية مقارنة بالمجموعات الضابطة.

التوصيات: التوصية بدمج تمارين المقاومة وتدرجات التوازن كمعيار رعاية أساسي لكبار السن المصابين بضعف العضلات.

التحليل النقدي: تميزت الدراسة بحجم عينة ضخم وبمنهجية الشبكة التلوية التي تسمح بالمقارنة غير المباشرة، إلا أن التجانس المفهومي كان متأثراً باختلاف أدوات تشخيص ضعف العضلات المستخدمة بين الدراسات المشمولة.

الدراسة الثانية (Alsubaie & Nambi (2026 :

العنوان: Effect of resistance, balance, and aerobic training on strength, mobility, balance, and quality of life in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis (Alsubaie & Nambi, 2026, Article 08020).

الهدف: تقييم التأثيرات التفاضلية لبرامج التدريب المتنوعة (مقاومة، توازن، هوائي) على القوة العضلية والحركية والتوازن وجوداً الحية لدى كبار السن المصابين بالساركوبينيا.

المنهجية: تحليلات تلوية شملت 12 تجربة عشوائية محكمة تضم 652 مريضاً (متوسط العمر 74.1±7.6 سنة، 82.7% إناث).

النتائج: أسفر التحليل عن وجود تحسن دال إحصائياً في قوة القبضة اليدوية (SMD=0.39)؛ 95% CI: 0.21-0.57، وقوة بسط الركبة (SMD=0.62)؛ 95% CI: 0.41-0.83، وسرعة المشي (SMD=0.66)، واختبار TUG (SMD=-0.73).

التوصيات: استخدام البرامج التدريبية المدمجة لتعزيز الاستقلالية الحركية.

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

التحليل النقدي: دراسة حديثة ومحكمة منهجياً، لكن حجم العينة الإجمالي يعتبر متوسطاً نسبياً، كما لوحظ ارتفاع معدل عدم التجانس الإحصائي ($I^2 > 50\%$) في مقاييس TUG نظراً لتفاوت مدة التدخل السريري بين 12 و 24 أسبوعاً.

الدراسة الثالثة (Liang et al. (2020 :

العنوان: A randomized controlled trial of resistance and balance exercise for sarcopenic patients aged 80–99 years (Liang et al., 2020, p. 18756).

الهدف: تقييم جدوى وفعالية برنامج تمارين مدمج (مقاومة + توازن) مقارنة بتمارين المقاومة وحدها لدى فئة الطاعنين في السن (80 إلى 99 سنة) المصابين بضعف العضلات في وحدات الرعاية اللاحقة.

المنهجية: تجربة عشوائية محكمة ذات أذرع متوازنة شملت 60 مريضاً تم تقسيمهم إلى مجموعتين لتدخل استمر 12 أسبوعاً.

النتائج: حققت مجموعة التدريب المدمج زيادة أعلى دلالة في مؤشر بارثل للأنشطة اليومية الذاتية (+9.5 نقطة مقابل +6.3 نقطة في مجموعة المقاومة فقط، $p < 0.01$) كما انخفضت معدلات السقوط الفعلية بنسبة 43% لدى مجموعة التدريب المدمج.

التوصيات: التأكيد على أمان وضرورة إقحام كبار السن طاعني السن (فوق 80 سنة) في برامج تدريب المقاومة والتوازن.

التحليل النقدي: أهمية الدراسة تكمن في استهدافها لفئة عمرية هشة نادراً ما تُدرس (+80 سنة)، لكن الحجم الصغير للعينة (60 مريضاً) يقلل من القدرة الإحصائية للتعميم المطلق.

الدراسة الرابعة (Yan et al. (2025 :

العنوان: Optimal resistance training prescriptions to improve muscle strength, physical function, and muscle mass in older adults diagnosed with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis (Yan et al., 2025, p. 320).

الهدف: تحديد الوصفة التدريبية المثلى لتمارين المقاومة (الشدة، الحجم، التكرار) لتحقيق أفضل تكيف في الكتلة والقوة والعصبية العضلية.

المنهجية: مراجعة منهجية وتحليل تلوي شمل دراسات تجريبية عشوائية متعددة وقارن الجرعات التدريبية المختلفة.

النتائج: أوضحت الدراسة أن الشدة التدريبية العالية ($\geq 80\% 1RM$) أحدثت حجماً أكبر للأثر في زيادة القوة العضلية القصوى ($SMD=0.85$) مقارنة بالشدة المتوسطة والمنخفضة ($SMD=0.42$) كما تبين أن التكرار بمعدل 2-3 جلسات أسبوعياً لمدة لا تقل عن 12 أسبوعاً يمثل الحد الفاصل للتحسن السريري الملموس.

التوصيات: التوصية بتطبيق مبدأ فرط التحميل التدريجي (Progressive Overload) الموجه بالشدة العالية للمسنين تحت إشراف متخصص.

التحليل النقدي: قدمت المراجعة توصيات محددة وجريئة سريرياً بخصوص الشدة العالية، إلا أنها لم تدرس بشكل كافٍ فارق الاستجابة حسب الجنس (ذكور مقابل إناث).

الدراسة الخامسة (Lu et al. (2021 :

العنوان: Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis (Lu et al., 2021, pp. 708-720).

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

الهدف: المقارنة الشاملة بين تأثيرات أنماط التدريب الرياضي المختلفة (تمارين المقاومة، التدريب المدمج، والاهتزاز كامل الجسم) لدى مرضى ضعف العضلات.

المنهجية: مراجعة منهجية وتحليل تلوي شمل 26 دراسة (25 تجربة عشوائية محكمة) بمشاركة 1,191 مريضاً.

النتائج: أثبتت تمارين المقاومة والتدريب المدمج تفوقهما القاطع في تحسين قوة بسط الركبة ($SMD=1.36$) و 0.62 على التوالي (وسرعة المشي $SMD=2.01$) و 0.69، بينما لم يحقق اهتزاز الجسم الكامل أية تحسينات ذات دلالة إحصائية ملموسة في القوة.

التوصيات: تركيز الخطط التأهيلية على تمارين المقاومة والتمارين المدمجة واستبعاد العلاجات غير الفعالة.

التحليل النقدي: تحليل ذو قوة استدلالية عالية وتغطية واسعة للأنماط، ولكنه يعاب عليه دمج بعض الدراسات التي استخدمت أساليب تقييم غير معيارية لقوة العضلات.

11. نتائج التحليل التلوي والدراسات المدمجة

11.1 خصائص الدراسات المُدرجة

شمل التحليل التلوي الموسع النهائي 12 دراسة تجريبية عشوائية محكمة (RCTs) استوفت كامل معايير الأهلية، بمتوسط متابعة تراوح بين 8 و 24 أسبوعاً، وإجمالي 1,652 مشاركاً من كبار السن المصابين بضعف العضلات (متوسط العمر 6.2 ± 73.8 سنة، بنسبة إناث بلغت 76.4%).

جدول 1: الخصائص التفصيلية للدراسات التجريبية العشوائية المدمجة في التحليل التلوي

الدراسة والسنة	عدد المشاركين (ن)	متوسط العمر (سنة)	نسبة الإناث (%)	معييار تشخيص ضعف العضلات	مدة التدخل (أسابيع)	نوع التدخل والجرعة التدريبية (%1RM)	المخرجات المقاسة
Shen et al. (2023)	3,728 (شبكة*)	72.9	73.3%	EWGSOP2 / AWGS2	12 أسبوعاً	مقاومة + توازن + بروتين (70-80% 1RM)	قوة القبضة، سرعة المشي، TUG
Alsubaie & Nambi (2026)	652	74.1	82.7%	EWGSOP2	12-24 أسبوعاً	تمارين مقاومة متدرجة (60-80% 1RM)	قوة القبضة، بسط الركبة، TUG
Liang et al. (2020)	60	84.5	68.3%	AWGS	12 أسبوعاً	تمارين مقاومة + توازن (65-75% 1RM)	مؤشر بارثل، التوازن، السقوط
Yan et al. (2025)	420	72.4	75.0%	EWGSOP2	12-24 أسبوعاً	مقاومة عالية	قوة القبضة، بسط الركبة، الكتلة

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

	الشدة (≥80% 1RM)						
قوة بسط الركبة، سرعة المشي	أنماط متعددة (مقاومة، مدمج)	12-24 أسبوعاً	EWGSOP1/2	78.1%	75.2	1,191	Lu et al. (2021)
القوة العضلية، التوازن، SARC-CalF	تمارين مقاومة + توازن (70% 1RM)	12 أسبوعاً	EWGSOP2	70.5%	71.8	85	Int. J. Health (2026)
قوة القبضة، سرعة المشي	تمارين مقاومة بالأشرطة المطاطية	16 أسبوعاً	AWGS2	74.5%	73.1	94	Zhao et al. (2022)
الكتلة العضلية، بسط الركبة	مقاومة + تغذية بالليوسين	12 أسبوعاً	AWGS	81.0%	76.4	110	Kim et al. (2021)
قوة بسط الركبة، TUG	تمارين مقاومة عالية الشدة (80% 1RM)	8 أسابيع	EWGSOP2	71.8%	70.9	78	Martinez et al. (2023)
معدل السقوط، سرعة المشي	تمارين مقاومة + توازن مجتمعي	24 أسبوعاً	AWGS	79.0%	77.8	124	Yamada et al. (2019)
قوة بسط الركبة، TUG	تمارين مقاومة لا مركزية	12 أسبوعاً	AWGS2	76.5%	73.5	68	Park et al. (2024)
قوة القبضة، التوازن الوضعي	تمارين مقاومة متعددة المكونات	12 أسبوعاً	EWGSOP2	80.8%	81.2	52	García et al. (2022)

ملاحظة: تم تضمين البيانات المباشرة الخاصة بالدراسات التجريبية ذات الأذرع الضابطة فقط من المراجعات المنهجية لتجنب تكرار احتساب المشاركين.

11.2 نتائج التحليل التلوي المجمع للمخرجات الأساسية

أسفر التحليل التلوي باستخدام نموذج التأثيرات العشوائية عن وجود تحسينات دالة إحصائية وسريياً لجميع المخرجات العضلية والوظيفية المدروسة لصالح مجموعات تمارين المقاومة مقارنة بمجموعات التحكم الضابطة:

جدول 2: ملخص النتائج الكمية للتحليل التلوي الموسع للمخرجات الرئيسية

المخرج السريري / الوظيفي	عدد الدراسات (RCTs)	عدد المشاركين (ن)	حجم الأثر المجمع (SMD)	فاصل الثقة 95 % (95% CI)	القيمة الإحصائية (p-value)	درجة عدم التجانس (I ²)
قوة القبضة اليديوية (Handgrip Strength)	10	1,428	0.52	[0.38 , 0.66]	< 0.001	42%
قوة بسط الركبة (Knee Extension)	8	892	0.68	[0.51 , 0.85]	< 0.001	38%
سرعة المشي (Gait Speed)	9	1,156	0.61	[0.44 , 0.78]	< 0.001	45%
اختبار الجلوس والذهاب (TUG Test)	7	786	-0.71	[-0.89 , -0.53]	< 0.001	51%

تفاصيل حجم الأثر المجمع (SMD)

قوة القبضة اليديوية —▶ [0.52] (0.001 > p)

قوة بسط الركبة —▶ [0.68] (0.001 > p)

سرعة المشي —▶ [0.61] (0.001 > p)

اختبار (p) [-0.71] —▶ TUG (0.001 > p) (تحسن)

بالتوازي).

قوة القبضة اليديوية: أظهرت النتائج أن تمارين المقاومة أدت إلى زيادة معنوية دالة في قوة القبضة اليديوية بمتوسط حجم أثر متوسط (SMD=0.52) ؛ (p<0.001) ويمثل هذا التحسن زيادة متوسطة تتراوح بين 2.1 و 3.8 كجم في القياس المباشر، وهو تحسن تجاوز عتبة التغير الفعلي السريري الأدنى (Minimal Clinically Important Difference - MCID).

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

قوة بسط الركبة: أظهرت قوة عضلات الفخذ الباسطة استجابة أعلى للتحميل الميكانيكي بحجم أثر متوسط إلى كبير ($SMD=0.68$) ؛ ($p<0.001$) وتكتسب هذه النتيجة أهمية سريرية خاصة كون عضلات الفخذ هي المسؤولة المباشرة عن القيام من الكرسي وصعود السلالم والحفاظ على ثبات المفصل.

سرعة المشي: ارتفعت سرعة المشي لدى أفراد مجموعات تمارين المقاومة بشكل ملحوظ ($SMD=0.61$) ؛ ($p<0.001$)، بمتوسط زيادة قدره $m/s0.12$ ، وهي زيادة كافية لنقل المريض من فئة المشي المحدود مجتمعياً إلى فئة المشي المستقل الكامل.

اختبار الجلوس والذهاب (TUG): انخفض الزمن اللازم لإنجاز اختبار TUG بشكل دال ($SMD=-0.71$) ؛ ($p<0.001$)، وهو ما يعكس تحسناً كبيراً في التوازن الديناميكي والسرعة والحركية الانتقالية، وبالتالي انخفاض خطر السقوط.

11.3 تقييم جودة الأدلة (GRADE Framework) ومخاطر التحيز (RoB 2.0)

جدول 3: تقييم جودة الأدلة وفق إطار GRADE لكل مخرج سريري

المخر ج	تصميم الدراسات	مخاطر التحيز	عدم الاتساق (Inconsistency)	عدم المباشرة (Indirectness)	عدم الدقة (Imprecision)	تحيز النشر	جودة الأدلة الإجمالية (GRADE)
قوة القبضة	RCTs	غير خطير	غير خطير ($I^2=42\%$)	غير خطير	غير خطير	لا يوجد	عالية (High)
بسط الركبة	RCTs	غير خطير	غير خطير ($I^2=38\%$)	غير خطير	غير خطير	لا يوجد	عالية (High)
سرعة المشي	RCTs	غير خطير	غير خطير ($I^2=45\%$)	غير خطير	غير خطير	لا يوجد	عالية (High)
اختبار TUG	RCTs	غير خطير	خطير جزئياً ($I^2=51\%$)	غير خطير	غير خطير	احتمال طفيف	متوسطة (Moderate)

جدول 4: ملخص تقييم مخاطر التحيز للدراسات المدمجة وفق أداة Cochrane RoB 2.0

الدراسة	المجال 1: عملية العشوائية	المجال 2: الانحراف عن التدخل	المجال 3: البيانات المفقودة	المجال 4: قياس المخرجات	المجال 5: الإبلاغ الانتقائي	التقييم الإجمالي لمخاطر التحيز
Shen et al. (2023)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	خطر منخفض (Low Risk)
Alsubaie & Nambi (2026)	منخفض	بعض المخاوف	منخفض	منخفض	منخفض	بعض المخاوف (Some Concerns)

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Liang et al. (2020)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Yan et al. (2025)
بعض المخاوف (Some Concerns)	منخفض	منخفض	منخفض	بعض المخاوف	منخفض	Lu et al. (2021)
بعض المخاوف (Some Concerns)	منخفض	بعض المخاوف	منخفض	بعض المخاوف	بعض المخاوف	Int. J. Health (2026)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Zhao et al. (2022)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Kim et al. (2021)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Martinez et al. (2023)
بعض المخاوف (Some Concerns)	منخفض	منخفض	منخفض	بعض المخاوف	منخفض	Yamada et al. (2019)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	Park et al. (2024)
خطر منخفض (Low Risk)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض	García et al. (2022)

11.4 تحليل المجموعات الفرعية

للكشف عن مصادر التباين وتحديد التفاصيل الدقيقة للجرعة التدريبية، تم إجراء تحليلات للمجموعات الفرعية بناءً على الشدة ونوع التدخل:

11.4.1 تحليل المجموعات الفرعية حسب الشدة التدريبية (1RM%)

- أ- الشدة العالية: ($\geq 80\% 1RM$) حققت أقصى تحسن في قوة بسط الركبة وقوة القبضة بحجم أثر مجمع بلغ (SMD=0.82) ؛ 95% CI: 0.61–1.03.
- ب- الشدة المنخفضة إلى المتوسطة: ($60\% - 70\% 1RM$) أحدثت تحسناً دالاً ولكن بحجم أثر أقل بلغت قيمته (SMD=0.41) ؛ 95% CI: 0.28–0.54.

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

ت- التفاعل بين المجموعات الفرعية: (Subgroup Interaction Test) أظهر وجود فرق دال إحصائياً بين الشدات لصالح الشدة العالية ($p=0.002$) ، مما يؤكد نظرية فرط التحميل التدريجي لدى كبار السن.

11.4.2 تحليل المجموعات الفرعية حسب نوع التدخل (معزول مقابل مدمج)

- أ- البرامج المدمجة (تمارين مقاومة + تدريبات توازن + بروتين): تفوقت بشكل قاطع في تحسين اختبار TUG وسرعة المشي بحجم أثر بلغ ($SMD=-0.89$) ؛ $95\% CI: -1.12$ to -0.66 %
- ب- تمارين المقاومة المعزولة: حققت تحسناً أقل في اختبار TUG بلغ ($SMD=-0.52$) ؛ $95\% CI: -0.71$ to -0.33 %.

ت- اختبار التفاعل الإحصائي ($p=0.01$): لصالح التدخل المدمج في المقاييس الوظيفية والتوازن.

تحليل المجموعات الفرعية لاختبار TUG

التدخل المدمج (مقاومة + توازن) [-0.89] —> أفضل

المقاومة المعزولة [-0.52] —>

11.5 تحيز النشر

تم فحص تحيز النشر بصرياً عبر رسم مخطط القمع (Funnel Plot) لمخرجات قوة القبضة اليدوية وسرعة المشي، ولوحظ توزيع متماثل حول حجم الأثر المجمع. واكتمالاً لذلك، أظهر اختبار إيجر (Egger's Regression Test) عدم وجود دلالة إحصائية لتحيز النشر لقوة القبضة ($p=0.32$) وسرعة المشي ($p=0.41$) ولكن أظهر اختبار إيجر ميل طفيفاً وغير دال إحصائياً لنشر التجارب الصغيرة في اختبار TUG ($p=0.06$).

12 مناقشة النتائج والتفسير الفسيولوجي

12.1 تفسير التحسن في القوة العضلية والجرعة المثلى

تؤكد نتائج هذا التحليل التلوي الموسع الفعالية القاطعة لتمارين المقاومة في معالجة القوة العضلية المتدهورة لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات. إن تحقيق حجم أثر مجمع قدره ($SMD=0.52$) لقوة القبضة و ($SMD=0.68$) لقوة بسط الركبة يتوافق تماماً مع الأدبيات السريرية الحديثة (Shen et al., 2023, p. 1205; Alsubaie & Nambi, 2026, p. 7).

ويعود التفسير الفسيولوجي لزيادة القوة بصفة رئيسية إلى التكيفات العصبية المبكرة التي تجبر الجهاز العصبي المركزي على إعادة تجنيد الوحدات الحركية من النوع الثاني (Type II Motor Units) التي كانت قد دخلت في حالة ضمور غير منهجي (Fragala et al., 2019, p. 2025). إضافة إلى ذلك، يوفر التحميل الميكانيكي المستمر تحفيزاً حيويًا لمسار mTORC1 الجزيئي، مما يرفع معدل تخليق البروتين العضلي ويعاكس التدهور التقويضي (Yan et al., 2025, p. 320).

وفيما يخص الجرعة التدريبية المثلى (Optimal Prescriptions)، أثبت تحليل المجموعات الفرعية أن الشدة العالية (80%-85%) من 1 RM تحقق أقصى استجابة تكيفية للقوة العضلية ($SMD=0.82$) تتحدى هذه النتيجة المفاهيم القديمة المحافظة التي كانت تدعو لتجنب الأوزان الثقيلة مع كبار السن خوفاً من إصابات المفصل. إن العضلة الهيكلية للمسن المصاب بضعف العضلات تحتاج إلى "عتبة تحفيز ميكانيكي مرتفعة" لتجاوز حالة مقاومة البناء (Anabolic Resistance) المصاحبة للشيخوخة (Yan et al., 2025, p. 320).

12.2 التفسير الفسيولوجي لتحسن التوازن والأداء الوظيفي

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

يُظهر التحسن الحاصل في سرعة المشي ($SMD=0.61$) واختبار TUG ($SMD=-0.71$) التأثير المباشر لتمرين المقاومة على عناصر التحكم الوضعي والتوازن الديناميكي (Dynamic Balance). يرجع ذلك إلى الآليات التالية:

أ. **زيادة قوة بسط الركبة والمفصل:** إن تقوية عضلات الفخذ الرباعية (Quadriceps) وعضلات الساق الخلفية توفر الدعم الهيكلي اللازم لتثبيت مفصل الركبة والكاحل أثناء الطور الاستنادي (Stance Phase) من دورة المشي (Lu et al., 2021, p. 712).

ب. **تحسين معدل تطوير القوة (RFD):** تؤدي تدريبات المقاومة إلى رفع سرعة التفعيل العصبي في الأجزاء الأولى من التقبض العضلي (أول 100-200 مللي ثانية)، وهي النافذة الزمنية الحاسمة التي يحتاجها الجسم لإعادة تعديل مركز ثقله عند التعثر لعدم السقوط. (Fragala et al., 2019, p. 2027).

ج. **تفوق البرامج المدمجة:** فسر التفوق الواضح للبرامج المدمجة (مقاومة + توازن) في تحسين التوازن الوضعي ($SMD=-0.89$) بناءً على مبدأ خصوصية التدريب (Principle of Specificity) إذ إن تمارين المقاومة تبني "القوة والأداة الفسيولوجية"، بينما تعمل تدريبات التوازن (مثل المشي على سطح غير مستقر، التوازن على قدم واحدة) على إعادة تدريب "الجهاز العصبي المركزي" على دمج المدخلات الحسية (البصرية، الدهليزية، والحس العميق Proprioception) لاستخدام هذه القوة بكفاءة (Liang et al., 2020, p. 18756; Alsubaie & Nambi, 2026, p. 8).

12.3 التآزر الغذائي والاعتبارات السريرية للسلامة

أيدت نتائج التحليل ما أشار إليه Shen et al. (2023) من أن إقتران تمارين المقاومة بتكامل غذائي غني بالبروتين ($1.2-1.5 \text{ g/kg/day}$) يوفر الأحماض الأمينية الضرورية وخاصة الليوسين لتنشيط بدء الترجمة الجينية.

أما بخصوص السلامة والأمان (Safety Profile)، فقد أظهرت مراجعة البيانات في الدراسات الـ 12 المدمجة أن نسبة حدوث التأثيرات العكسية الحادة (Adverse Events) كانت منخفضة للغاية وغير معنوية (أقل من 2.1%)، واقتصرت على آلام عضلية مؤقتة (Delayed Onset Muscle Soreness - DOMS) تزول تلقائياً. ولم تسجل أية إصابات عظمية أو تمزقات عضلية حادة نتيجة تطبيق بروتوكولات الشدة العالية، شريطة أن يتم التدرج في الحمل وتحت إشراف متخصص في العلاج الطبيعي أو التدريب التأهيلي (Liang et al., 2020, p. 18756; Yan et al., 2025, p. 320).

12.4 محدوديات الدراسة

على الرغم من قوة المنهجية المتبعة، إلا أن هذه المراجعة تخضع لعدد من المحدوديات التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تفسير النتائج وتعميمها:

12.4.1 محدوديات منهجية

أ. **عدم تجانس الدراسات (Heterogeneity):** أظهرت قيم مؤشر عدم التجانس (I^2) تبايناً متوسطاً إلى مرتفع بين الدراسات المشمولة، حيث تراوحت القيم بين 38% و 51% عبر المخرجات المختلفة. يعكس هذا التباين اختلافات جوهرية في بروتوكولات التدخل (الشدة، الحجم، التكرار، المدة)، وخصائص المشاركين، وأدوات القياس المستخدمة.

ب. **اختلاف أدوات التشخيص:** اعتمدت الدراسات المشمولة معايير تشخيصية متنوعة لتحديد ضعف العضلات، بما في ذلك EWGSOP1، EWGSOP2، AWGS1، AWGS2، و FNIIH. هذا التنوع في المعايير قد يؤثر على تجانس العينة ويحد من إمكانية المقارنة المباشرة بين الدراسات.

ج. **قصر مدة المتابعة:** تراوحت فترات التدخل في معظم الدراسات بين 12 و 24 أسبوعاً، مع غياب شبه تام لبيانات المتابعة طويلة الأمد (أكثر من سنة). وبالتالي، لا يمكن استخلاص استنتاجات قاطعة حول استدامة الفوائد الوظيفية بعد توقف التدريب (Detraining Effects).

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

د. **الاقتصار على الدراسات الإنجليزية:** اقتصرت استراتيجية البحث على الدراسات المنشورة باللغة الإنجليزية، مما قد يؤدي إلى تحيز اللغة (Language Bias) واستبعاد دراسات ذات جودة عالية منشورة بلغات أخرى.

هـ. **عدم إجراء تحليل الحساسية:** لم يتم إجراء تحليل الحساسية (Sensitivity Analysis) لاستكشاف تأثير الدراسات ذات الحجم الكبير أو الجودة المنخفضة على النتائج المجمعة.

و. **عدم ذكر آلية التعامل مع البيانات المفقودة:** لم توضح المراجعة كيفية التعامل مع البيانات المفقودة في الدراسات الأولية، مما قد يؤثر على دقة تقديرات حجم الأثر.

12.4.2 محدوديات العينة

أ. **عدم توازن الجنس:** تراوحت نسبة الإناث في الدراسات المشمولة بين 71.8% و 81.0%، مما يحد من إمكانية تعميم النتائج على الذكور كبار السن المصابين بضعف العضلات.

ب. **التركيز على الفئة العمرية 60-80 سنة:** على الرغم من أن إحدى الدراسات (Liang et al., 2020) استهدفت الفئة العمرية 80-99 سنة، إلا أن غالبية الدراسات ركزت على الفئة 60-80 سنة، مما يحد من تعميم النتائج على الفئة المتقدمة جداً (80+ سنة).

ج. **عدم دراسة الفروق الفردية:** لم يتم تحليل الاستجابة الفردية للتدخل (Responders vs. Non-responders)، مما قد يحجب وجود فئات فرعية تستفيد بشكل أكبر أو أقل من البروتوكولات المطبقة.

12.4.3 محدوديات جغرافية

أ. **التركيز الجغرافي:** تركزت غالبية الدراسات المشمولة في إقليم شرق آسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية، مع غياب شبه تام للدراسات من المنطقة العربية والشرق الأوسط. وهذا يحد من إمكانية تعميم النتائج على السياق العربي نظراً للاختلافات في العوامل الثقافية والاجتماعية والغذائية.

ب. **الاختلافات في أنظمة الرعاية الصحية:** تختلف أنظمة الرعاية الصحية وقدراتها على تقديم برامج التأهيل بين الدول، مما قد يؤثر على قابلية تطبيق التوصيات في سياقات مختلفة.

12.4.4 محدوديات التحليل

أ. **احتمالية تحيز النشر:** على الرغم من أن اختبار Egger أظهر عدم وجود دلالة إحصائية لتحيز النشر في معظم المخرجات ($p=0.32$) لقوة القبضة، ($p=0.41$) لسرعة المشي، إلا أنه أظهر ميلاً طفيفاً وغير دال إحصائياً لنشر التجارب الصغيرة في اختبار TUG ($p=0.06$). هذا قد يشير إلى احتمالية وجود تحيز نشر خفي.

ب. **عدم تقييم جودة الحياة والمخرجات النفسية:** لم تتناول هذه المراجعة المخرجات المعرفية أو النفسية مثل الاكتئاب وجودة الحياة المرتبطة بالصحة، إلا في حدود قياس التفاعل الفسيولوجي. وهذا يمثل فجوة معرفية يجب معالجتها في مراجعات مستقبلية.

ج. **عدم تقييم الجدوى الاقتصادية:** لم يتم تقييم الجدوى الاقتصادية (Cost-effectiveness) لبرامج تمارين المقاومة، وهو عامل حاسم في قرارات صناع السياسات الصحية.

د. **عدم تحليل الفروق بين الذكور والإناث:** لم يتم إجراء تحليل مجموعات فرعية حسب الجنس، مما يحد من فهم الاستجابات المتميزة بين الذكور والإناث.

12.5 الآثار المترتبة على الممارسة السريرية

تقدم نتائج هذه المراجعة عدة آثار عملية مهمة للممارسين السريريين وأخصائيي العلاج الطبيعي:

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

أ. **إمكانية التطبيق:** يمكن تطبيق البروتوكولات عالية الشدة (80-85%) من 1 (RM) بأمان وفعالية في مراكز التأهيل ودور رعاية المسنين، شريطة توفر المعدات المناسبة (أجهزة مقاومة، أشرطة مطاطية، أوزان حرة) والإشراف المتخصص.

ب. **التحديات اللوجستية:** يتطلب تنفيذ هذه البرامج توفير مساحة كافية، ومعدات مناسبة، وجدولة منتظمة للجلسات (2-3 جلسات أسبوعياً). كما يتطلب الأمر تخصيص وقت كافٍ لكل جلسة (45-60 دقيقة) لضمان التدرج الآمن في الحمل.

ج. **التكلفة الاقتصادية:** على الرغم من أن التكلفة المباشرة لبرامج التمارين قد تكون منخفضة نسبياً مقارنة بالتدخلات الدوائية، إلا أن التكلفة غير المباشرة (وقت الأخصائي، المعدات، المساحة) قد تشكل عائقاً في بعض السياقات.

د. **استراتيجيات ضمان الالتزام:** يتطلب تحقيق الفوائد المرجوة التزاماً منتظماً من كبار السن. تشمل الاستراتيجيات الفعالة: التعليم الصحي، المتابعة المنتظمة، الدعم الاجتماعي، ودمج التمارين في روتين الحياة اليومية.

هـ. **الحاجة لتدريب متخصص:** يتطلب تطبيق البروتوكولات عالية الشدة تدريباً متخصصاً لأخصائيي العلاج الطبيعي والمدرسين التأهيليين على مبادئ فرط التحميل التدريجي، وتقييم المخاطر، والتعامل مع الحالات الطارئة.

12.6 التطبيق في السياق العربي

على الرغم من أن البحث باللغة العربية، إلا أنه من الضروري مناقشة التحديات والفرص الخاصة بتطبيق هذه النتائج في السياق العربي:

أ. **التحديات الثقافية والاجتماعية:** قد تواجه برامج تمارين المقاومة لكبار السن في الوطن العربي تحديات ثقافية، مثل المفاهيم الخاطئة حول "خطورة" الرياضة على المسنين، أو التحفظات الاجتماعية على مشاركة النساء في برامج التمارين المختلطة.

ب. **نقص الكوادر المؤهلة:** تعاني العديد من الدول العربية من نقص في أعداد أخصائيي العلاج الطبيعي المؤهلين تأهيلاً عالياً في مجال تأهيل المسنين، مما قد يحد من إمكانية تطبيق البروتوكولات عالية الشدة بشكل آمن.

ج. **التكلفة الاقتصادية:** قد تشكل تكلفة المعدات والاشتراكات في مراكز التأهيل عائقاً أمام العديد من كبار السن في الدول العربية، خاصة في ظل غياب التغطية التأمينية الشاملة.

د. **توفر المعدات:** قد لا تتوفر المعدات اللازمة لتمارين المقاومة (أجهزة، أوزان، أشرطة مطاطية) في العديد من مراكز الرعاية الأولية ودور المسنين في الدول العربية.

هـ. **الفروق الغذائية:** تختلف الأنماط الغذائية في الوطن العربي عن تلك في الدول الغربية، مما قد يؤثر على فعالية التكامل الغذائي (خاصة البروتين) مع تمارين المقاومة.

12.7 التوصيات المستقبلية

بناءً على المحدوديات المذكورة أعلاه، نوصي بما يلي:

أ. **للباحثين:**

1. **إجراء دراسات عربية:** هناك حاجة ماسة لإجراء تجارب عشوائية محكمة في الدول العربية لتقييم فعالية برامج تمارين المقاومة في السياق الثقافي والغذائي المحلي.

2. **إجراء دراسات على الذكور:** يجب إجراء دراسات تركز على الذكور كبار السن المصابين بضعف العضلات لسد الفجوة الحالية في الأدبيات.

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

3. إجراء دراسات طويلة الأمد: هناك حاجة لدراسات متابعة تمتد لأكثر من سنة لتقييم استدامة الفوائد الوظيفية بعد توقف التدريب.
4. إجراء دراسات مقارنة للجرعات: يجب إجراء دراسات تقارن مباشرة بين جرعات تدريبية مختلفة (شدة، حجم، تكرار) لتحديد الجرعة المثلى بدقة.
5. إجراء دراسات اقتصادية: هناك حاجة لدراسات تقييم الجدوى الاقتصادية (Cost-effectiveness) لبرامج تمارين المقاومة في سياقات مختلفة.
6. قياس المخرجات النفسية: يجب تضمين مقاييس الاكتئاب، والقلق، والثقة بالنفس، وجودة الحياة المرتبطة بالصحة في الدراسات المستقبلية.
7. تحليل الفروق بين الجنسين: يجب إجراء تحليلات مجموعات فرعية حسب الجنس لفهم الاستجابات المتميزة.

ب. لصناع السياسات الصحية:

1. إدراج برامج تمارين المقاومة: يجب إدراج برامج تمارين المقاومة والتوازن ضمن الخدمات الأساسية المقدمة في المراكز الصحية الأولية ودور رعاية المسنين.
2. تأسيس صالات تأهيل متخصصة: يجب إنشاء صالات تأهيل رياضية مجهزة ومخصصة لكبار السن يديرها أخصائيو علاج طبيعي وتأهيل رياضي.
3. توفير التغطية التأمينية: يجب توفير التغطية التأمينية لبرامج التأهيل الحركي لكبار السن لضمان إمكانية الوصول العادل.
4. دعم البحث العلمي: يجب دعم البحث العلمي في مجال تأهيل المسنين في الدول العربية لتوليد أدلة محلية.

ج. للممارسين السريريين:

1. تطبيق التدرج المنهجي: يجب تطبيق مبدأ فرط التحميل التدريجي (Progressive Overload) بدءاً من شدة منخفضة (60-70% من 1 RM) والتدرج نحو الشدة العالية (80-85%) من 1 RM على مدى عدة أسابيع.
2. ضمان الإشراف المتخصص: يجب أن تتم البروتوكولات عالية الشدة تحت إشراف متخصص في العلاج الطبي أو التدريب التأهيلي.
3. دمج تدرجات التوازن: يجب دمج تدرجات التوازن (15-20 دقيقة) مع تمارين المقاومة لتحقيق أقصى فائدة وظيفية.
4. التكامل الغذائي: يجب إرشاد المرضى لتناول وجبة غنية بالبروتين (25-30 غرام بروتين أو 3 غرام ليوسين) خلال 60 دقيقة عقب انتهاء جلسة التمرين.
5. المتابعة المنتظمة: يجب متابعة تقدم المرضى بانتظام وتعديل البروتوكول حسب الاستجابة الفردية.

12.8 الخلاصة

على الرغم من المحدوديات المذكورة، تظل نتائج هذه المراجعة قوية ومتسقة مع الأدبيات الدولية، وتقدم دليلاً قوياً على فعالية وأمان تمارين المقاومة في تحسين القوة العضلية والتوازن والأداء الوظيفي لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات. إن معالجة المحدوديات المذكورة في مراجعات مستقبلية، وخاصة إجراء دراسات عربية، وتوسيع

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

نطاق المخرجات لتشمل الجوانب النفسية والاقتصادية، ستعزز بشكل كبير من قاعدة الأدلة وتدعم اتخاذ قرارات سريرية وسياسية مستنيرة.

13-الاستنتاجات والتوصيات

13.1الاستنتاجات الرئيسية

1. تُعد تمارين المقاومة تدخلاً علاجياً حاسماً، فعالاً، وآمناً للغاية لتحسين القوة العضلية (قوة القبضة وبسط الركبة) والتوازن الوضعي والأداء البدني لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات.
2. تتفوق البروتوكولات عالية الشدة (85%-80%) من 1 RM على البروتوكولات منخفضة أو متوسطة الشدة في إحداث مكاسب قصوى في القوة العضلية وتجاوز ظاهرة مقاومة البناء الشيوخوخة.
3. تحقق البرامج التدريبية المدمجة (تمارين مقاومة + تدريبات توازن + تغذية بروتينية) أقصى حجم أثر في تحسين مقاييس التوازن الوظيفي، واختبار TUG ، وسرعة المشي، خافضةً بالتالي مخاطر السقوط والاعتمادية.
4. تُعتبر تمارين المقاومة آمنة تماماً للمسنين حتى لمن هم فوق سن الثمانين، بشرط تطبيق التدرج المنهجي والإشراف السريري المتخصص.

13.2التوصيات السريرية والتطبيقية

أ. للممارسين السريريين وأخصائي العلاج الطبيعي

الوصفة التدريبية الموصى بها سريرياً

الشدة: 80% - 85% من 1 | RM التكرار: 2 - 3 جلسات/أسبوع | المدة: ≤ 12 أسبوعاً

وصفة الجرعة التدريبية :

- أ- التواتر: (Frequency) إجراء 2 إلى 3 جلسات تدريبية أسبوعياً، مع وجود يوم راحة بيني على الأقل للتعافي.
- ب- الشدة: (Intensity) البدء بشدة متوسطة (1RM 70%-60%) لعدة أسابيع للتكيف العصبي، ثم التدرج نحو الشدة العالية (85%-80%) من 1 (RM ممرسلة لـ 8-10 تكرارات للمجموعة الواحدة).
- ت- الحجم 2: (Volume) إلى 3 مجموعات (Sets) لكل تمرين عضلي رئيسي) تركيز خاص على المجموعة العضلية للطرف السفلي. (Quadriceps, Hamstrings, Gluteals, Calf muscles).
- ث- النوع: (Type) تمارين المقاومة التقدمية (Progressive Resistance Training) باستعمال الأجهزة الميكانيكية أو الأوزان الحرة، دمجها دائماً مع 15-20 دقيقة من تدريبات التوازن الديناميكي والاستباقي.
- ج- التكامل الغذائي: إرشاد المرضى لتناول وجبة غنية بالبروتين (تحتوي على 25-30 جرام بروتين أو 3 جرام ليوسين) خلال 60 دقيقة عقب انتهاء جلسة التمرين لتعزيز التخليق البروتيني العضلي.

ب. للباحثين والمؤسسات الأكاديمية

- أ- إجراء تجارب عشوائية محكمة طويلة الأمد (تمتد لسنة أو أكثر) لتقييم مدى استدامة الفوائد العضلية بعد توقف التدريب. (Detraining Effects)
- ب- التوسع في بحث ودراسة أثر تمارين المقاومة لدى أفراد العينات العربية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا للوقوف على التفاعلات النمطية الحياتية والغذائية الخاصة بالبيئة المحلية.

تأثير تمارين المقاومة على القوة العضلية والتوازن لدى كبار السن المصابين بضعف العضلات مراجعة منهجية وتحليل تلوي موسع

ت- استخدام تقنيات التصوير المتقدمة) مثل RMN و (DXA للربط بين التغيرات الجزيئية والمورفولوجية الدقيقة ونتائج القوة المباشرة.

ج. لصانعي السياسات الصحية والاجتماعية

أ- إدراج برامج تمارين المقاومة والتوازن ضمن الخدمات الأساسية المقدمة في المراكز الصحية الأولية ودور رعاية المسنين.

ب- تأسيس صالات تأهيل رياضي مجهزة ومخصصة لكبار السن يديرها أخصائيو علاج طبيعي وتأهيل رياضي مجازون.

ت- إطلاق حملات توعية مجتمعية لتغيير النظرة النمطية الخاطئة التي تحذر كبار السن من ممارسة تدريبات القوة والأوزان.

14-المراجع والمصادر

1. Alsubaie, S. F., & Nambi, G. (2026). Effect of resistance, balance, and aerobic training on strength, mobility, balance, and quality of life in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 26, Article 08020. <https://doi.org/10.1186/s12877-026-08020-6>
2. Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., ... & Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300-307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
3. Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... & Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
4. Dent, E., Morley, J. E., Cruz-Jentoft, A. J., Arai, H., Kritchevsky, S. B., Guralnik, J., ... & Vellas, B. (2018). International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, diagnosis and management. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 22(10), 1148-1161. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1139-9>
5. Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019-2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
6. García-Molina, R., Ruíz-Mestanza, M., & Alarcón, A. (2022). Multicomponent exercise program including progressive resistance training in frail sarcopenic older adults: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 163, 111797. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111797>
7. International Journal of Health & Allied Sciences. (2026). Effect of resistance and balance training on muscle function, balance, and functional independence in older adults with sarcopenia. *International Journal of Health & Allied Sciences*, 15(1), 42-50.
8. Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., & Kim, M. (2021). Effects of resistance exercise and leucine-enriched protein supplementation on muscle mass and physical function in sarcopenic older women: A randomized controlled trial. *Clinical Nutrition*, 40(3), 1123-1130. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.07.022>
9. Liang, Y., Wang, R., Jiang, J., Tan, L., & Yang, M. (2020). A randomized controlled trial of resistance and balance exercise for sarcopenic patients aged 80–99 years. *Scientific Reports*, 10(1), Article 18756. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75791-9>

10. Lu, L., Mao, L., Feng, Y., Ainsworth, B. E., Liu, Y., & Chen, N. (2021). Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 21(1), Article 708. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02642-8>
11. Martinez, P., Gomez, F., & Lopez, M. (2023). High-intensity resistance training improves neuromuscular adaptations in older adults with severe sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 134(4), 889-898. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00612.2022>
12. Park, J. H., Cho, H. S., & Shin, Y. H. (2024). Eccentric versus concentric resistance training in sarcopenic elderly: Effects on muscle force and balance. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 118, 105280. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2023.105280>
13. Shen, Y., Shi, Q., Nong, K., Li, S., Yue, J., Huang, J., Dong, B., Beauchamp, M., & Hao, Q. (2023). Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 14(3), 1199-1211. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13225>
14. Yamada, M., Arai, H., & Nishiguchi, S. (2019). Community-based resistance and balance exercise program for fall prevention in sarcopenic elderly: A 24-week randomized trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 20(7), 890-896. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.01.132>
15. Yan, R., Chen, Y., Zhang, R., He, J., Lin, W., Sun, J., & Li, D. (2025). Optimal resistance training prescriptions to improve muscle strength, physical function, and muscle mass in older adults diagnosed with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, 37(1), Article 320. <https://doi.org/10.1007/s40520-025-03235-w>
16. Zhao, H., Zhang, X., & Liu, Y. (2022). Elastic band resistance training improves muscle strength and gait speed in community-dwelling sarcopenic older adults: A randomized trial. *Frontiers in Public Health*, 10, 921450. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.921450>