

## Langfassung

# „Leitlinie Physiotherapie und Bewegungstherapie bei Osteoporose“

Endversion 0.1 vom 29.04.2008

### **Koordination:**

Prof. Dr. med. Dieter Felsenberg  
Roswitha Dietzel, M.Pthy.  
Zentrum für Muskel- und  
Knochenforschung  
Charité Berlin  
Hindenburgdamm 30  
12200 Berlin

### **Unter Mitarbeit von:**

Dr. Bettina Begerow  
Gesche Bollert, MA.  
Prof. Dr. med. Bernd Kladny  
Dr. Heinz Kleinöder  
Dr. med. Ariane Kwiet

Prof. Dr. med. Ludger Pientka  
Prof. Dr. med. Elisabeth Preisinger  
Dr. med. Martin Runge  
Jaap Swanenburg, M.Sc.  
Dr. med. Eberhard Wieland

### **Beirat:**

Dr. med. Monika Bode  
Eckhardt Böhle  
Dr. med. Hartmut Bork

Dr. med. Klaus Dittmar  
Dr. med. Jutta Semler  
Prof. Dr. Günter Tidow

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. ENTSTEHUNG DER LEITLINIE</b>	<b>1</b>
<b>2. HINTERGRUND</b>	<b>1</b>
<b>3. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK DER LEITLINIE</b>	<b>2</b>
3.1. Ziele der Leitlinie	2
3.2. Patientenzielgruppe	3
3.3. Anwenderzielgruppe	3
3.4. Definition der Endpunkte	3
3.4.1. Erhalt bzw. Aufbau von Knochenmasse und -festigkeit	3
3.4.2. Sturzprävention	4
3.4.3. Verminderung von Sturzangst und Erhalt der physischen Aktivitäten	4
3.4.4. Übersicht der Endpunkte	5
3.5. Basisassessment	6
3.6. Zusammenstellung der Expertenkommission	7
<b>4. METHODIK</b>	<b>7</b>
4.1. Ein-/ Ausschlusskriterien	7
4.1.1. Population	7
4.1.2. Interventionen	7
4.1.3. Einrichtungen	8
4.2. Suchstrategie	8
4.3. Bewertung der Studienqualität	8
4.3.1. Grundsätzliche Überlegungen	8
4.3.2. PEDro-Skala	9
4.4. Formulierung der Empfehlung	9
Schritt 1: Einteilung nach Studienqualität	9
Schritt 2: Grade der Empfehlungen	9
Schritt 3: schriftliches Konsensverfahren	11
4.5. Basisassessment	11
<b>5. ERGEBNISSE: EFFEKT AUF DAS FRAKTURRISIKO</b>	<b>12</b>
5.1. Übersicht	12
5.2. selbständig zu Hause lebende Patienten	12
5.2.1. Beschreibung der Evidenz monofaktorielle Interventionen	13
5.2.2. Beschreibung der Evidenz multifaktorielle Interventionen	13
5.2.3. Diskussion	14
5.2.4. Formulierung der Empfehlung	14
5.3. institutionalisierte Patienten	16
5.3.1. Beschreibung der Evidenz mono- und multifaktorielle Interventionen	16

5.3.2.	Diskussion	17
5.3.3.	Formulierung der Empfehlung	17
<b>5.4.</b>	<b>Beurteilung der klinischen Relevanz</b>	<b>18</b>
<b>5.5.</b>	<b>Weiterer Forschungsbedarf</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>ERGEBNISSE: EFFEKT AUF DEN KNOCHEN</b>	<b>19</b>
<b>6.1.</b>	<b>Übersicht</b>	<b>19</b>
<b>6.2.</b>	<b>Postmenopausale Frauen: Ausdauertraining</b>	<b>19</b>
6.2.1.	Beschreibung der Evidenz	19
6.2.2.	Diskussion	20
6.2.3.	Formulierung der Empfehlung	21
<b>6.3.</b>	<b>postmenopausale Frauen: Krafttraining</b>	<b>21</b>
6.3.1.	Beschreibung der Evidenz	21
6.3.2.	Diskussion	23
6.3.3.	Formulierung der Empfehlung	24
<b>6.4.</b>	<b>6.4. postmenopausale Frauen: Vibrationstraining</b>	<b>25</b>
<b>6.5.</b>	<b>postmenopausale Frauen: Koordinationstraining</b>	<b>27</b>
6.5.1.	Beschreibung der Evidenz	27
6.5.2.	Diskussion	27
6.5.3.	Formulierung der Empfehlung	27
<b>6.6.</b>	<b>postmenopausale Frauen: Mischprogramme</b>	<b>27</b>
6.6.1.	Beschreibung der Evidenz	27
6.6.2.	Diskussion	30
6.6.3.	Formulierung der Empfehlung	31
<b>6.7.</b>	<b>osteopenische/ osteoporotische Frauen: Krafttraining</b>	<b>32</b>
6.7.1.	Beschreibung der Evidenz	32
6.7.2.	Diskussion	33
6.7.3.	Formulierung der Empfehlung	33
<b>6.8.</b>	<b>osteopenische/ osteoporotische Frauen: Vibrationstraining</b>	<b>34</b>
6.8.1.	Beschreibung der Evidenz	34
6.8.2.	Diskussion	34
6.8.3.	Formulierung der Empfehlung	34
<b>6.9.</b>	<b>osteopenische/ osteoporotische Frauen: Mischprogramme</b>	<b>34</b>
6.9.1.	Beschreibung der Evidenz	34
6.9.2.	Diskussion	36
6.9.3.	Formulierung der Empfehlung	37
<b>6.10.</b>	<b>Gemischte Gruppen: Frauen und Männer: Mischprogramme</b>	<b>38</b>
6.10.1.	Beschreibung der Evidenz	38
6.10.2.	Diskussion	38
6.10.3.	Formulierung der Empfehlungen	38
<b>6.11.</b>	<b>Sonstiges</b>	<b>39</b>
<b>6.12.</b>	<b>Beurteilung der klinischen Relevanz</b>	<b>39</b>
<b>6.13.</b>	<b>Weiterer Forschungsbedarf</b>	<b>40</b>

<b>7. ERGEBNISSE: EFFEKT VON TRAINING AUF DIE STURZINZIDENZ</b>	<b>41</b>
<b>7.1. Übersicht:</b>	<b>41</b>
<b>7.2. selbständig zuhause lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime</b>	<b>42</b>
7.2.1. Beschreibung der Evidenz	42
7.2.2. Diskussion	43
7.2.3. Formulierung der Empfehlung	44
<b>7.3. selbständig zuhause lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime</b>	<b>45</b>
7.3.1. Beschreibung der Evidenz	45
7.3.2. Diskussion	46
7.3.3. Formulierung der Empfehlung	46
<b>7.4. selbständig zuhause lebend, mit positiver Sturzanamnese oder mit erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime</b>	<b>47</b>
7.4.1. Beschreibung der Evidenz	47
7.4.2. Diskussion	50
7.4.3. Formulierung der Empfehlung	52
<b>7.5. selbständig zuhause lebend, mit positiver Sturzanamnese oder mit erhöhtem Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime</b>	<b>54</b>
7.5.1. Beschreibung der Evidenz	54
7.5.2. Diskussion	55
7.5.3. Formulierung der Empfehlung	56
<b>7.6. in Seniorenheimen lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime</b>	<b>56</b>
7.6.1. Beschreibung der Evidenz	56
7.6.2. Diskussion	57
7.6.3. Formulierung der Empfehlung	57
<b>7.7. in Seniorenheimen lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime</b>	<b>57</b>
7.7.1. Beschreibung der Evidenz	57
7.7.2. Diskussion	58
7.7.3. Formulierung der Empfehlung	58
<b>7.8. in Seniorenheimen lebend, mit positiver Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - mono- und multifaktorielle Trainingsregime</b>	<b>58</b>
7.8.1. Beschreibung der Evidenz der monofaktoriellen Regime	58
7.8.2. Diskussion	59
7.8.3. Formulierung der Empfehlung	61
<b>7.9. Beurteilung der klinischen Relevanz</b>	<b>61</b>
<b>7.10. Weiterer Forschungsbedarf</b>	<b>61</b>
<b>8. ERGEBNISSE: EFFEKT VON WOHNRAUMANPASSUNG AUF DIE STURZINZIDENZ</b>	<b>63</b>
<b>8.1. Beschreibung der Fragestellung</b>	<b>63</b>
<b>8.2. Beschreibung der Evidenz</b>	<b>64</b>
<b>8.3. Diskussion</b>	<b>66</b>
<b>8.4. Zusammenfassung und Empfehlung</b>	<b>68</b>

8.5.	Weiterer Forschungsbedarf	69
<b>9.</b>	<b>ERGEBNISSE: EFFEKT AUF DIE STURZANGST</b>	<b>71</b>
9.1.	Beschreibung der Evidenz	71
9.2.	Diskussion	73
9.3.	Formulierung der Empfehlung	74
9.4.	Beurteilung der klinischen Relevanz	76
9.5.	weiterer Forschungsbedarf	76
<b>10.</b>	<b>KRITISCHE BEWERTUNG DER LEITLINIENERSTELLUNG</b>	<b>77</b>
<b>11.</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	<b>77</b>
<b>12.</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>78</b>
<b>13.</b>	<b>ABKÜRZUNGEN</b>	<b>80</b>
<b>14.</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>80</b>
<b>15.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>81</b>

### **Appendixes**

Appendix 1:	Mitglieder der Leitlinien-Kommission
Appendix 2:	zeitlicher Fahrplan
Appendix 3:	Suchstrategie
Appendix 4:	PEDro Skala
Appendix 5:	Gütekriterien Testverfahren Basisassessment
Appendix 6:	Evidenztabellen sortiert nach Endpunkten

## 1. Entstehung der Leitlinie

Der Dachverband Osteologie hat sich zum Ziel gesetzt, im Namen der dem Verband angehörigen Fachgesellschaften evidenzbasierte Empfehlungen zur Prävention, Diagnostik und Therapie der Osteoporose zu geben und diese fortlaufend zu aktualisieren.

Neben ossären Faktoren zählen extra-ossäre Faktoren wie Stürze und verminderte neuromuskuläre Kapazität zu den entscheidenden Risikofaktoren für eine osteoporosebedingte Fraktur. Die Potentiale der Prävention durch gezielte neuromuskuläre Diagnostik sowie die daraus resultierenden Bewegungsprogramme werden jedoch in der Praxis bisher noch nicht flächendeckend umgesetzt.

In Absprache mit der Leitlinien-Kommission des Dachverbands Osteologie hat daher das Zentrum für Muskel- und Knochenforschung der Charité Berlin in Zusammenarbeit mit Physiotherapeuten, Sportwissenschaftlern und Medizinerinnen eine deutschsprachige Leitlinie zur „Physiotherapie und Bewegungstherapie bei Osteoporose“ erarbeitet, die den aktuellen Stand der Wissenschaft widerspiegelt. Welche Interventionen in diesem Zusammenhang wirksam sind, soll in dieser Leitlinie zusammengefasst werden.

## 2. Hintergrund

Auf Grund des demografischen Wandels mit einem wachsenden Anteil an alten und vor allem an hochaltrigen Menschen wird unser Gesundheitsversorgungssystem vor erheblichen neuen Anforderungen gestellt. Der Anteil der Hochaltrigen wird sich in Deutschland nach Hochrechnungen des statistischen Bundesamtes von ca. 6% im Jahre 2000 bis auf fast 12% im Jahre 2050 verdoppelt haben. Von Gesundheitsförderung und Prävention als „vierte Säule“ des Gesundheitswesens verspricht man sich im Alter vor allem, die Prävalenz der im hohen Alter weit verbreiteten chronischen Beeinträchtigung zu senken, um damit zu mehr Lebensqualität, Handlungsfähigkeit und Selbstbestimmtheit im Alter beizutragen.

Die Osteoporose bedingte Fraktur stellt im Alter eine der Hauptursachen für funktionelle Einschränkungen, chronische Schmerzsyndrome, Behinderung, erhöhte Morbidität und Mortalität dar [1, 2]. Die Folgen der Fraktur, allen voran die Hüftfraktur, führen nicht selten zu Isolation, zur Einschränkung der Selbstständigkeit sowie zur Einweisung ins Pflegeheim und tragen damit entscheidend zum Verlust an Lebensqualität und Autonomie im Alter bei [3]. Die Fragilitätsfraktur wird damit zu einem zunehmenden Public Health relevanten Problem, nicht nur aus ökonomischer Sicht sondern vor allem für den Einzelnen.

Zur Prävalenz und Inzidenz der Osteoporose und osteoporotischer Frakturen lagen in Deutschland bis vor wenigen Jahren nur wenige zuverlässige statistische Angaben vor. Nach einer kürzlich veröffentlichten Studie basierend auf Krankenkassendaten der Gmünder Ersatzkasse gab es in Deutschland im Jahre 2003 7,8 Millionen Osteoporosepatienten (Männer und Frauen) im Alter >50 Jahren, das entspricht 26% dieser Bevölkerung [4]. Altersabhängig nimmt die Prävalenz von 23% bei den über 50-jährigen Frauen bis zu 59% bei den über 75-jährigen zu und bei den Männern respektive von 7% auf 16%. Die Kosten zur Behandlung der Osteoporose beliefen sich auf 5,4 Milliarden € Jahr. Der Kostentreiber sind

dabei die Frakturen, die bei 4,3% der untersuchten Population aufgetreten waren. Diese 4,3% machten jedoch 61% der Gesamtkosten aus.

Neben der verminderten Knochenmasse und -festigkeit der Osteoporose, liegt der Hauptrisikofaktor für die Fragilitätsfraktur im Sturz [5]. Epidemiologische Daten zur Sturzprävalenz und -inzidenz fehlen in Deutschland weitgehend. Internationale Studien belegen, dass 30% der zu Hause lebenden Personen älter als 65 Jahre mindestens ein Mal pro Jahr stürzen, wobei Frauen häufiger stürzen als Männer. Das Gleiche gilt für 40% der über 80-jährigen. In Pflegeheimen wird das Sturzrisiko noch höher eingeschätzt; hier stürzt über 50% der Heimbewohner mindestens ein Mal im Jahr. Mit höherem Alter und zunehmender Morbidität steigt das Risiko weiter [6-8]. Der Vermeidung von Stürzen und sturzbedingten Verletzungen kommt daher eine maßgebliche Bedeutung für die Gesundheit im Alter zu.

### **3. Geltungsbereich und Zweck der Leitlinie**

#### **3.1. Ziele der Leitlinie**

Den Maßnahmen der Prävention der Fraktur muss in Zukunft erheblich mehr Aufmerksamkeit zugewandt werden als bisher. Ein wesentlicher Beitrag kann durch die Physiotherapie und Bewegungstherapie geleistet werden. Es reicht nicht aus, nur die Knochen mit spezifischen Pharmaka zu festigen, sondern die Hauptursache für die Entwicklung der peripheren Frakturen, der Sturz und der Abbau der neuromuskulären Kapazität, muss konsequenter verhindert werden. Diese Leitlinie soll dafür eine entsprechende Grundlage liefern.

Die Leitlinie soll dazu beitragen, die Qualität bewegungstherapeutischer Angebote für Patienten mit Osteoporose in primärer, sekundärer und tertiärer Prävention zu verbessern und eine evidenz-basierte Physiotherapie und Bewegungstherapie zu fördern.

Die Rehabilitation bzw. das Management der Osteoporose und der osteoporosebedingten Fraktur durch physiotherapeutische Maßnahmen sind nicht Thema dieser Arbeit.

Das zusätzliche Bereitstellen eines Basisassessments zu ausgewählten Zielkriterien hilft, die Dokumentation der Präventionsmaßnahme zu systematisieren, die Kommunikation zwischen Therapeuten, behandelndem Arzt und Kostenträgern zu erleichtern und dient damit als grundlegendes Instrument zur Messung der Ergebnisqualität. Eine kontinuierliche Überprüfung des Therapieerfolges soll den Behandlungsprozess und damit die Qualität der Interventionen sichern.

Des Weiteren eignet sich diese Leitlinie als Grundlage für Curricula in der Ausbildung sowie in der Weiterbildung und kann als Maßstab für die Zertifizierung von Kursen dienen, um damit Qualitätsstandards in der Weiterbildung sowie in der Versorgung zu etablieren.

Durch die umfassende Literaturrecherche soll weiterer Forschungsbedarf aufgedeckt und zukünftige Forschungsaktivität gelenkt werden.

### **3.2. Patientenzielgruppe**

Diese Leitlinie richtet sich an postmenopausale Frauen ab 45 Jahren mit normaler Knochendichte, bestehender Osteopenie bzw. Osteoporose *und/ oder* erhöhtem Sturzrisiko sowie an Männer ab 45 Jahren mit bestehender Osteopenie bzw. Osteoporose *und/ oder* erhöhtem Sturzrisiko. Die Leitlinie gilt weder für pre- oder perimenopausale Frauen noch für Kinder und Jugendliche.

### **3.3. Anwenderzielgruppe**

Die Leitlinie soll Medizinern aller Osteologie relevanten medizinischen Fachdisziplinen helfen, für den jeweiligen Patienten individuell angepasst die beste Handlungsempfehlung bezüglich physiotherapeutischer und bewegungstherapeutischer Maßnahmen auszusprechen. Sie soll dem Physiotherapeuten und Sporttherapeuten als evidenzbasiert Informationsquelle und als Entscheidungshilfe in der Osteoporoseprophylaxe sowie in der ambulanten und klinischen Osteoporosetherapie dienen.

### **3.4. Definition der Endpunkte**

Bisher liegt der Schwerpunkt der Physiotherapie bei Osteoporose auf der Kuration, das heißt überwiegend in der Frakturnachbehandlung und dem Schmerzmanagement. Der Wandel des Gesundheitswesens bringt es mit sich, dass auch Physiotherapeuten sich mehr dem Thema Gesundheitsförderung und Prävention widmen müssen. Bewegungstherapeutische Maßnahmen zur Prävention der Fragilitätsfraktur können an drei Schlüsselpunkten ansetzen:

- Erhalt bzw. Aufbau von Knochenmasse und -festigkeit
- Sturzprävention
- Verminderung von Sturzangst und damit Erhalt der physischen Aktivitäten

#### ***3.4.1. Erhalt bzw. Aufbau von Knochenmasse und -festigkeit***

Die Bedeutung von körperlicher Aktivität und der daraus resultierenden mechanischen Beanspruchung des Knochens für die Entwicklung und den Erhalt von Knochenmasse und -festigkeit gilt mittlerweile als gesichert. Es ist nachgewiesen, dass Immobilisation zu Knochenabbau führt [9] und dass körperlich aktive Menschen eine signifikant höhere Knochendichte aufweisen als inaktive Menschen [10]. Konsistente Ergebnisse aus Fall-Kontrollstudien und prospektive Kohortenstudien belegen ein reduziertes Risiko von 20-40% für periphere Frakturen bei älteren Menschen mit hohem physischem Aktivitätslevel [11].

Entsprechend dem Utah-Paradigma der Skelettphysiologie wird die Festigkeit des Knochens maßgeblich durch die maximal mögliche Verformung des Knochens (Strain) kontrolliert, die – ausgenommen durch Kräfte bei Traumata – im wesentlichen durch die Muskulatur erzeugt wird [12]. Durch die Prozesse des Modelings und Remodelings wird der Knochen den alltäglichen Verformungen angepasst.

Wie ein optimales, osteoanaboles Training aussehen sollte, ist Gegenstand umfangreicher, aktueller Forschung. Tierstudien zeigen, dass ein schnelles, dynamisch axiales Belasten der Ulna für kurze Zeiten am Tag über 2 Wochen eine 54% stärkere osteogenetische Wirkung zeigt als langsamere Verformungsraten [13], dass die Stärke der Verformung stark mit dem Zuwachs an Knochenfestigkeit korreliert [14], und dass relativ wenig Trainingszyklen notwendig scheinen, wenn der Stimulus stark genug ist [15].



Studien an Sportlern bestätigen, dass Sportarten, die hohe Verformungs-Raten am Knochen in verschiedene Richtungen bewirken wie Squash [16] oder Sportarten mit besonders hohen Kraftspitzen wie Gewichtheben [17], sich besonders günstig auf die Knochenfestigkeit auswirken.

In wieweit diese Erkenntnisse auf den älteren Menschen übertragbar sind und welche Trainingsregime in ihrer Wirksamkeit belegt sind, soll in dieser Leitlinie zusammengefasst werden.

### 3.4.2. Sturzprävention

Altersassoziierte Stürze sind multikausal bedingt mit einer komplexen Interaktion aus intrinsischen Faktoren wie Muskelschwäche oder Gleichgewichtsstörungen und extrinsischen Faktoren wie Medikation, Sehstörungen oder „Stolperfallen“ im häuslichen Umfeld. Eine reduzierte muskuloskelettale Kapazität mit Muskelschwäche, Gang- und Gleichgewichtsstörungen gilt als wesentlicher Risikofaktor für Stürze im höheren Lebensalter (Tab. 1) [18].

**Tabelle 1: Ergebnisse einer univariaten Analyse von Risikofaktoren für Stürze aus 16 Studien (adaptiert: American Geriatrics Society 2001[18])**

RISIKOFAKTOR	SIGNIFIKANT/ GESAMT <sup>1</sup>	MEAN RR-OR <sup>2</sup> (RANGE)
Muskelschwäche	10/ 11	4.4 (1.5-10.3)
Positive Sturzanamnese	12/ 13	3.0 (1.7-7.0)
Gangunsicherheit	10/ 12	2.9 (1.3-7.0)
Gleichgewichtsstörungen	8/ 11	2.9 (1.6-5.4)
Abhängigkeit von Hilfsmitteln	8/ 8	2.6 (1.2-4.6)
Sehstörungen	6/ 12	2.5 (1.6-3.5)
Arthrose	3/ 7	2.4 (1.9-2.9)
Einschränkungen im ADL Bereich	8/ 9	2.3 (1.5-3.1)
Depression	3/ 6	2.3(1.7-2.5)
Kognitive Einschränkungen	4/ 11	1.8 (1.0-2.3)
Alter >80 Jahre	5/ 8	1.7 (1.1-2.5)

<sup>1</sup> = Anzahl der Studien mit signifikantem RR oder OR in univariater Analyse/ Gesamtzahl der Studien, die diesen Faktor untersuchten

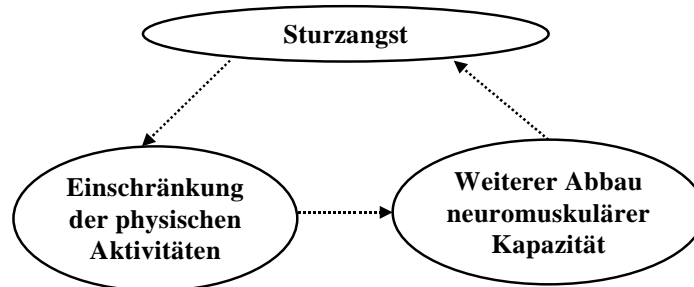
<sup>2</sup> = Relatives Risiko (RR) für prospektive Studien, Odds Ratios (OR) für retrospektive Studien

Da die muskuläre Kapazität auch im hohen Alter noch gut trainierbar ist, einem Abbau an Funktionsfähigkeit entgegenzuwirken, liegt in diesem Bereich ein großes, noch unzureichend ausgeschöpftes Potential der Prävention [19-21]. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Sekundär- und Tertiärprävention. Welche Bewegungsprogramme wirksam sind, die Sturzinzidenz zu senken, soll in dieser Leitlinie aufbereitet werden.

### 3.4.3. Verminderung von Sturzangst und Erhalt der physischen Aktivitäten

In den letzten Jahren ist das Thema Sturzangst vermehrt in das Interesse der Wissenschaft gerückt. Sturzangst und die damit verbundene Einschränkung der körperlichen Aktivitäten sind weit verbreitet unter älteren Menschen und zwar sowohl bei Menschen mit positiver Sturzanamnese als auch bei Menschen ohne direktes Sturzereignis. Die Prävalenz von Sturzangst bei selbständig zu Hause lebenden Senioren reicht von 20-85 % und von 15-55% für die Vermeidung von körperlicher Aktivität auf Grund von Sturzangst [22, 23]. Sturzangst wird zu einem Risikofaktor für den Abbau von physischer Funktionsfähigkeit und ist damit gekoppelt an Einschränkung der aktiven Teilhabe am sozialen Leben sowie an Verminderung

von Lebensqualität [23]. Nicht selten führt die Angst vor einem Sturz in den Teufelskreis von zunehmender Dekonditionierung (Abb. 1).



**Abbildung 1: Teufelskreis von Sturzangst und zunehmender Inaktivität**

Ansatzpunkt der Bewegungstherapie ist in diesem Zusammenhang, die Gefahr der Selbstbeschränkung des Patienten auf Grund von Sturzangst zu diagnostizieren und gezielte Maßnahmen zur Förderung der neuromuskulären Kapazität einzuleiten, um Selbstvertrauen bei dem Betroffenen aufzubauen und den Teufelskreislauf einer zunehmenden Dekonditionierung zu durchbrechen. Welche Maßnahmen sich hier als wirksam erwiesen haben, wird in dieser Leitlinie aufbereitet.

#### ***3.4.4. Übersicht der Endpunkte***

Der primäre Zielparameter zielt auf die Fragestellung, in wie weit durch eine gezielte Bewegungstherapie die Frakturrate reduziert werden kann. Die Studienlage zu diesem Endpunkt ist dürftig, da eine solche Studie große Fallzahlen verlangt, die in Trainingsstudien auf Grund des hohen Aufwandes schwierig zu realisieren sind. Daher wurden die Surrogat-Endpunkte „Knochenfestigkeit“ sowie „Sturzinzidenz“ hinzugenommen. Das Thema Sturzinzidenz teilt sich auf in bewegungstherapeutische Maßnahmen und in häusliche Abklärung durch medizinisches Fachpersonal als mögliche Interventionen zur Sturzreduktion.

Da Sturzangst sich auf das allgemeine Aktivitätslevel sowohl bei bereits Gestürzten als auch Nicht-Gestürzten auswirken und damit auch indirekt einen Einfluss auf die Knochenfestigkeit und die Sturzrate haben kann, wurde dieser Endpunkt den Surrogatparametern mit zugeordnet.

Die Literaturrecherche wurde auf die folgenden Endpunkte ausgerichtet (Abb. 2):

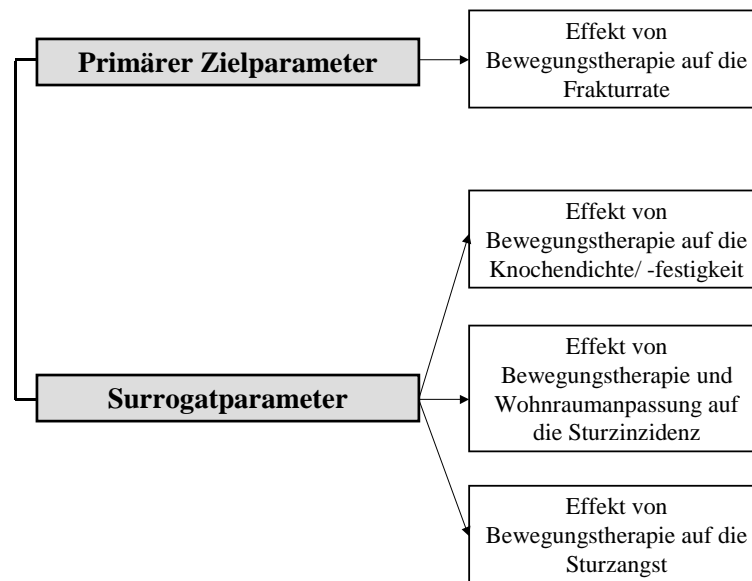


Abbildung 2: Definition der Endpunkte

### 3.5. Basisassessment

Als Basisassessment wurden die folgenden Assessment Instrumente zusammengestellt. Alle vorgestellten, standardisierten Tests sind in deutscher Sprache erhältlich, kostenfrei und leicht anwendbar (Tab. 2). Eine Zusammenfassung der Gütekriterien zu den Tests sowie Quellenangaben, wo die ausführliche Beschreibung der Tests mit Testdokumentation erhältlich ist, wird im Appendix 5 bereitgestellt:

Tabelle 2: Einteilung Assessment Instrumente

	Assessment Instrument
Muskelkraft und -leistung untere Extremität	Chair Rising Test
Sturzrisiko	<p><b>Schnell durchführbare Performance Tests:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Functional Reach Test</li> <li>• Statische Balance Tests (FICSIT)</li> <li>• 1-Beinstand</li> <li>• Gehgeschwindigkeit</li> <li>• Timed-up-and-go Test (TUG)</li> </ul> <p><b>Umfangreichere Performance Tests:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Short Physical Performance Battery</li> <li>• Tinetti Test (POMA, G-POMA/ B-POMA)</li> <li>• Berg Balance Scale</li> <li>• Dynamic Gait Index (DGI)</li> </ul> <p><b>Dual Task Performance Tests:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TUG + cognitive or manual task</li> <li>• Geh- und Zähltest</li> <li>• Stop walking when talking</li> </ul>
Sturzangst	Fall Efficacy Scale (FES-I)
Häusliche Abklärung möglicher Sturzquellen	Home Intervention Team (HIT) nach Nikolaus

### 3.6. Zusammenstellung der Expertenkommission

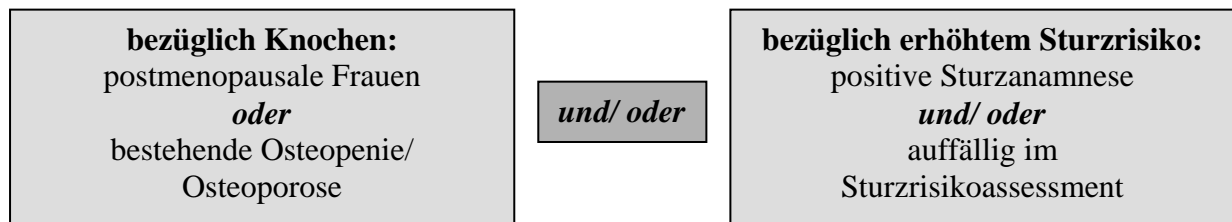
Entsprechend der späteren Anwender der Leitlinie wurde die Expertengruppe multiprofessionell aus allen relevanten Fachdisziplinen zusammengesetzt. Sie umfasst Physiotherapeuten, Sportwissenschaftler und Mediziner verschiedener Osteologie relevanter Fachrichtungen aus unterschiedlichen Hierarchieebenen und Versorgungsstufen (Appendix 1).

## 4. Methodik

### 4.1. Ein-/ Ausschlusskriterien

#### 4.1.1. Population

Eingeschlossen wurden Interventionsstudien, die sich mit Männern und Frauen ab 45 Jahren mit einem erhöhten Frakturrisiko beschäftigen. Dieses ist definiert als:



Ausgeschlossen wurden Studien, die sich explizit mit vestibulären Störungen, neurologischen Erkrankungen oder dementen Patienten beschäftigen.

#### 4.1.2. Interventionen

Eingeschlossen wurden Studien, die sich mit den folgenden Interventionen beschäftigen:

- Training (Einzel- und Gruppenbehandlung)
- Monofaktorielle Ansätze (bewegungstherapeutische Maßnahme alleine)
- Multifaktorielle Ansätze (bei dem die bewegungstherapeutische Maßnahme Teil eines Gesamtkonzeptes darstellt)
- Hausbesuch
  - Diagnostischer Hausbesuch zur Anpassung des Wohnraumes
  - Hausbesuch mit physiotherapeutischen Trainingsinterventionen

Die Interventionen müssen durch medizinisches Fachpersonal (Physiotherapeuten, Sportlehrer, Ergotherapeut, Pflegepersonal) durchgeführt worden sein. Nicht berücksichtigt wurden Studien zur Rehabilitation der Fraktur.

### *4.1.3. Einrichtungen*

Es wurden Studien aus dem ambulanten und stationären Bereich aufgenommen. Ausgeschlossen wurden Studien aus dem Setting Akutmanagement.

## **4.2. Suchstrategie**

Es wurden ausschließlich randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs) in die Leitlinie mit aufgenommen. Berücksichtigt wurde englisch- und deutschsprachige Literatur im Zeitraum vom 01.01.1990 bis zum 01.12.2005, die in einem peer-reviewed Journal in voller Länge publiziert war. Die Datenbanken Medline, Cinahl und Embase wurden über das Programm WebSPIRS Version 5.1 in einer systematischen Literaturrecherche durchsucht (Appendix 3). Des Weiteren wurde über die PEDro Datenbank sowie über Handsuche in Fachzeitschriften nach zusätzlicher Literatur recherchiert. Die gefundene Literatur wurde anschließend entsprechend der festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien überprüft und die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse der Interventionen in Evidenztabelle zusammengefasst (Appendix 6).

## **4.3. Bewertung der Studienqualität**

### *4.3.1. Grundsätzliche Überlegungen*

In den vorliegenden Leitlinien wurde zu Beginn diskutiert, nach welchen Kriterien die Literatur beurteilt werden sollte. Dabei wurde schnell klar, dass die Beurteilungskriterien zwar dem Ansatz der Evidenz-basierten Medizin entsprechen sollten, dass aber aufgrund der Unterschiede zwischen medikamentösen und (physio-) therapeutischen RCTs weitere Kriterien zum Tragen kommen müssen. Dabei sind vor allem die Graduierung durch die „PEDro-Skala“, die aufgrund einer Delphi-Studie 1998 publiziert worden ist [24] und die Klassifikation des „Philadelphia Panel“ [25] im Vergleich zur etablierten SIGN-Graduierung diskutiert worden. Dabei konnte festgestellt werden, dass die wesentlichen methodischen Kriterien in allen Klassifikationsansätzen sehr ähnlich sind, dass aber die spezifischen Probleme bei therapeutischen Studien (zumindest in der Erklärung der Kriterien) eher in den beiden genannten Klassifikationen berücksichtigt wurden. Die Klassifikation des „Philadelphia Panel“ ergänzt die rein methodische Sichtweise um die Dimension der „klinischen Relevanz“, eines in fast allen Klassifikationssystemen weitgehend vernachlässigten Problems. Des weiteren bezieht sich die PEDro-Klassifikation nur auf Einzelstudien und vermeidet so das Problem, Meta-Analysen oder systematische Übersichtsarbeiten ohne ausreichende methodische Würdigung als beste Evidenzquellen herauszustellen.

Wesentlich für die Entscheidung, die erweiterte PEDro-Klassifikation zur Grundlage der Leitlinie zu machen, ist aber die Tatsache, dass in der weltweiten größten Datenbasis zu diesem Thema eben diese Klassifikation verwendet wird und dadurch die Leitlinie transparent die Begutachtungen der Literatur durch eine kritische Fachöffentlichkeit zusätzlich heranziehen konnte. Dadurch stellt sich die Leitlinie in den Kontext der entsprechenden internationalen Fachdiskussion und kann diese Diskussion weiter fördern.

### 4.3.2. PEDro-Skala

Mit der Pedro Skala werden 11 Qualitätskriterien für randomisierte, kontrollierte Studien überprüft (Appendix 4). Diese wurde vom „Centre of Evidence-Based Physiotherapy“ der University of Sydney entwickelt, um speziell physiotherapeutisch relevante RCTs in ihrer Qualität bewerten zu können und diese bewerteten Studien in einer Datenbank jedem Interessierten zu Verfügung zu stellen [26]. Die PEDro Skala basiert auf den neun Qualitätskriterien von RCTs zusammengestellt von Verhagen et al [24], die in einer Delphi-Konsens-Konferenz durch ein Expertenteam als relevant zur Beurteilung der Studienqualität von RCTs herausgearbeitet wurden. Für individuelles Bewerten mit der PEDro-Skala ist eine ausreichend gute Reliabilität nachgewiesen (ICC=0.65, 95% CI 0.47-0.65) [27]. Alle Leitlinienteilnehmer, die an der Überprüfung der Studienqualität der RCTs beteiligt waren, durchliefen eine Schulung sowie eine Reliabilitäts-Test zur Nutzung der PEDro-Skala, d.h. eine Übereinstimmung von mindestens 90% mit denen vom „Centre of Evidence-Based Physiotherapy“ vorgegebenen Ergebnissen musste nachgewiesen werden.

Um sicher zu stellen, dass wirklich alle Studien von mindestens zwei unabhängigen Ratern bewertet sind, wurden alle Studien, die bisher noch nicht von PEDro bewertet waren, durch einen unabhängigen Bewerter von PEDro bestätigt.

## 4.4. Formulierung der Empfehlung

Die Synthetisierung der Evidenz in Handlungsempfehlungen erfolgte in Anlehnung an die Methodik des Philadelphia Panel, die speziell für die Entwicklung von Praxis-Leitlinien im Bereich der Rehabilitation entwickelt wurde [25]. Der Vorteil dieser Methodik liegt darin, dass die klinische Relevanz der Ergebnisse in den Vordergrund gestellt wird.

### *Schritt 1: Einteilung nach Studienqualität*

Bei der Bewertung nach PEDro können maximal 10 Punkte erzielt werden. Null Punkte gibt es bei PEDro eigentlich nie, da zur Aufnahme in die PEDro-Datenbank das Qualitätskriterium der Randomisierung erfüllt sein muss, folglich also mindestens 1 Punkt vergeben ist. Da ein Wert von 9 oder 10 auf Grund der Schwierigkeit der Verblindung von Teilnehmern und Therapeuten in Trainingsstudien fast nie möglich ist, wurde die Kategorie „hochwertig“ für Werte von 7-10 definiert, also auf 4 Punkte verteilt. Entsprechend sind die Qualitätsstufen wie folgt festgelegt (Tab. 3):

**Tabelle 3: Einteilung der Evidenz nach Studienqualität**

Stufe	PEDro-Wert/ 10	Qualität
I	7-10	hochwertig
II	4-6	mittelwertig
III	1-3	schwach

### *Schritt 2: Grade der Empfehlungen*

#### **Bestimmung der klinischen Relevanz:**

Für den Begriff der „klinischen Relevanz“ gibt es keine einheitliche Definition. Häufig wird der Begriff im Zusammenhang mit einer klinisch relevanten Effektgröße benutzt. Teilweise geht es wiederum um die klinische Relevanz des Endpunktes an sich oder auch um die

Anwendbarkeit bzw. Generalisierbarkeit der Studienergebnisse im klinischen Alltag. Da all diese Punkte unter den Begriff „Klinische Relevanz“ beschrieben sind, wurden sie alle in die Beurteilung mit aufgenommen. Hierbei wurden die folgenden Fragestellungen herangezogen:

- Wurde in der Studie mit einer ausreichenden Fallzahl gearbeitet?
- Ist die Anwendbarkeit der Intervention auf unsere Zielpopulation gewährleistet?
  - z.B. Art und Dosierung des Trainingsregimes
  - Ist die Intervention so ausführlich beschrieben, dass man daraus Empfehlungen ableiten kann bzw. dass die Intervention in die Praxis umgesetzt werden kann?
- Wurde eine der Fragestellung angepasste, valide Messmethode verwendet?
- Wurde an einem der Fragestellung angepassten Messort untersucht?
- Wurde ein der Fragestellung und Messmethode angepasster Beobachtungszeitraum gewählt?
- Sind die Ergebnisse auf unsere Zielpopulation generalisierbar (z.B. Rasse, etc.)

Durch die einzelnen Arbeitspakete wurde herausgearbeitet, ob die klinische Relevanz der Studie „voll gegeben“, „eingeschränkt gegeben“ oder „nicht gegeben“ ist. In der folgenden Tabelle ist zusammengefasst, auf welcher Grundlage die Evidenz in Empfehlungen umgewandelt wurde (Tab.4):

**Tabelle 4: Grade für die Empfehlungen**

Grad	Klinische Relevanz	Statistische Signifikanz	Grundlage der wissenschaftlichen Evidenz
<b>hoch</b>	voll gegeben	p<0.05	mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe I
<b>mittel</b>	voll gegeben	p<0.05	mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe II
	eingeschränkt gegeben	p<0.05	<i>oder</i> mindestens ein RCT der Qualitätsstufe I mit eingeschränkter klinischer Relevanz
<b>niedrig</b>	gegeben	p<0.05	mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe III
	eingeschränkt gegeben	p<0.05	<i>oder</i> mindestens ein RCT der Qualitätsstufe II mit eingeschränkter klinischer Relevanz
<b>unzureichende Evidenz</b>	nicht gegeben	nicht relevant*	RCTs ohne klinische Relevanz unabhängig von der Studienqualität <i>oder</i> sehr inkonsistente bzw. widersprüchliche RCTs jeder Qualitätsstufe <i>oder</i> mindestens ein RCT der Qualitätsstufe III mit eingeschränkter klinischer Relevanz
☑			Empfehlung basiert auf Konsens der Leitlinienkommission

\*Wenn die klinische Relevanz nicht gegeben ist, ist die statistische Signifikanz unerheblich.

**Hoher Empfehlungsgrad** wurde zuerkannt, wenn mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe I zur Verfügung steht.

**Mittlerer Empfehlungsgrad** lag vor, wenn mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe II *oder* mindestens ein RCT der Qualitätsstufe I mit eingeschränkter klinischer Relevanz veröffentlicht ist.

**Geringer Empfehlungsgrad** wurde vergeben, wenn mindestens ein klinisch relevanter RCT der Qualitätsstufe III *oder* mindestens ein RCT der Qualitätsstufe II mit eingeschränkter klinischer Relevanz zur Bewertung steht.

**Unzureichende Evidenz** liegt vor, wenn ein oder mehrere RCTs ohne oder stark eingeschränkter klinischer Relevanz unabhängig von der Studienqualität *oder* sehr inkonsistente bzw. widersprüchliche RCTs jeder Qualitätsstufe *oder* mindestens ein RCT der Qualitätsstufe III mit eingeschränkter klinischer Relevanz zur Beurteilung standen.

Bei **inkonsistenten Ergebnissen**, z.B. 2 Studien mit hohem Evidenzgrad und positivem Effekt, 3 Studien Grad mit niedrigem Evidenzgrad und keinem Effekt, ist der höchste Evidenzgrad ausschlaggebend. Liegen zu einer Intervention gegensätzliche Resultate vor, z.B. 2 Studien mit mittlerem Evidenzgrad und positivem Effekt, 2 Studien mit mittlerem Evidenzgrad ohne positiven Effekt, kann keine Empfehlung ausgesprochen werden, sondern nur darauf verwiesen werden, dass zu diesem Thema widersprüchliche Studienergebnisse vorliegen.

#### **Konsensempfehlung der Leitlinienkommission**

Liegen zu einer Intervention keine ausreichenden Studienergebnisse vor, so wird in einem Konsensverfahren durch die Leitlinienkommission beschlossen, in wieweit auf der Basis der klinischen Erfahrung hier eine Empfehlung formuliert werden kann. Diese Empfehlungen werden mit dem folgenden Symbol kenntlich gemacht:

#### ***Schritt 3: schriftliches Konsensverfahren***

Zu jedem Endpunkt wurden die Handlungsempfehlungen in einem Formblatt zusammengefasst. Über ein Diskussionsforum auf der Webseite des Zentrum für Muskel- und Knochenforschung (ZMK) der Charite Berlin, zu dem ausschließlich die Leitlinienteilnehmer über ein Passwort Zugang hatten, wurden diese Formblätter zur Diskussion gestellt. In anonymer Form konnte jeder Leitlinienteilnehmer Stellung beziehen zu den Handlungsempfehlungen. So sollte gewährleistet werden, dass die Expertise aller Teilnehmer in die Empfehlungen mit einfließt.

#### **4.5. Basisassessment**

Um die Gütekriterien verschiedener Testbatterien zusammenzufassen, wurden narrative Reviews sowie deutschsprachige Internetportale zu standardisierten Assessmentverfahren in der Physiotherapie herangezogen. Bei unvollständigen Angaben zu Testgütekriterien oder bei Testverfahren, die nicht über narrative Reviews abgedeckt sind, wurde nach Primärliteratur recherchiert. Zur Beurteilung der prädiktiven Validität von Tests zur Quantifizierung des Sturzrisikos wurde gezielt nach prospektiven Studiendesigns gesucht.

Es wurden nur Tests aufgenommen, die in deutscher Sprache erhältlich und unentgeltlich nutzbar sind. Auf die Literatursuche bezüglich aufwendiger instrumentierter Messtechnik zur Quantifizierung von Sturzgefahr und Muskelkraft wurde verzichtet, da diese Geräte nicht zum Standard einer Physiotherapie Einrichtung gehören.



## 5. Ergebnisse: Effekt auf das Frakturrisiko

Eberhard Wieland

### 5.1. Übersicht

Insgesamt wurden über die Suchstrategie 60 Studien zum Thema „Physiotherapeutische und bewegungstherapeutische Interventionen zur Reduktion von Frakturen“ gefunden. Nach Überprüfung der Ein-/Ausschlusskriterien konnten 8 RCT-Studien in die Auswertung aufgenommen werden. Von den 8 Studien untersuchen nur 3 Studien die Frakturrisiko als primären Endpunkt. Die anderen Studien beschäftigen sich als primären Endpunkte entweder mit der Knochenmasse oder der Sturzinzidenz und nur als sekundären Endpunkt mit der Evaluierung der Frakturdaten.

Daher ist es möglich, dass bei der hier ausschließlich vorgenommenen Frakturrisikoanalyse manche Studien einen anderen Evidenzgrad erhalten haben als bei der Analyse anderer Endpunkte (BMD/ Sturz etc.) in weiteren Kapiteln dieser Leitlinie.

Die untersuchten Studien wurden nach der Lebenssituation der Patienten in 2 Gruppen unterteilt - institutionalisierte und selbständig zu Hause lebende Patienten. Bei den Interventionen wurde in monofaktorielle und multifaktorielle Programme unterschieden.

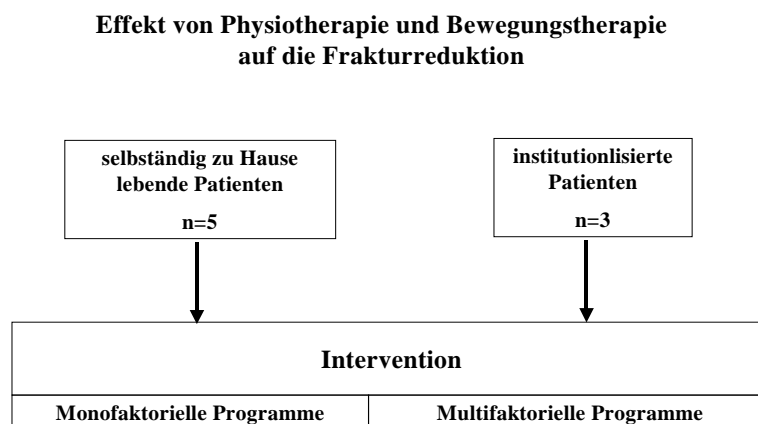


Abbildung 3: Übersicht Studieneinteilung

### 5.2. selbständig zu Hause lebende Patienten

Drei Studien zum Thema monofaktorielle Interventionen bei selbständig zu Hause lebenden Probanden, die sich alle mit postmenopausalen Frauen beschäftigen, wurden in die Bewertung aufgenommen. Zum Thema multifaktorielle Interventionen bei älteren, selbständig zu Hause lebenden Männern und Frauen wurde eine Studie zur Begutachtung herangezogen.

### ***5.2.1. Beschreibung der Evidenz monofaktorielle Interventionen***

#### **Positiver Effekt:**

Sinaki et al [28] weisen in ihrer qualitativ mittelwertigen Studien nach, dass die Kräftigung der Rückenstrecker mit progressivem Gewichtstraining über 2 Jahre eine signifikante Reduktion vertebraler Frakturen bei postmenopausalen Frauen als Langzeiteffekt noch nach 10 Jahren bewirkt. Trainiert wurde in Eigenregie zu Hause an 5 Tagen die Woche. Aus der Bauchlage wurde mit einem Zusatzgewicht von anfangs 30% des 1RM in täglich 10 Wiederholungen geübt. Das Gewicht wurde auf maximal 22.7kg erhöht. Die Übungsgruppe zeigte nach 2 Jahren Training eine signifikant höhere Zunahme an Kraft der Rückenstrecker Muskeln. Die Knochenmasse im Bereich der LWS und die durchschnittliche Körpergröße waren in beiden Gruppen vergleichbar und nahmen während der gesamten Beobachtungszeit von 10 Jahren kontinuierlich ab.

#### **Kein Effekt:**

Mit einem Walking Programm konnten Ebrahim et al [29] keinen Effekt auf die Frakturrate zeigen. Das Training fand 3-mal wöchentlich für 40 min über 2 Jahre statt. Nach Einweisung durch eine Studienassistentin absolvierten die Teilnehmerinnen das Training in Eigenregie. Eine Supervision fand alle 3 Monate statt. Die Trainingsintensität von „zügigem Gehen“ (brisk walking) war definiert als selbstgewählte, submaximale Gehgeschwindigkeit der Patientinnen. Im ersten Jahr der Intervention traten in der Trainingsgruppe signifikant mehr Stürze auf als in der Kontrollgruppe. Mit 41% liegt die Abbruchrate sehr hoch.

Keine Frakturdektion zeigen Preisinger et al [30] mit einem zu Hause durchgeführten, nicht progressivem Training. Das Programm unter der Aufsicht eines Physiotherapeuten bestand aus Aufwärmübungen (Gehen, Jogging, Armschwingen, Kniebeugen u.a.), Dehn- und Balanceübungen mit labilem Gerät (Gymnastikball u.a.) sowie Kräftigungsübungen mit elastischen Bändern. Zu Beginn wurden 20 Trainingseinheiten unter Supervision durchgeführt, danach absolvierten die Teilnehmerinnen das Übungsprogramm alleine zu Hause. Begleitend gab es halbjährliche Auffrischungssitzungen sowie ein Übungshandbuch. Retrospektiv wurde in eine regelmäßig übende Gruppe und eine weniger regelmäßig übende Gruppe (weniger als 20 Minuten Training 3-mal pro Woche) unterteilt. Die Abbruchrate lag mit 50% in der nicht-complianten Trainingsgruppe sehr hoch.

In der Studie von Chan et al [31] konnte keine Frakturdektion nachgewiesen werden. Hier wurde über 12 Monate 5-mal pro Woche 50 Minuten Tai-Chi im Yang Stil unter Supervision durchgeführt.

### ***5.2.2. Beschreibung der Evidenz multifaktorielle Interventionen***

#### **Kein Effekt:**

Vetter et al [32] können mit ihrem multifaktoriellen Programm keine Frakturdektion belegen. Hier wurde durch einen Gesundheitsberater einer Praxis für Allgemeinmedizin in Hausbesuchen bei Patienten, die im letzten Jahr nicht in der Praxis vorstellig wurden, nach frakturgefährdeten Patienten gesucht. Für jeden Patienten wurde ein individuell angepasstes Programm erarbeitet, das auf die jeweilig vorliegenden Risikofaktoren einging. Das Konzept umfasste Ernährungsberatung, medizinische Untersuchung sowie Überweisung zu Spezialisten, häusliche Abklärung von möglichen Sturzquellen sowie ein Trainingsprogramm zur Verbesserung der Fitness. Trainingsinhalte des Fitnessprogramms sind nicht beschrieben. Je nach Patient fanden die Hausbesuche auch mehrmals im Jahr statt. Die Intervention lief über 4 Jahre.

### 5.2.3. Diskussion

Wegen zu geringer Fallzahlen für eine Frakturanalyse wurden fast alle Studien in der klinischen Relevanz runtergestuft [28-31]. Bei Sinaki et al [28] kam hinzu, dass die statistische Signifikanz nur erreicht werden konnte, indem die Gesamtzahl der Wirbelkörper (frakturiert versus nicht frakturiert) anstelle der Patientenzahl herangezogen wurde.

Ein Walking Training im Freien ohne direkte Supervision stellt offensichtlich bei Risikopatienten mit positiver Sturzanamnese oder Gleichgewichtsstörungen kein ideales Trainingsregime dar [29]. Hier scheint ein Training in einer geschützten Umgebung wie einen Trainingsraum mit Haltemöglichkeiten zumindest zu Beginn der Trainingsphase sinnvoll. Denkbar wäre auch ein Walking Training auf ebener Bodenbeschaffenheit in speziellen Parcours oder auf einem Laufband. Als unzureichend ist in dieser Studie auch die mangelnde Trainingssteuerung für „zügiges Gehen“ zu bewerten. Zusammen mit einer extrem hohen Abbruchrate wurde die klinische Relevanz dieser Studie heruntergestuft.

In drei Studien war die klinische Relevanz nur eingeschränkt gegeben, da entweder keine Angaben zu Trainingsinhalten [32] oder auch keine Angaben zur Trainingssteuerung beschrieben wurden [29, 30]. Somit ist es schwierig, eine exakte Empfehlung bezüglich der Trainingsinhalte, -intensität und -steuerung auszusprechen bzw. auch die Trainingsregime erfolgreich in die Praxis umzusetzen.

Möglicherweise stellt die notwendige Selbstdisziplin der Teilnehmer bei Heimprogrammen eine Hürde dar und ist verantwortlich für hohe Abbruchraten [30]. Ein Heimtraining ohne Kontrolle birgt auch die Gefahr, dass mit einem zu schwachen Trainingsreiz gearbeitet wird, so dass kein positiver Effekt erzielt wird. Um die Compliance mit Trainingsprogrammen für ältere Patienten zu erhöhen, scheint ein Training unter Supervision besser geeignet als ein eigenständig durchgeführtes Heimprogramm.

Da die Studie von Chan et al [31] mit postmenopausalen Chinesinnen durchgeführt wurde, sind die Ergebnisse nur bedingt auf kaukasische Frauen übertragbar und die klinische Relevanz der Studie ist damit reduziert.

Bei multifaktoriellen Interventionen ist es schwierig, den Anteil der einzelnen Komponenten am Gesamtergebnis zu evaluieren. So kann hier nur bescheinigt werden, dass ein multifaktorielles Programm, wie oben dargestellt, keinen Effekt auf die Frakturreduktion hat. Da die Fitnesskomponente gar nicht beschrieben wurde, war die klinische Relevanz der Studie nicht gegeben [32].

### 5.2.4. Formulierung der Empfehlung

#### **Niedriger Evidenzgrad**

- ➔ Ein progressives Krafttraining der Rückenstrecker bei 30% des 1RM täglich durchgeführt über 2 Jahre führt bei postmenopausalen Frauen zu einer langfristigen Senkung der Inzidenz für vertebrale Frakturen.
- ➔ Um die Compliance mit Trainingsprogrammen bei älteren Patienten zu erhöhen, scheint Training unter regelmäßiger Supervision langfristig besser geeignet als ein eigenständig durchgeführtes Heimprogramm.

**Cave:**

→ Bei Risikopatienten mit positiver Sturzanamnese und Gleichgewichtstörungen sollte ein Training unter Supervision in einem sicheren Umfeld durchgeführt werden.

Zu geeigneten bewegungstherapeutischen Interventionen innerhalb eines multifaktoriellen Ansatzes bei selbständig lebenden, älteren Menschen kann zur Zeit keine Empfehlung gegeben werden. Hier fehlen hochwertige Studien mit ausreichender Probandenanzahl und vor allem genauer Beschreibung der Intervention.

### Studienqualität monofaktorielle Interventionen

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Sinaki et al [28]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Ebrahim et al [29]	6/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Preisinger et al [30]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Chan et al [31]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

### Studienqualität multifaktorielle Interventionen

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
Ø	Vetter et al [32]	5/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 5.3. institutionalisierte Patienten

### 5.3.1. Beschreibung der Evidenz mono- und multifaktorielle Interventionen

Zu monofaktoriellen Interventionen bei institutionalisierten Patienten konnte zum Zeitpunkt der Literaturrecherche keine Studie identifiziert werden. Drei Studien wurden zum Thema multifaktorielle Intervention bei institutionalisierten Patienten in das Review mit aufgenommen.

#### **Positiver Effekt:**

Jensen et al [33] zeigen positive Ergebnisse bezüglich der Reduktion von Hüftfrakturen mit einem individuell angepassten, multifaktoriellen Interventionsprogramm im Pflegeheim. Die 11-wöchige Maßnahme beinhaltete a) gezielte Personalschulung, b) Modifikation der häuslichen Umgebung, c) individuell angepasstes Bewegungsprogramm, d) Hilfsmittelversorgung, e) Medikamentenrevision, f) Hüftprotektoren, e) Analysen des Sturzhergangs mit Problemlösungsansätzen sowie f) Supervision des Personals. Das Trainingsregime fokussierte auf Übungen zur Verbesserung des Gleichgewichts, der Gangsicherheit, der Muskelkraft und der Aktivitäten des täglichen Lebens.

#### **Kein Effekt:**

Keine Frakturreduktion durch multifaktorielle Interventionen konnte in zwei Studien festgestellt werden [34, 35]. Haines et al [34] arbeiteten mit einem individuell an das Risikoprofil des Patienten auf subakuten, geriatrischen Krankenhausstationen angepassten Programm. Dieses bestand aus den Komponenten a) Sturzrisikowarnkarte mit Informationsbroschüre für Angehörige und Personal, b) individuelles Bewegungsprogramm, c) individuelle Informationsgespräche mit dem Patienten 2-mal 30 Minuten pro Woche sowie d) Hüftprotektoren, die nicht obligatorisch eingesetzt wurden, sondern von der Entscheidung des Pflegepersonals abhängig waren. Das Bewegungsprogramm wurde 3-mal pro Woche für 45 Minuten durch einen Physiotherapeuten durchgeführt. Dieses individuell angepasste Programm beinhaltete Tai Chi Elemente zur Förderung des Gleichgewichts, Funktionstraining zur Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens sowie Kräftigungsübungen. Die Dauer der multifaktoriellen Intervention war abhängig von der Dauer des Aufenthaltes auf der Krankenstation und variierte damit stark zwischen den Studienteilnehmern.

Die Studie von Becker et al [35] untersucht ein individuell angepasstes, multifaktorielles Interventionsprogramm in Pflegeheimen. Hier lagen die Schwerpunkte auf: a) Schulung zur Sturzprävention für Pfleger und Patienten, b) Ratschläge zur Anpassung des häuslichen Umfelds zur Verhinderung von Stürzen, c) progressives körperliches Training sowie d) der Empfehlung von Hüftprotektoren bei allen (auch mit Hilfe) stehfähigen Patienten. Das Bewegungsprogramm beinhaltete ein 20-minütiges Gleichgewichtstraining im Stand und im Gehen sowie ein Krafttraining für alle großen Muskelgruppen bei 75% des 1RM in 2 Sätzen. Das gesamte Interventionsprogramm war ausgerichtet auf 1 Jahr.

In beiden Studien konnte zwar keine Frakturrisikoreduktion erzielt werden, es traten jedoch in beiden Interventionsgruppen mit deutlicher Signifikanz weniger Stürze auf.

### 5.3.2. Diskussion

In den beiden Studien ohne positiven Effekt auf die Frakturrate konnte eine Verringerung der Sturzinzidenz nachgewiesen werden [34, 35]. Verantwortlich für den fehlenden Effekt auf die Frakturrate ist sicherlich auch die zu geringe Fallzahl, die bei diesen Studien zur Abstufung der klinischen Relevanz führte [33-35].

Jensen et al [33] führen die Reduktion von Schenkelhalsfrakturen in ihrer Studie in erster Linie auf die Anwendung von Hüftprotektoren zurück, die vor allem mit Unterstützung des Pflegepersonals bei der Interventionsgruppe der Patienten mit eingeschränkter kognitiver Funktion mit einer sehr hohen Compliance-Rate eingesetzt wurden. Da bei multifaktoriellen Interventionen unklar ist, welchen Anteil die einzelnen Komponenten zum Gesamtergebnisse beitragen, muss diese Frage unbeantwortet bleiben.

Die Programme waren sowohl von der Anzahl einzelner Interventionen, der Behandlungszeiträume, der Klientel und auch vom Therapie- bzw. Präventionsansatz sehr unterschiedlich und sind damit nur bedingt miteinander vergleichbar.

### 5.3.3. Formulierung der Empfehlung

- ➔ Es gibt Hinweise darauf, dass multifaktorielle Interventionsprogramme in Pflegeheimen zur Verhinderung von Frakturen bei Patienten im fortgeschrittenen Alter beitragen können.
- ➔ Die Bewegungsprogramme einer solchen multifaktoriellen Intervention sollten individuell an den Patienten angepasst sein und fokussieren auf die Verbesserung der allgemeinen physischen Kapazität, der Muskelkraft, des Gleichgewichts, der Gangsicherheit und der Sicherheit bei den Aktivitäten des täglichen Lebens (z.B. Transfer).
- ➔ Das Training sollte unter Supervision stattfinden und individuell angepasst in seiner Intensität gesteigert werden.

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Jensen et al [33]	5/ 10	II	eingeschränkt	gering
Ø	Haines et al [34]	7/ 10	I	eingeschränkt	mittel
	Becker et al [35]	6/ 10	II	eingeschränkt	gering

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 5.4. Beurteilung der klinischen Relevanz

**Eingeschränkt klinisch relevant** wurde vergeben, wenn:

- das Training unzureichend beschrieben wurde.
- die Fallzahl nicht ausreichend hoch war.
- eine extrem niedrige Anwesenheit beim Training keine wirkliche Aussage über die Intervention erlaubt.
- das Training an einer anderen ethnischen Gruppe durchgeführt wurde.

**Klinisch nicht relevant** wurde vergeben, wenn:

- das Bewegungsprogramm gar nicht beschrieben wurde, so dass das Training nicht nachvollziehbar ist.

## 5.5. Weiterer Forschungsbedarf

- Alle Interventionen müssen genau definierte und überprüfbare Programme enthalten, die qualitativ, quantitativ und in Zeitbegriffen erfassbar sind.
- Die angewandten Bewegungsprogramme müssen in ihren Inhalten sowie den Methoden zur Trainingsteuerung genau beschrieben sein, so dass das Training in der klinischen Praxis auch seine Anwendung findet.
- Es gibt einen hohen Bedarf an Frakturstudien mit ausreichenden Fallzahlen.

## 6. Ergebnisse: Effekt auf den Knochen

*Dietzel R, Felsenberg D, Kwiet A, Swanenburg J*

### 6.1. Übersicht

Die gefundene Literatur wurde in drei Gruppen unterteilt – postmenopausale Frauen, osteopenische und osteoporotische Frauen sowie Mischgruppen aus Männern und Frauen. Auch in der Gruppe der postmenopausalen Frauen befinden sich zum Teil osteopenische und osteoporotische Frauen. Einschlusskriterium war hier nicht über Knochenparameter definiert sondern aus. Zu jeder Gruppe sind im Folgenden die Trainingsregime sowie die sich ergebenden Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

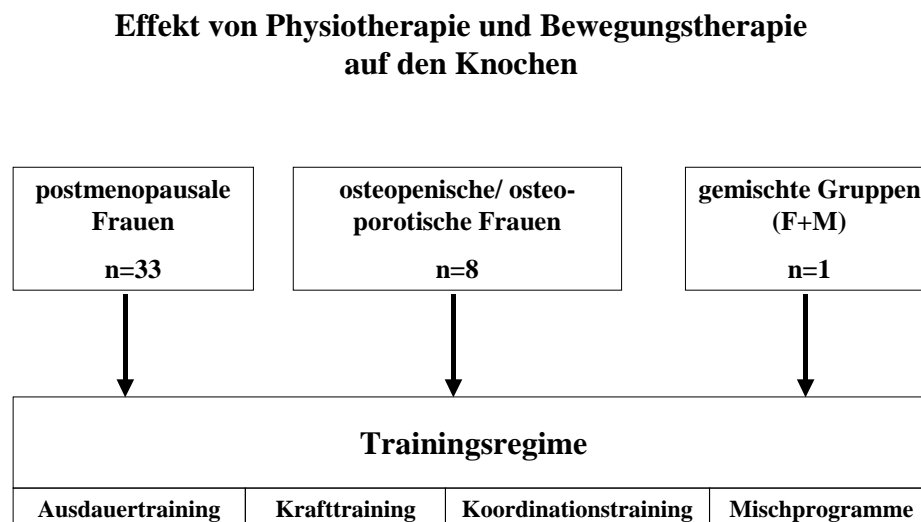


Abbildung 4: Übersicht Studieneinteilung

### 6.2. Postmenopausale Frauen: Ausdauertraining

#### 6.2.1. Beschreibung der Evidenz

Vier Studien zum Thema Ausdauertraining bei postmenopausalen Frauen, die sich alle mit Walking Programmen beschäftigen, wurden aufgenommen.

#### **Positiver Effekt:**

Hatori et al [36] belegen mit ihrer qualitativ mittelwertigen Studie einen positiven Effekt durch Walking Training auf die Knochenmasse (DXA) an der Wirbelsäule. Der Schenkelhals wurde nicht gemessen. Es zeigt sich zudem, dass ein Walking Programm über sieben Monate 3-mal pro Woche á 30 Minuten oberhalb der anaeroben Schwelle signifikant bessere Ergebnisse erzielt als das selbe Trainingsregime unterhalb dieser Schwelle.



Mit ihrer qualitativ mittelwertigen Studie bestätigen Tsuritani et al [37] den positiven Effekt durch ein Walking Training auf die Knochenmasse (DXA) an der Wirbelsäule. An der Hüfte oder am Calcaneus kann dieser Effekt jedoch nicht nachgewiesen werden. Trainiert wurde hier mit einem zügigem Walking Programm über 12 Monate, welches von 60 Minuten auf 140 Minuten pro Woche in Eigenregie des Teilnehmers gesteigert wurde. Über die genaue Definition von „zügigem Walking“ gibt es keine Angaben.

#### **Kein Effekt:**

Martin et al [38] können in ihrer qualitativ mittelwertigen Studie keinen positiven Effekt nach einem 12-monatigen Laufbandtraining belegen. Weder ein 30-minütiges noch ein 40-minütiges Training drei-mal pro Woche bei 70-85% der maximalen Herzfrequenz zeigte einen osteoanabolen Effekt auf die Knochenmasse am distalen Radius (SPA) oder an der Wirbelsäule (DPA).

Auch Ebrahim et al [29] belegen mit ihrer qualitativ mittelwertigen Studie keinen positiven Effekt auf die Knochenmasse der Wirbelsäule oder an der Hüfte (DXA) - weder nach einem noch nach zwei Jahren. Das Programm bestand aus einem selbständig durchgeführten, zügigem Walking Training, welches als „schneller als normales Gehen“ definiert war. Trainiert wurde bis zu 40 Minuten 3-mal pro Woche über 2 Jahre, wobei es keine Angaben zur Steuerung der Trainingsintensität gibt. Nach einer Trainingseinweisung der Teilnehmer durch eine Study Nurse wurde die Compliance durch monatliche Telefonate und 3-monatige Informationstermine evaluiert. Mit 41% liegt die Gesamtabbruchrate relativ hoch. Einschlussbedingung für die Studienaufnahme war eine Fraktur der oberen Extremität als Folge eines Sturzes.. In der Trainingsgruppe kam es während der Studienlaufzeit zu signifikant mehr Stürzen als in der Kontrollgruppe.

### **6.2.2. Diskussion**

Die Ergebnisse von Hatori et al [37] sind auf Grund der kleinen Fallzahl mit zusätzlich hoher Abbruchrate nur als eingeschränkt klinisch relevant zu bewerten. Zusätzlich ist die Studie an Japanerinnen durchgeführt. Es wird hier zwar eindrücklich belegt, dass ein Training oberhalb der anaeroben Schwelle deutlich bessere Ergebnisse erzielt als dasselbe Trainingsregime unterhalb dieser Schwelle. Hier bestätigt sich die Theorie, dass höhere Kraftspitzen mehr Verformung auf den Knochen bringen und damit einen stärkeren osteoanabolen Stimulus setzen. In wieweit ein derart anstrengendes Training jedoch von dieser Altersgruppe langfristig toleriert wird, ist fraglich.

Ein nicht betreutes Training birgt mehrere Probleme. Zum einen verhindert ein Mangel an Standardisierung die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse. Erschwerend kommt hinzu, dass eine subjektive Zusammenfassung der Trainingsleistung seitens der Teilnehmer nicht überprüfbar ist und damit nicht akkurat sein muss. Möglicherweise stellt die notwendige Selbstmotivierung der Teilnehmer eine Hürde dar und ist verantwortlich für hohe Abbruchraten. Unter Umständen trainiert der Proband auch mit einem zu schwachen Trainingsreiz. Ein Training unter Anleitung von ausgebildetem Fachpersonal erscheint in diesem Zusammenhang notwendig.

Ein Walking Training stellt offensichtlich nicht für alle postmenopausalen Frauen ein gleichermaßen ideales Trainingsregime dar [29]. Bei zusätzlichen Risikofaktoren wie positiver Sturzanamnese oder Gleichgewichtsstörungen scheint ein Training in einer geschützten Umgebung wie einen Trainingsraum mit Haltemöglichkeiten zumindest zu

Beginn der Trainingsphase sinnvoll. Ein Walking Training auf ebener Bodenbeschaffenheit in einem speziellen Parcours oder auf einem Laufband könnte bei Verbesserung der neuromuskulären Kapazität eine Trainingssteigerung darstellen.

### 6.2.3. Formulierung der Empfehlung

Auf Grund der widersprüchlichen Studienergebnisse zum Thema Ausdauertraining bei postmenopausalen Frauen kann zur Zeit keine Empfehlung formuliert werden.

#### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Tsuritami et al [37]	6/ 10	II	voll	mittel
	Hatori et al [36]	6/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Ebrahim et al [29]	6/ 10	II	voll	mittel
	Martin et al [38]	4/ 10	II	voll	mittel

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 6.3. postmenopausale Frauen: Krafttraining

### 6.3.1. Beschreibung der Evidenz

13 Studien zum Thema Krafttraining bei postmenopausalen Frauen fanden Eingang in die Bewertung.

#### Positiver Effekt:

Nelson et al [39] belegen signifikante Effekte auf die Knochenmasse sowohl an der Hüfte als auch an der Wirbelsäule (DXA) nach einem 12-monatigen, progressiven Krafttraining 2-mal pro Woche. Trainiert wurden die Hauptmuskelgruppen bei 80% des 1RM in je 3 Sets.

Kerr et al [40] bestätigen mit einem ähnlichen Trainingsregime 3-mal pro Woche positive Effekte auf die Knochenmasse an der Hüfte und am Unterarm (DXA), an der Wirbelsäule wurde nicht gemessen. Hier wurde nachgewiesen, dass ein progressives Krafttraining mit hohen Gewichten (80% des 1RM) einem progressiven Training mit niedrigen Gewichten (40% des 1 RM) überlegen ist (load-dependent). Trainiert wurde nur auf einer Körperhälfte, die andere diente als Kontrollseite. Es zeigten sich nur Effekte an der Körperhälfte, die trainiert wurde. Dies gilt als Beleg dafür, dass ein Krafttraining lokal angewendet werden muss (site-specific), um einen osteo-anabolen Effekt zu bewirken.

In einer späteren Studie belegen Kerr et al [41], dass ein progressives Krafttraining mit hohen Gewichten (80% des 1RM) sowohl einem nicht-progressives Training mit niedrigen Gewichten in Kombination mit einem Ausdauertraining auf einem Ergometerfahrrad (HR<150 Schläge/ Min.) als auch einer nicht trainierenden Kontrollgruppe überlegen ist. Signifikante positive Ergebnisse wurden an der Knochenmasse der Hüfte (DXA) nicht aber an der Wirbelsäule nachgewiesen. Beide Trainingsregime fanden 3-mal pro Woche über 24 Monate statt.

Auch Taaffe et al [42] weisen nach, dass ein Maximalkrafttraining der Beinmuskulatur 3-mal pro Woche mit hohen Gewichten einen höheren Effekt erzielt als ein Kraftausdauertraining mit niedrigen Gewichten. Hier wurde am Femur ein signifikanter Unterschied in der Knochenmasse (DXA) belegt.

In einer mittelwertigen Vergleichsstudie untersuchten Stengel et al [43] ein langsam durchgeführtes Krafttraining (4-s konzentrisch, 4-s exzentrisch) bei 70-90% der 1RM gegen ein schnell durchgeführtes Muskelleistungstraining (hohe Geschwindigkeit konzentrisch, 4-s exzentrisch) bei 70-90% des 1RM 2-mal pro Woche über 12 Monate. Zusätzlich führten beide Gruppen pro Woche ein 1-stündiges Koordinations- und Balancetraining und ein 25-minütiges Heimtraining durch. Es zeigten sich signifikant bessere Ergebnisse in der Muskelleistungs-Trainingsgruppe sowohl an der Knochenmasse der Wirbelsäule als auch an der Hüfte (DXA). Keine Unterschiede zeigten sich am Radius. Alle Probandinnen waren gut vortrainiert.

In der mittelwertigen Studie von Heikkinen et al [44] wurden zwei unterschiedliche HRT-Formen in Kombination mit Training bzw. ohne Training untersucht. Zusätzlich gab es zwei Kontrollgruppen (Placebo mit und ohne Training). Das Training bestand aus einem 1-stündigen Krafttraining der Lumbal- sowie der Oberschenkelmuskulatur. Genauere Angaben zu Gewichten oder Wiederholungsanzahl wurden nicht gemacht. Zusätzlich sollten die Frauen 2h pro Woche selbstständig trainieren. Alle HRT-Gruppen nahmen an Knochenmasse im Bereich der LWS und der Hüfte zu (DXA). Ein additiver Effekt des Trainings zum HRT konnte nicht bescheinigt werden. Bei der Kontrollgruppe mit Training konnte ein positiver Effekt des Trainings im Bereich der Hüfte im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Training belegt werden. Im Bereich der LWS ergab sich kein positiver Effekt durch das Training.

In einer weiteren mittelwertigen Medikamentenstudie Studie von Notelovitz et al [45] wurde eine Trainingsgruppe mit HRT gegen eine Kontrollgruppe verglichen, die nur HRT einnahm. Die Frauen waren aus chirurgischen Gründen in die Menopause versetzt und die Mehrzahl der Probandinnen nahm das HRT bereits vor der Studie. Das Krafttraining wurde 3-mal pro Woche 15-20 Minuten für alle großen Muskelgruppen bei 80% der 1RM mit langsamer Technik durchgeführt. Es gab zwar im Bereich der LWS, des „total body“ und des Radius einen signifikanten Anstieg der Knochenmasse (SPA, DPA) in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Baseline-Messung, allerdings war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen nur im Bereich des mittleren Radius signifikant.

#### **Kein Effekt:**

Rhodes et al [46] erreichen mit einem progressiven Krafttraining bei 75% des 1RM 3-mal pro Woche über 12 Monate weder einen positiven Effekt auf die Knochenmasse an der Wirbelsäule noch an der Hüfte (DPX). Die Altersgruppe von 65-75 Jahren ist etwas älter als der Schnitt in den Studien mit guten Resultaten.

Pruitt et al [47] können weder mit einem Maximalkrafttraining von 80% des 1RM noch mit einem Kraftausdauertraining 3-mal wöchentlich über 12 Monate positive Effekte auf die Knochenmasse an der Wirbelsäule oder an der Hüfte (DXA) erzielen. Auch in dieser Studie ist die Altersgruppe mit 65-79 Jahren etwas älter als in den Studien, die positive Ergebnisse zeigen. In der Gruppe, die mit hohen Gewichten trainierte, wurden unerwünschte Ereignisse in Form von vermehrten Schmerzen bei bereits existierenden Rücken- und Kniebeschwerden registriert. Da die Fallzahl der Studie jedoch klein und die Abbruchrate mit 35% hoch ist, wird die klinische Relevanz dieser Studie als eingeschränkt bewertet.

Verschueren et al [48] erzielen mit einem progressiven Krafttraining von 2-mal pro Woche über 12 Monate keinen positiven Effekt auf die Knochenmasse an Hüfte oder Wirbelsäule (DXA). Hier wurde das Krafttraining jedoch ausschließlich auf die Beinmuskulatur ausgerichtet, ein Resultat an der Wirbelsäule kann also gar nicht erwartet werden. Zudem ist die Fallzahl (n=25 bei drei Interventionsgruppen) sehr klein. Eine klinische Relevanz ist demnach nur eingeschränkt gegeben.

Smidt et al [49] arbeiten mit einem progressiven Krafttraining von 3-4-mal pro Woche über 12 Monate. Die Probandinnen erlernten Übungen zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur (sit-ups, Rumpfstreckung aus Bauchlage, beidbeiniges Beinabsenken aus Rückenlage), die als 70% des 1RM beschrieben werden. Wie dieses Gewicht in einem Heimtraining sukzessive angepasst wurde, wird jedoch nicht beschrieben. Die klinische Relevanz dieser Studie ist somit nur eingeschränkt gegeben. Ein Effekt auf die Knochenmasse an LWS und Schenkelhals (DPA) ist nicht nachgewiesen.

In der Studie von Chilibeck et al [50] wurde Krafttraining in Kombination mit Bisphosphonaten untersucht. Es gab eine Trainingsgruppe, die auch ein Placebo erhielt, eine Gruppe, die nur Bisphosphonate erhielt, eine Kombinationsgruppe und eine Kontrollgruppe. Das Training bestand aus Krafttraining bei 70% des 1RM für alle Hauptmuskelgruppen in je 2 Sets 3-mal pro Woche. Die trainierenden Frauen verloren im Bereich der LWS signifikant mehr Knochenmasse (DXA) als die nicht-trainierenden Frauen. Wird ein Ausreißer, der eine positive Familienanamnese für Osteoporose hatte, aus der Statistik herausgenommen, verschwindet der „negative“ Trainingseffekt. Die Frauen mit Bisphosphonaten zeigten im Bereich der LWS einen signifikanten Anstieg der Knochenmasse. Es gab keine Interaktion zwischen Bisphosphonaten und Training an der LWS. Im Bereich der Hüfte konnte kein Gruppenunterschied und auch keine Interaktion gesehen werden. Laut Autor könnte der fehlende Effekt an der zu geringen Fallzahl liegen. Auch diese Studie wird daher als nur eingeschränkt klinisch relevant beurteilt.

Eine hochwertige Studie zum Thema Krafttraining mit kleinen Gewichten wurde in die Bewertung aufgenommen [51]. Hier konnte mit einem Psoastraining aus dem Sitz, das mit einem konstanten Zusatzgewicht von 5 kg erschwert wurde, kein signifikanter Effekt an der Wirbelsäule im CT nachgewiesen. Die Compliance mit diesem Trainingsregime von 5-mal pro Woche konzipiert als Heimtraining über 12 Monate war mit 55% sehr schlecht. In einer Subgruppenanalyse derjenigen Teilnehmer, die das Training nach Trainingsprotokoll regelmäßig durchführten, zeigten sich positive Ergebnisse am trabekulären Knochen (tBMD) L1-L4. Ein weiterer Grund für das schlechte Ergebnis könnte darin liegen, dass das Training nicht progressiv gesteigert wurde.

### **6.3.2. Diskussion**

In einigen Studien führte eine sehr kleine Fallzahl mit zusätzlich hohen Abbruchraten zu einer Abwertung der klinischen Relevanz [45, 47, 50]. Auf Grund mangelhafter Beschreibung des Trainingsregimes, die eine Übernahme des Trainings in den klinischen Alltag unmöglich machen, konnte in einigen Fällen keine Empfehlung abgeleitet werden [44, 49].

Taaffe et al [42] belegen zwar einen positiven Effekt eines Maximalkrafttrainings am mittleren Femur. Da dies kein standardisierter Messort mit dieser Messmethode ist, kann das Ergebnis nicht als klinisch relevant eingestuft werden.

Verschueren et al [48] zeigen, dass ein Vibrationstraining bessere Ergebnisse erzielt als ein Krafttraining bezüglich der Knochenmasse an der Hüfte. Kein Effekt zeigt sich an der Knochenmasse der LWS, wobei hier anzumerken ist, dass gar kein Krafttraining für die Rumpfmuskulatur durchgeführt wurde. Ein positiver Effekt kann hier also auch nicht erwartet werden.

In einer hochwertigen Studie belegen Revel et al [51], dass ein täglich durchgeführtes Psoastraining einen positiven Effekt an der LWS erzielen kann, so es tatsächlich täglich durchgeführt wurde. Im Sinne einer Grundlagenstudie kann dieses Ergebnis durchaus verwertet werden. Nur 55% der Studienteilnehmer führten dieses Training jedoch selbständig regelmäßig zu Hause durch. Die Anwendbarkeit für die Zielpopulation erscheint demnach unzureichend. Die einheitliche Bestimmung des Zusatzgewichtes von 5kg ohne Steigerung der Trainingsintensität, stellt aus trainingswissenschaftlicher Sicht keinen adäquaten Trainingsreiz dar. Ein osteoanaboles Training sollte so ausgerichtet sein, dass alle großen Muskelgruppen der oberen und unteren Extremität sowie der Rumpfmuskulatur angesprochen werden. Ein reines Psoastraining wird dieser Forderung nicht gerecht.

In ihrer Vergleichsstudie weisen Stengel et al [43] zwar nach, dass ein schnell durchgeführtes Muskelleistungstraining bessere Ergebnisse zeigt als ein langsam durchgeführtes Krafttraining. Alle Probandinnen waren jedoch sehr gut vortrainiert, so dass es auch im Schulter und Wirbelsäulenbereich zu keinen Verletzungen kam. Für untrainierte postmenopausale Frauen ist ein solches Training v.a. im Bereich der Schulter und der Wirbelsäule auf Grund der erhöhten Verletzungsgefahr nicht zu empfehlen.

Die schlechten Ergebnisse bei Rhodes und Pruitt [46, 47], wo ähnlich trainiert wurde, wie bei den Studien mit positiven Ergebnissen, könnten an einem höheren Altersdurchschnitt liegen. Zudem kommt bei Pruitt noch die kleine Fallzahl mit einer hohen Abbruchrate hinzu.

### **6.3.3. Formulierung der Empfehlung**

#### **Mittlerer Evidenzgrad**

- ➔ Ein progressives Krafttraining bei 60-80% des 1RM zeigt einen positiven Effekt auf die Knochenmasse an der Hüfte und an der Wirbelsäule. Das Training sollte 2 bis 3-mal pro Woche für alle Hauptmuskelgruppen durchgeführt werden (site-specific).
- ➔ Ein Maximalkrafttraining von 70-90% des 1RM für alle Hauptmuskelgruppen zeigt einen größeren Effekt als ein Kraftausdauertraining von 40% des 1RM. Dies ist sowohl für Knochenmasse der Hüfte als auch an der Wirbelsäule nachgewiesen (load dependend).
- ➔ Ein Krafttraining von 80% des 1RM mit Betonung der Muskelleistung (hohe Geschwindigkeit konzentrisch, 4-s exzentrisch) für alle Hauptmuskelgruppen zeigt bessere Ergebnisse als ein langsam durchgeführtes Krafttraining von 80% des 1RM (4-s konzentrisch, 4-s exzentrisch) auf die Knochenmasse an der Hüfte sowie der Wirbelsäule. Ein solches Training empfiehlt sich nur für gut vortrainierte Frauen ohne Beschwerden, v.a. im Bereich von Schulter oder Wirbelsäule.
- ➔ Bei untrainierten Frauen sollte das Krafttraining langsam durchgeführt werden (4-s konzentrisch, 4-s exzentrisch), um Verletzungen vorzubeugen. ☑
- ➔ Jedes Krafttraining sollte progressiv gesteigert werden. ☑

#### **Cave:**

- ➔ Vorsicht mit hohen Gewichten bei bereits existierenden Rücken- und Kniebeschwerden.

## Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Nelson et al [39]	5/ 10	II	voll	mittel
	Stengel et al [43]	5/ 10	II	voll	mittel
	Kerr et al [40]	4/ 10	II	voll	mittel
	Kerr et al [41]	4/ 10	II	voll	mittel
	Notelovitz et al [45]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Heikinnen et al [44]	6/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend
	Taaffee et al [42]	4/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend
Ø	Revel et al [51]	7/ 10	I	eingeschränkt	mittel
	Rhodes et al [46]	6/ 10	II	voll	mittel
	Verschueren [48]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Smidt et al [49]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Pruitt et al [47]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Chilibeck et al [50]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 6.4. 6.4. postmenopausale Frauen: Vibrationstraining

### 6.4.1. Beschreibung der Evidenz

Drei Studien zum Thema Vibrationstraining bei postmenopausalen Frauen wurden in die Bewertung aufgenommen.

#### Positiver Effekt:

Verschueren et al [48] führte eine Studie mit einem 6-monatigen Training drei-mal pro Woche über 30 Minuten durch. Hier handelt es sich um ein progressives, dynamisches Training, in dem auf einer Vibrationsplatte ohne seitenalternierendes Wippen Kniebeugen in unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad durchgeführt wurden. Die Studie belegt zusätzlich, dass Vibrationstraining einem konventionellen Krafttraining 60-80% des 1RM in der Effektgröße an der Hüfte überlegen ist, an der Wirbelsäule jedoch zeigen sich bei beiden Trainingsarten keine Effekte. Die Fallzahl der Studie ist mit 25 Teilnehmern bei drei Interventionsgruppen sehr klein und zeigt somit nur geringe klinische Relevanz.

#### Kein Effekt:

Rubin et al [52] konnte in dieser Studie keinen signifikanten Unterschied zwischen Placebo- und Vibrationstraining in der Intention-to-Treat-Analyse belegen. Lediglich in einer posthoc Subgruppenanalyse (pp-Analyse) konnte an 10/ 7 (verum/ placebo) postmenopausalen Frauen, die eine Compliance von >80% aufwiesen und unter 65kg, wogen ein Knochenverlust in der LWS (nicht Schenkelhals oder Trochanter) verhindert werden. Wegen der ausgeprägten Subgruppenbildung (Compliance und Körpergewicht) haben diese Ergebnisse keine klinische Relevanz. Die Probandinnen trainierten täglich, indem sie sich für 10 Minuten zu Hause auf die Vibrationsplatte (0,2G, 30Hz) stellten, ohne dabei spezielle Übungen durchzuführen.

Russo et al [53] belegen nach einem 6-monatigen Training drei-mal pro Woche für 6 Minuten, in denen die Probanden mit leicht flektierten Knien auf der Platte standen, keinen signifikanten Effekt an der Knochenfestigkeit der Tibia (pQCT).

### 6.4.2. Diskussion

Unterschiedliche Gerätetypen erschweren die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse. Die Studien von Rubin [52] und von Verschueren [48] zeigen zwar Tendenzen, einen Knochenverlust verhindern zu können, aber Probandenzahlen sind so gering, dass daraus noch keine klinische Empfehlung abgeleitet werden kann. Kein Effekt lässt sich wiederum in der Studie von Russo et al [53] mit der Galileo-Wippe nachweisen, in der mit einer progressiven Beschleunigung (0.1-0.5g) bei steigender Amplitude (bis 14mm) und steigender Frequenz (12-28Hz) eine vertikale Beschleunigung appliziert wird. In dieser Studie ist am wenigsten trainiert worden und der Untersuchungszeitraum war mit 6 Monaten sehr kurz. Auch bei dieser Studie wurde nur eine sehr kleine Probandengruppe untersucht. Je höher die Compliance des Patienten mit dem Training desto besser der Erfolg [52]. Die Compliance in der Rubin-Studie lag nur bei 37% der Probandinnen bei ungefähr 80%. In der Galileo-Studie lag die durchschnittliche Anwesenheit der Teilnehmerinnen bei lediglich 77%, was möglicherweise den ausbleibenden Effekt erklärt.

In der Studie von Verschueren et al [48] wird zusätzlich ein positiver Effekt des Trainings auf das Gleichgewicht (postural sway) belegt. Möglicherweise lässt sich also durch ein Vibrationstraining zu den nachgewiesenen Effekten am Knochen zusätzlich das Sturzrisiko reduzieren.

### 6.4.3. Formulierung der Empfehlung

Zur Beurteilung des Vibrationstrainings müssen die physikalisch unterschiedlichen Vibrationsverfahren differenziert werden. Die bisher publizierten Daten zum Einfluss von Vibrationstrainingsverfahren auf die Knochenmasse sind durch die extrem kleinen Fallzahlen in den Studien (teilweise nur Subgruppenanalysen) bisher nur von geringer klinischer Relevanz, so dass derzeit im Hinblick auf den ausgewählten Endpunkt keine sichere Beurteilung und damit keine Empfehlungen möglich sind.

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Verschueren et al [48]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Rubin et al [52]	10/ 10	I	eingeschränkt	mittel
	Russo et al [53]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 6.5. postmenopausale Frauen: Koordinationstraining

### 6.5.1. Beschreibung der Evidenz

#### Positiver Effekt:

Eine qualitativ mittelgute Studie zum Thema Tai Chi an postmenopausalen, chinesischen Frauen wurde aufgenommen [31]. Trainiert wurde 5-mal pro Woche für 50 Minuten nach dem Jang Stil. Nach 12 Monate zeigten sich signifikante Unterschiede zur Kontrollgruppe an der kortikalen, trabekulären und integralen BMD der Tibia (pQCT) nicht aber bezüglich der Knochenmasse an der Wirbelsäule oder Hüfte (DXA).

### 6.5.2. Diskussion

Bisher gibt es keine Standardisierung für pQCT Messungen, was die Vergleichbarkeit mit anderen Studienergebnissen erschwert. Inwieweit diese Ergebnisse auf kaukasische Frauen übertragbar sind, gilt es noch nachzuweisen. Die klinische Relevanz der Studienergebnisse ist daher nur eingeschränkt gegeben.

### 6.5.3. Formulierung der Empfehlung

#### niedriger Evidenzgrad:

- Tai Chi zeigt einen positiven Effekt auf die Knochenfestigkeit an der Tibia bei postmenopausalen Frauen. Trainiert werden sollte mindestens fünf mal pro Woche für maximal 50 Minuten in einer Gruppe unter Supervision.
- Um andere Skelettsysteme anzusprechen, sollte zusätzlich ein Training absolviert werden, was nachgewiesenermaßen auch die Knochenfestigkeit an der Wirbelsäule und der oberen Extremität positiv zu beeinflussen vermag.

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Chan et al [31]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt

## 6.6. postmenopausale Frauen: Mischprogramme

### 6.6.1. Beschreibung der Evidenz

Dreizehn RCTs, die sich mit Mischprogrammen beschäftigen, wurden in die Bewertung eingeschlossen.

#### Positiver Effekt:

Grove et al [54] zeigen in ihrer qualitativ mittelguten Studie, dass sowohl ein high-impact als auch ein low-impact Ausdauertraining einen positiven Effekt auf die Knochenmasse (DXA) an der Wirbelsäule zeigt. An der Hüfte wurde nicht gemessen. Beim high-impact Training



wurde mit Lauf- und Sprungübungen auf einer Kraftmessplatte mit einer axialen Krafteinwirkung vom 3-fachen des Körpergewichtes trainiert. Das low-impact Ausdauertraining bestand aus Gehübungen im Stand auf einer Kraftmessplatte mit einer axialen Krafteinwirkung vom 1,5-fachen des Körpergewichtes. Beide Trainingsregime erfolgten 3-mal pro Woche über 12 Monate. Es ergab sich kein Unterschied zwischen den beiden Trainingsregimen. Es zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied zur nicht trainierenden Kontrollgruppe. In der high-impact Trainingsgruppe kam es zu unerwünschten Ereignissen in Form von kleineren Verletzungen, die nicht näher beschrieben sind.

Englund et al [55] belegen mit ihrer mittelguten Studie, dass ein Training aus Kraft-, Ausdauer, Gleichgewichts- und Koordinationsübungen 2-mal wöchentlich nach 12 Monaten einen signifikant positiven Effekt auf die Knochenmasse am Ward's Dreieck, nicht aber an anderen Messorten am Femur oder an der Wirbelsäule bewirkt. Ein alleiniger Effekt am Ward's Dreieck kann nicht als klinisch relevant bewertet werden.

Prince et al [56] weisen in ihrer mittelwertigen Studie nach, dass ein Mischtraining aus „weightbearing classes“ und einem Walking Training sich positiv auf die Knochenmasse am Schenkelhals (DXA) auswirkt. Das Training bestand aus einem 1-stündigen „Weight bearing training“ unter Anleitung 2-mal wöchentlich und zusätzlich eigenständigem Walken für 2h pro Woche. Trainiert wurde bei etwa 60% der maximalen Herzfrequenz. Die Studie war über 2 Jahre angelegt. Insgesamt lag die Compliance mit dem Training nur bei 39%, so dass der Effekt eher noch unterschätzt ist.

In einer qualitativ schwachen Studie zeigen Preisinger et al [57], dass eine Kombination aus Übungen zur Verbesserung von Beweglichkeit, Haltung, Gleichgewicht und Koordination mindestens 3-mal wöchentlich für 20 Minuten als Heimprogramm signifikante Ergebnisse an der Knochenmasse des proximalen und distalen Radius (SPA) erzielen kann. In einem zweiten Studienarm, in dem wegen mangelnder Trainingscompliance dieselben Übungen unregelmäßig und unter 1 Stunde pro Woche durchgeführt wurden, zeigten sich keine positiven Resultate. Der Beobachtungszeitraum dieser Studie betrug 3 Jahre.

McMurdo et al [58] weisen in ihrer qualitativ schwachen Studie nach, dass sich ein Training mit Musik 3-mal pro Woche günstig auf die BMC des distalen Radius (SPA) auswirkt. Hier wurde drei mal 10 Wochen über 2 Jahre verteilt trainiert.

Verschiedene Kombinationsstudien zu Medikamenten und Training unterstützen die oben beschriebenen Ergebnisse. In einer hochwertigen Studie von Uusi-Rasi [59] wurden 4 Gruppen untersucht. Die erste erhielt Alendronat, die zweite kombinierte Alendronat und Training, die dritte erhielt ein Placebo sowie Training und die vierte diente als Kontrollgruppe und erhielt nur ein Placebo. Das Training bestand aus 15 min. Aufwärmen, 20 min. multidirektionalem Sprungtraining, 15 min. Stretching und non-impact Übungen sowie 10 min. Cool Down 3-mal wöchentlich. Es wurde nur der BMC (DXA) gemessen. Für das Training konnte kein positiver Effekt auf den BMC der LWS, der Hüfte und des nicht-dominanten Radius nachgewiesen werden. Es ergab sich auch keine Interaktion mit Alendronat. Im Bereich der distalen Tibia zeigte sich jedoch ein Erhalt des BMC (pQCT) im Gegensatz zur Kontrollgruppe. Der BSI sowie das Verhältnis von corticaler Knochen (CoA) zum Gesamtknochen (ToA) an der distalen Tibia stiegen in der Trainingsgruppe im Vergleich zur Nicht-Trainingsgruppe signifikant an.

In der mittelwertigen Kombinationsstudie zu HRT und Training von Going et al [60] wurden 4 Gruppen untersucht - nur HRT, HRT mit Training, nur Training und Kontrollgruppe ohne

Intervention. Die Frauen in den HRT-Gruppen nahmen dieses seit mindestens einem Jahr. Das 3-mal wöchentliche Training bestand aus Stretching und Balanceübungen als Warm-Up sowie Krafttraining für alle großen Muskelgruppen bei 70-80% 1RM in zwei Durchgängen. Anschließend folgte ein „weight bearing circuit“ aus Hüpfen, Springen, Stepping mit zusätzlichen Gewichtswesten. Für die Knochenmasse der Hüfte (DXA) ergab sich für beide Trainingsgruppen ein signifikant größerer Effekt als für die Nicht-Trainierenden. Es zeigt sich jedoch keine Interaktion zwischen dem HRT und dem Training. Im Bereich der LWS ergab sich nur durch das HRT ein positiver Effekt.

In der Studie von Milliken et al [61] wurde dieselbe Studieneinteilung gewählt. Das HRT wurde bereits seit mindestens einem Jahr genommen. Auch hier wurde 3-mal pro Woche trainiert nach folgendem Schema: 20 min. „aerobic weight bearing activity“ (Hüpfen und Springen mit Gewichtswesten), 35 min. Krafttraining bei 70-80% 1RM in 2 Sets für alle großen Muskelgruppen und 10 min. Dehnübungen. Im Bereich der Knochenmasse am Schenkelhals (DXA) konnte für die Trainingsintervention neben einem positiven Effekt auch ein additiver Effekt in Kombination mit HRT belegt werden. Im Bereich der LWS konnte wiederum nur mit HRT ein Effekt erzielt werden.

Auch in der Studie von Cheng et al [62] wurde die oben vorgestellte Gruppeneinteilung gewählt, allerdings wurde die HRT-Therapie erst mit Aufnahme in die Studie begonnen. Hier wurde 2-mal pro Woche zunächst ein Zirkeltraining aus Hüpfen, Springen und Stepping absolviert, außerdem wurde ein Krafttraining an Maschinen für die obere Extremität durchgeführt. Zusätzlich wurde als Heimtraining 4-mal pro Woche ein Training aus Hüpfen und Springen und Kraftübungen für die Bauch- und Rückenmuskulatur durchgeführt. Gemessen wurde die Knochendichte mittels CT im Bereich des proximalen und mittleren Femurs und der Tibia. Hinsichtlich des BMD ergaben sich zwischen der Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe keine Unterschiede. Nur durch HRT bzw. in der Trainings + HRT-Gruppe gab es einen signifikanten Anstieg im Bereich des proximalen Femurs und des Tibiaschaftes. Betrachtet man jedoch wiederum die Unterschiede in der Änderung der Knochendichte bei den Interventionsgruppen, so waren diese nicht signifikant. Hinsichtlich der Knochenmasseverteilung im Bereich der proximalen Tibia (Imax und Ipolar) ließ sich durch das Training jedoch sehr wohl ein positiver Effekt erzielen. Die Kombination aus HRT und Training erbrachte hinsichtlich der Knochengometrie den größten Vorteil.

#### **Kein Effekt:**

Lord et al [63] können in ihrem mittelguten RCT mit einem Trainingsregime aus aeroben Trainingskomponenten, Gleichgewichts- und Koordinationsübungen sowie Krafttraining 2-mal wöchentlich über 12 Monate weder an der Knochenmasse der Wirbelsäule noch am Femur positive Ergebnisse erzielen.

Bassey et al [64] untersuchten in ihrer mittelguten Vergleichsstudie ein high-impact Training versus ein low-impact Training. Das erste bestand aus täglich 50 „Heel-drops“ bis zum 3-fachen des Körpergewichtes und einer wöchentlichen Trainingseinheit Sprungtraining auf dem Minitrampolin. Das low-impact Training beinhaltete täglich durchgeführte Dehnübungen und das wöchentliche Sprungtraining auf dem Minitrampolin. Es zeigten sich keine Unterschiede bezüglich der Knochenmasse an Hüfte, LWS oder Radius (DXA) zwischen den Gruppen. Eine reine Kontrollgruppe gab es nicht.

In einer mittelwertigen Kombinationsstudie von Bassey et al [65] wurden pre- und postmenopausale Frauen untersucht, die getrennt ausgewertet wurden. Bei den postmenopausalen Frauen wurde zudem unterschieden zwischen einer Gruppe, die seit mehr

als 12 Monaten HRT bekam (und dieses auch für die Dauer der Studie weiter nahmen) und einer Gruppe, die kein HRT einnahm. Es gab jeweils eine pre- und eine postmenopausale Kontrollgruppe, die kein Training durchführten. Das Training bestand aus einem leichten Aufwärmtraining, 50 vertikalen Sprüngen und einem leichten Stretchingprogramm zum Schluss. Die Probanden trainierten 6-mal die Woche, wovon mindestens eine Session unter Aufsicht stattfand. Für die premenopausalen Frauen konnte ein positiver Effekt auf die Knochenmasse der Hüfte (DXA) im Vergleich zur Kontrollgruppe gemessen werden, nicht aber an der LWS. Bei den postmenopausalen Frauen konnte weder bei der supplementierten noch bei der medikamentenfreien Gruppe ein Trainingseffekt gesehen werden. Diese Gruppe trainierte 12 Monate (im Gegensatz zu den premenopausalen Frauen, die nur 6 Monate trainierten), da man davon ausging, dass es bei postmenopausalen Frauen länger dauern würde, bis eine Änderung erkennbar würde.

In einer mittelwertigen Studie untersuchte Lau et al [66] den Einfluss von körperlichem Training mit und ohne Kalzium Supplementation über 10 Monate auf die Knochenmasse von Hüfte und LWS (DXA). Die Probandinnen dieser Studie waren Heimbewohnerinnen, die auf einem Block 100-mal hoch- und runtersteigen und zusätzlich für 15 Minuten „den Oberkörper bewegen“ sollten. Das Training fand 4-mal pro Woche statt und wurde von einer Study Nurse betreut. 4 Gruppen wurden untersucht - eine Gruppe erhielt 800mg Kalzium pro Tag, die zweite Gruppe trainierte ohne Kalzium Supplementation, die dritte Gruppe erhielt Kalzium und das Trainingsprogramm, eine vierte Gruppe diente als Placebo Kontrollgruppe. Es zeigte sich eine positive Interaktion zwischen Kalzium und dem Training im Bereich der Hüfte. Auch Kalzium alleine hatte einen positiven Effekt auf die Knochenmasse der Hüfte. Training ohne Kalzium zeigte keinen Effekt an der Hüfte. An der LWS ergab sich bei keiner Gruppe ein positiver Effekt.

### **6.6.2. Diskussion**

In mehreren Studien war die klinische Relevanz nur eingeschränkt gegeben, da das Trainingsregime sehr wenig detailliert bis gar nicht beschrieben wurde, so dass es schwierig ist, eine exakte Empfehlung bezüglich der Trainingsinhalte, -intensität -und -steuerung auszusprechen bzw. auch die Trainingsregime erfolgreich in die Praxis umzusetzen [55, 57, 58, 66].

Ein „Heel-drop“ Training beansprucht primär die Wadenmuskulatur. In der Studie von Basse et al [64] wurde die Knochenmasse hingegen am Femur, der Wirbelsäule und am Radius gemessen, wo kein Unterschied zur Kontrollgruppe gefunden werden konnte. Die klinische Relevanz dieser Studie ist auf Grund der Diskrepanz zwischen Training und gewähltem Messort nur eingeschränkt gegeben.

Veraltete Messmethoden zur Bestimmung der Knochenmasse erschweren die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse. In zwei Studien wird nach der SPA Methode der Erfolg der Intervention am distalen Radius kontrolliert, wobei das Training sich schwerpunktmäßig auf Bein und Rumpfmuskulatur bezieht [57, 58]. Die klinische Relevanz der Messmethode in Bezug zur Fragestellung muss hier als eingeschränkt eingeordnet werden.

Ein Training, das selbständig zu Hause durchgeführt werden soll, bringt auf Grund von schlechter Compliance möglicherweise weniger gute Ergebnisse, als wenn regelmäßig in der Gruppe trainiert wird [57].

Die Studie von Lau et al [66] kann nur als eingeschränkt klinisch relevant eingestuft werden, da die Frauen dieser Studie chinesischer Herkunft waren. Das Trainingsprogramm scheint für sich alleine keinen ausreichenden Anreiz für eine Steigerung der Knochenmasse zu geben. Es konnte jedoch eine positive Interaktion mit Kalzium im Bereich der Hüfte gesehen werden.

Die Probandinnen bei Lord et al [63] waren insgesamt etwas älter, so dass hier eventuell die Ursache zu finden ist, warum mit dieser Form des Mischtrainings kein Erfolg erzielt wurde. Möglicherweise liegt es auch an der fehlenden High-impact Komponente im Vergleich zu den Trainingsstudien, die positive Ergebnisse erzielen konnten.

Widersprüchlich zeigen sich die Ergebnisse von Uusi-Rasi et al [59] und Grove et al [54]. Beide führten ein Sprungtraining durch, aber nur bei Grove konnte ein positives Ergebnis im Bereich der Wirbelsäule nachgewiesen werden. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass bei Uusi-Rasi nur der BMC, bei Grove aber der BMD gemessen wurde. Auch bei Basse et al [64] konnte mit einem Sprungtraining kein positives Ergebnis an der Wirbelsäule erzielt werden. Allerdings handelt es sich hier um 50 zu absolvierende Sprünge an 6 Tagen die Woche ohne Trainingsteigerung. Vermutlich ist dies ein zu geringer Trainingsreiz. Unklar ist jedoch, warum es bei den premenopausalen Frauen zu einem positiven Ergebnis kam.

Inkonsistent sind die Studienergebnisse zu Training in Kombination mit HRT. Sowohl in der Studie von Going et al [60] als auch bei Milliken et al [61] konnte ein positiver Effekt auf die Hüfte gesehen werden. Dies konnte durch Cheng et al [62] nicht bestätigt werden, allerdings wurde hier mit einer anderen Methode (CT) an einem anderen Messort untersucht. Dies könnte eine Erklärung für den fehlenden Effekt sein. Zudem ist die Studie von Cheng nicht eindeutig mit den anderen zu vergleichen, da die Probandinnen hier erst mit Aufnahme in der Studie mit der HRT-Einnahme begannen. Bei Cheng findet man jedoch positive Trainingseffekte auf die proximale Tibia. Einzig bei Milliken konnte eine positive Interaktion zwischen der Training und dem HRT bezüglich des BMD gesehen werden.

### **6.6.3. Formulierung der Empfehlung**

#### **Hoher Evidenzgrad:**

- Ein progressives high-impact Training (multidirektionale Sprünge, Stepping), das eine axiale Krafteinwirkung vom 2 bis 5-fachen des Körpergewichtes erzeugt, für 20 Minuten kombiniert mit Calisthenics (Dehnübungen und non-impact Training) 3-mal die Woche eine Stunde zeigt einen positiven Effekt auf den BMC und den BSI an der Tibia.

#### **mittlerer Evidenzgrad:**

- Ein Mischtraining aus high-impact Elementen (Sprung- und Stepping Einheiten) mit Gewichtswesten in Kombination mit einem Krafttraining (70-80% der 1RM, 2 Sets) zwei bis drei mal pro Woche zeigt einen positiven Effekt auf den BMD der Hüfte sowie auf die Knochengeometrie der proximalen Tibia.
- Sowohl ein low-impact Training aus Gehübungen, das eine axiale Krafteinwirkung vom 1,5-fachen des Körpergewichtes erzeugt, sowie ein high-impact Training in Form von Jogging- oder Hüpfübungen bis zum 3-fachen des Körpergewichtes, kombiniert mit Bauchkräftigungsübungen zeigt einen positiven Effekt an der Wirbelsäule. Trainiert werden sollte 3-mal pro Woche für eine Stunde.

**Niedriger Evidenzgrad:**

- ➔ Ein Mischtraining aus „weight bearing classes“ (bis 60% der max. HR) 1h pro Woche in Kombination mit 2h zusätzlichem Gehen pro Woche zeigt einen positiven Effekt auf die Knochenmasse an der Hüfte.
- ➔ Es sollte auf eine ausreichende Kalzium Supplementation beachtet werden. ☑

**Cave:**

- ➔ Bei high-impact Training zeigt sich eine erhöhte Verletzungsgefahr.

**Studienqualität**

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Uusi-Rasi et al [59]	7/ 10	I	voll	hoch
	Grove et al [54]	5/ 10	II	voll	mittel
	Going et al [60]	5/ 10	II	voll	mittel
	Milliken et al [61]	4/ 10	II	voll	mittel
	Cheng et al [62]	4/ 10	II	voll	mittel
	Prince et al [56]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Englund et al [55]	4/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend
	Preisinger et al [57]	3/ 10	III	eingeschränkt	unzureichend
	McMurdo et al [58]	2/ 10	III	nicht gegeben	unzureichend
Ø	Bassey et al [65]	5/ 10	II	voll	mittel
	Lord et al [63]	4/ 10	II	voll	mittel
	Bassey et al [64]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Lau et al [66]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

**6.7. osteopenische/ osteoporotische Frauen: Krafttraining****6.7.1. Beschreibung der Evidenz**

2 RCTs zum Thema Kraft- und/ oder Koordinationstraining bei Frauen mit bestehender Osteopenie bzw. Osteoporose wurden aufgenommen.

**Positiver Effekt:**

Liu-Ambrose et al [67] weisen in ihrem mittelwertigen RCT nach, dass sowohl ein progressives Krafttraining als auch ein Geschicklichkeitstraining mit Koordinations-, Gleichgewichts- und Reaktionsübungen einen osteoanabolen Effekt bewirkt. Die Kontrollgruppe führte als Scheinintervention ein Dehnungs- und Entspannungsprogramm durch. Das Krafttraining bei 75-85% der 1RM wurde an der oberen und unteren Extremität und an der Rumpfmuskulatur in 2 Sets pro Muskel 2-mal pro Woche für ca. 50 Minuten durchgeführt. Hier zeigten sich bei pQCT-Messungen signifikante Effekte an der kortikalen Knochendichte bei 30% des Radius im Vergleich zur Kontrollgruppe, nicht aber an anderen Messorten oder in der DXA. Für das Geschicklichkeitstraining zeigten sich im pQCT signifikante Effekte sowohl an der kortikalen Knochendichte bei 30% des Radius als auch bei 50% der Tibia im Vergleich zur Kontrollgruppe, nicht aber an anderen Messorten oder in der

DXA. In allen Trainingsarmen wurde 2-mal pro Woche ca. 50 Minuten über 25 Wochen trainiert.

**Kein Effekt:**

Hans et al [68] evaluieren in ihrer mittelwertigen Studie ein „Heel-drop“ Training bei Frauen mit bestehender Osteopenie bzw. Osteoporose. Trainiert wurde als Heimtraining auf einem speziell entwickelten „Osteocare System“, einer Kraftmessplatte, auf der sowohl die Krafteinwirkung der Heel-drops gemessen als auch eine Antwort auf diese Krafteinwirkung generiert werden kann. Im ersten Studienarm wurde täglich 120 Heel-drops mit einer Geschwindigkeit von <20msec. bei einer Wiederholungsrate von 1/3-2/3 Hz innerhalb von 3-5 Minuten durchgeführt. Zu Beginn wurde mit 25% der Ruhekrafteinwirkung trainiert, die in den ersten 6 Monaten bis auf 50% der Ruhekrafteinwirkung gesteigert wurde. Der zweite Studienarm trainierte nach demselben Regime, nur dass die Heel-drops langsam und ohne spezifische Krafteinwirkung durchgeführt wurden. Die Kontrollgruppe absolvierte keinerlei Training. Der Beobachtungszeitraum lag bei 24 Monaten. Es konnte kein signifikanter Effekt auf die Knochenmasse an der Hüfte (DXA) zwischen den Gruppen nachgewiesen werden.

**6.7.2. Diskussion**

Der Beobachtungszeitraum von 25 Wochen in der Liu-Ambrose Studie scheint für messbare Veränderungen am DXA zu kurz, wobei Veränderungen im pQCT schon sichtbar sind.

Ein Heel-drop Training, das primär die Wadenmuskulatur fordert, scheint nicht auszureichen, einen osteoanabolen Effekt an der Hüfte zu bewirken. Die klinische Relevanz ist auf Grund der Diskrepanz zwischen gewähltem Messort und applizierten Training nur eingeschränkt gegeben.

**6.7.3. Formulierung der Empfehlung**

**Mittlerer Evidenzgrad:**

- ➔ Krafttraining bei 75-85% der 1RM an der oberen und unteren Extremität und an der Rumpfmuskulatur in 2 Sets pro Muskel zeigt einen positiven Effekt auf die cortikale Knochendichte am Radius bei osteopenischen oder osteoporotischen Frauen.
- ➔ Ein zusätzliches Geschicklichkeitstraining bestehend aus Koordinations-, Gleichgewichts- und Reaktionsübungen zeigt einen positiven Effekt auf die cortikale Knochendichte sowohl am Radius als auch an der Tibia bei osteopenischen oder osteoporotischen Frauen. Trainiert werden sollte mindestens zweimal pro Woche für ca. 50 Minuten.

**Studienqualität**

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Liu-Ambrose et al [67]	6/ 10	II	voll	mittel
Ø	Hans et al [68]	6/ 10	II	eingeschränkt	gering

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 6.8. osteopenische/ osteoporotische Frauen: Vibrationstraining

### 6.8.1. Beschreibung der Evidenz

#### Kein Effekt:

Eine mittelwertige Studie zum Thema Vibrationstraining plus Bisphosphonate von Iwamoto et al [69] wurde in die Bewertung mit aufgenommen. Eine Gruppe erhielt nur Alendronat, die zweite Gruppe trainierte zusätzlich auf einer Galileoplatte (20Hz, 1-mal pro Woche, 4 Minuten). Beide Gruppen zeigten einen signifikanten Anstieg der Knochenmasse im Bereich der LWS (DXA), die Hüfte wurde jedoch nicht gemessen. Durch das Training konnte kein zusätzlicher Effekt erzielt werden. Allerdings reduzierten sich die Rückenschmerzen in der Trainingsgruppe signifikant.

### 6.8.2. Diskussion

Es ist davon auszugehen, dass die Trainingsdauer und -häufigkeit in dieser Studie zu niedrig angesetzt ist, als dass ein positiver Effekt auf den BMD gesehen werden könnte. Zum anderen ist nur die LWS gemessen worden, wo auch in Studien ohne Medikamente bei postmenopausalen, nicht osteoporotischen Frauen kein Effekt gefunden werden konnte. Dadurch, dass die Probanden dieser Studie japanischer Herkunft sind, ist die klinische Relevanz nur eingeschränkt.

### 6.8.3. Formulierung der Empfehlung

Zu Vibrationstraining bei osteoporotischen/ osteopenischen Frauen kann zur Zeit keine evidenz-basierte Aussage getroffen werden.

#### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
Ø	Iwamoto et al [69]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

Ø kein Effekt

## 6.9. osteopenische/ osteoporotische Frauen: Mischprogramme

### 6.9.1. Beschreibung der Evidenz

Fünf Studien, davon eine Vergleichsstudie, zum Thema Mischprogramme bei Frauen mit bestehender Osteopenie bzw. Osteoporose wurden aufgenommen.

#### Positiver Effekt:

Bravo et al [70] belegen in ihrem hochwertigen RCT, dass ein Mischtraining bestehend aus aeroben Trainingskomponenten (bis 70% der maximalen Herzfrequenz) und Krafttraining (70% 1RM) die Knochenmasse an der Wirbelsäule (DXA) positiv beeinflussen kann, nicht

aber am Schenkelhals. Das Training wurde 3-mal pro Woche á 60 Minuten über 12 Monate durchgeführt. Die aeroben Anteile bestanden aus Tanz- und Step-Aerobic, beim Krafttraining wurden alle Hauptmuskelgruppen mit Hilfe von Therabändern trainiert. Während des Cool-downs wurden zusätzlich Gleichgewichts- und Koordinationsübungen eingebaut. Die Abbruchrate ist für den Beobachtungszeitraum und die Altersgruppe niedrig (13%).

Eine Studie zum Thema Walking bei japanischen Frauen mit bestehender Osteoporose wurden aufgenommen [71]. Dieser mittelgute RCT belegt, dass ein tägliches, zügiges Walking-Programm einen positiven Effekt auf Knochenmasse der Wirbelsäule (DXA) nach einem und nach zwei Jahren bewirkt. Die Teilnehmerinnen bestimmten in der ersten Woche anhand eines Schrittzählers (Pedometer) ihre durchschnittliche Schrittzahl pro Woche. Diese wurde um 30% pro Woche gesteigert. Zusätzlich führten die Probandinnen 2-mal täglich ein Gymnastikprogramm zur Kräftigung der Bein- und Rückenmuskulatur durch. Nach einem Jahr spaltete sich aus der Trainingsgruppe eine Subgruppe ab, die mit dem Walking-Programm aufhörte. Nach 2 Jahren zeigten sich die positiven Resultate nur in der Walking-Gruppe, die 2 Jahre kontinuierlich trainiert hatte, nicht aber in der Gruppe, die nach einem Jahr aufgehört hatte. Die Fallzahl dieser Studie ist sehr klein.

Die mittelwertige Vergleichsstudie von Judge et al [72] untersuchte postmenopausale osteopenische Frauen, die seit mindestens 2 Jahren HRT nahmen. Es gab eine Gruppe, die ein Krafttraining für die untere Extremität mit Gewichtswesten durchführte. Die andere Gruppe trainierte die obere Extremität plus Bauch und Rücken mit Hilfe von Therabändern. Beide Gruppen führten zusätzlich Kräftigungsübungen für die Bauch- und Rückenmuskulatur durch. Außerdem wurde beiden Gruppen empfohlen, pro Woche 45 min. zusätzlich ein Walking Programm zu absolvieren. Das Training fand 3-mal pro Woche statt und war zu Beginn der Studie ständig überwacht. Später führten die Probanden etwa die Hälfte des Trainings zu Hause durch. Bevor das Training begann, wurden die Probanden zunächst 6 Monate beobachtet und in dieser Zeit konnte eine Abnahme der Knochenmasse an der Hüfte (DXA) gesehen werden. Am Ende der Interventionszeit war bei beiden Gruppen ein Anstieg der Knochenmasse im Bereich der Hüfte und der LWS gesehen worden. Es zeigte sich kein Gruppenunterschied. Man kann also davon ausgehen, dass beide Trainingsarten (bzw. die von beiden Gruppen durchgeführten Übungen für Bauch- und Rücken) einen positiven Effekt auf die Knochenmasse haben. Allerdings kann keine Aussage darüber getroffen werden, welche der Übungen (gruppenspezifisch bzw. das von beiden Gruppen durchgeführte Training für die Bauch- und Rückenmuskulatur) den Effekt verursacht hat.

### **Kein Effekt:**

Preisinger et al [73] können mit ihrer qualitativ mittelwertigen Studie keinen positiven Effekt für die Knochenmasse am Radius (SPA) nach 4 Jahren nachweisen. Trainingsschwerpunkte lagen auf Übungen zur Verbesserung von Beweglichkeit, von Haltungskontrolle, von Koordination und von Muskelkraft mit oder ohne Kleingeräte wie Therabänder oder Pezzibälle. Nach einleitend 10 Gruppensitzungen führte jeder Teilnehmer die gelernten Übungen als Heimtraining 3-mal pro Woche selbständig durch. Jedes Jahr gab es insgesamt 10 Auffrischsitzungen in der Gruppe. Die Abbruchrate war mit 56% sehr hoch. Retrospektiv wurde in eine regelmäßig übende Gruppe und eine weniger regelmäßig übende Gruppe (20 Minuten Training 3-mal pro Woche) unterteilt. Hier zeigt sich, dass die Kontrollgruppe und die wenig übende Gruppe drastisch Knochenmasse verloren, während in der Gruppe der regelmäßig trainierenden der Abbau der Knochenmasse verhindert werden konnte. Es gibt keine Angaben darüber, ob dieser Unterschied zwischen den Gruppen statistische Signifikanz erreichte.



In einer weiteren mittelwertigen Studie von Prince et al [74] wurde eine Kombination aus Training und HRT evaluiert. Es gab eine Gruppe, die nur trainierte, eine Gruppe, die trainierte und Kalzium bekam und eine dritte Gruppe, die trainierte und HRT nahm. Die Kontrollgruppe behielt den aktuellen Lebensstil bei, allerdings hatte die Kontrollgruppe eine normale Knochenmasse, so dass man eigentlich nicht von einer richtigen Kontrollgruppe sprechen kann. Im Verlauf wurde nur der Radius (SPA) gemessen. Das Training bestand aus zügigem Walking Training 2-mal 30 min. pro Woche plus 1-mal pro Woche 60 min. low-impact Aerobic Training. 30% dieser Zeit war für Übungen der oberen Extremität reserviert. Diese Klassen waren unter Aufsicht. Insgesamt war die Anwesenheit bei den wöchentlichen Übungen sehr gering (24% Training+Kalzium, 44% Training+HRT, 56% nur Training). Eine Zunahme der Knochenmasse konnte nur in der HRT+ Training-Gruppe erzielt werden. Zwischen der Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe gab es keinen Unterschied hinsichtlich der Abnahme der Knochenmasse. In der Kalzium + Training-Gruppe war die Abnahme der Knochenmasse sogar signifikant größer als in der Kontrollgruppe bzw. der Trainingsgruppe.

### **6.9.2. Diskussion**

Der trabekuläre Knochen der Wirbelkörper reagiert schneller auf die mechanische Verformung als der cortikale Knochen des Schenkelhalses, was die Ergebnisse von Bravo et al [70] erklären mag.

Dass Preisinger et al [73] mit ihrem Trainingsregime keine positiven Ergebnisse belegen können, könnte an mehreren Faktoren liegen. Zum einen mag das Einschlusskriterium „leichter bis moderater Rückenschmerz“ dazu geführt haben, dass weniger intensiv trainiert werden konnte. Nach welchen Kriterien das Training gesteuert wurde, ist nicht definiert. Ein Training, das überwiegend alleine zu Hause absolviert wird, mag verantwortlich sein für die hohen Abbruchraten und die insgesamt schlechte Compliance mit dem Training. Veraltete Messmethoden zur Bestimmung der Knochenmasse erschweren die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse. Auch hier wurde der Erfolg der Intervention mit der SPA Methode am distalen Radius kontrolliert, wobei das Training sich schwerpunktmäßig auf Bein- und Rumpfmuskulatur bezieht. Die klinische Relevanz der Messmethode in Bezug zur Fragestellung muss hier als eingeschränkt beurteilt werden.

Iwamoto et al [71] zeigen, dass ein relativ wenig aufwendiges Walking Training, effektiv den Knochenaufbau an der Wirbelsäule stimulieren kann. Ein Pedometer stellt eine leicht zu handhabende, kostengünstige Hilfe dar, das Training eigenständig zu kontrollieren. Ein selbstständig durchgeführtes Walking Training verlangt vom Teilnehmer sehr viel Disziplin und sollte in einer Studie an kaukasischen Patienten mit höherer Fallzahl reproduziert werden. Der osteoanabole Effekt eines Walking Trainings ist an den regelmäßigen Trainingsreiz gebunden, d.h. ein Abbruch des Trainings geht mit einem erneuten Verlust an Knochenmasse einher.

Die Studie von Prince et al [74] wird als nur eingeschränkt klinisch relevant eingestuft, da die Kontrollgruppe zur Baselinemessung eine normale Knochenmasse zeigte und damit eigentlich nicht mit den anderen Gruppen vergleichbar ist. Außerdem war die Anwesenheit bei den Trainingseinheiten sehr gering. In der Training + Kalzium-Gruppe lag die Anwesenheit nur bei 24%, so dass hier eine mögliche Erklärung für die signifikante Abnahme der Knochendichte im Vergleich zur Trainingsgruppe ohne Kalziumsupplementation liegen mag. Zwar nahm die Knochenmasse auch weniger stark ab als in der nicht trainierenden Kontrollgruppe, aber diese Kontrollgruppe zeigte in der Baselinemessung eine normale Knochenmasse, so dass nicht von den gleichen Voraussetzungen ausgegangen werden kann. In der Trainingsgruppe, in der die Anwesenheit immerhin 56% betrug, blieb die

Knochenmasse konstant. Es wurde nur der Radius untersucht, zwei Drittel des Trainings bezog sich jedoch auf die untere Extremität.

Bei Judge et al [72] lässt sich durch das Training in beiden Gruppen ein positiver Effekt ableiten, allerdings ist nicht klar, durch welche Art von Training dies erreicht wird, da bestimmte Übungen von beiden Gruppen durchgeführt wurde.

### 6.9.3. Formulierung der Empfehlung

#### Hoher Evidenzgrad:

- Ein Mischtraining aus aeroben Trainingskomponenten (bis 70% der maximalen Herzfrequenz) und Krafttraining (70% 1RM) zeigt einen positiven Effekt auf die Knochenmasse an der Wirbelsäule bei osteopenischen Frauen. Ein solches Training sollte 2-mal pro Woche für 1 Stunde durchgeführt werden.

#### niedriger Evidenzgrad:

- Ein tägliches Walking-Training mit einem zusätzlichen täglichen Gymnastikprogramm zeigt einen positiven Effekt auf die Knochenmasse an der Wirbelsäule bei osteoporotischen Frauen.
- Ein Training sollte dauerhaft durchgeführt werden, da bei Abbruch des Trainings der erzielte Gewinn wieder rückläufig ist.
- Ein betreutes Gruppentraining führt zu einer besseren Compliance mit dem Training als ein Übungsprogramm, welches selbständig zu Hause durchgeführt wird. ☑
- Um andere Skelettsysteme anzusprechen, sollte zusätzlich ein Training absolviert werden, was nachgewiesenermaßen auch die Knochenfestigkeit an der unteren und der oberen Extremität positiv zu beeinflussen vermag. ☑

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Bravo et al [70]	7/ 10	I	voll	hoch
	Judge et al [72]	5/ 10	II	voll	mittel
	Iwamoto et al [71]	6/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Prince et al [74]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Preisinger et al [73]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

## 6.10. Gemischte Gruppen: Frauen und Männer: Mischprogramme

### 6.10.1. *Beschreibung der Evidenz*

Stewart et al [75] belegen in ihrer mittelguten Studie einen positiven Effekt von einem Mischprogramm aus progressivem Krafttraining von 50% des 1RM mit einem aeroben Ausdauertraining von 60% der maximalen HR (Laufband, Ergometerfahrrad, Stepper) 3-mal die Woche über 6 Monate. Dieser Effekt ist nachgewiesen für die Gesamtknochenmasse für die Region um den großen Trochanter (DXA), jedoch nur in der Subgruppe der Frauen

### 6.10.2. *Diskussion*

Möglicherweise hat der kurze Beobachtungszeitraum nicht ausgereicht, an anderen Messorten positive Effekte zu bewirken. Für Männer sind mit diesem Trainingregime keine positiven Resultate nachgewiesen.

### 6.10.3. *Formulierung der Empfehlungen*

#### **Niedriger Evidenzgrad:**

- Ein Mischtraining aus aeroben Trainingskomponenten (bis 60% der maximalen Herzfrequenz) und Krafttraining (50% 1RM) zeigt einen positiven Effekt auf die Gesamtknochenmasse sowie an der Hüfte bei Frauen. Ein solches Training sollte 3-mal pro Woche für 1 Stunde durchgeführt werden.
- Für Männer ist dieser Effekt nicht nachgewiesen.
- Um andere Skelettsysteme anzusprechen, sollte zusätzlich ein Training absolviert werden, was nachgewiesenermaßen auch die Knochenfestigkeit an der unteren und der oberen Extremität positiv zu beeinflussen vermag.

#### **Studienqualität**

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Stewart et al [75]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt

## 6.11. Sonstiges

Das Training im Wasser ist bei vielen älteren Menschen außerordentlich beliebt. Bisher gibt es noch keine Studien, die belegen würden, dass ein Training im Wasser osteoanabol wirken kann. Die Praxis zeigt jedoch, dass das Bewegungsbad v.a. bei Komorbidität und Schmerz häufig das einzige Trainingsregime ist, das der Patient durchführen kann. Das Trainings sollte abgeleitet aus den beschriebenen Evidenzen der anderen Kapitel folgendermaßen konzipiert sein:

- Alle Hauptmuskelgruppen sollten trainiert werden.
- Bei schmerzhaften Gelenken empfiehlt es sich, den Auftrieb des Wassers auszunutzen.
- Bei Besserung der Schmerzsymptomatik sollte in ein Krafttraining übergeleitet werden.
- Als Krafttraining bietet sich der Widerstand des Wassers an.
- Auch ein Training im Wasser sollte progressiv in seiner Intensität gesteigert werden. Hierfür empfiehlt sich eine Steigerung durch Vergrößerung des Wasserwiderstandes mittels Hilfsmitteln sowie durch die Steigerung der Bewegungsgeschwindigkeit.
- Ein Gleichgewichtstraining kann im Wasser nicht durchgeführt werden. Daher sollte bei auffälligen Befunden in den Gleichgewichtstests zusätzlich ein Programm „an Land“ in Auseinandersetzung mit der Schwerkraft erarbeitet werden.

## 6.12. Beurteilung der klinischen Relevanz

**Eingeschränkt klinisch relevant** wurde vergeben, wenn:

- das Training unzureichend beschrieben wurde.
- die Fallzahl sehr klein war.
- eine extrem schlechte Anwesenheit beim Training keine wirkliche Aussage über die Intervention erlaubt.
- Therapieerfolge nur in complianten Subgruppen nachzuweisen waren.
- das Training an einer anderen ethnischen Gruppe durchgeführt wurde.
- Training und gewählter Messort nur bedingt miteinander zusammenhängen.
- der Beobachtungszeitraum unter 6 Monaten lag.
- Unterschied BMD zwischen den Gruppen zur Baselinemessung.

**Klinisch nicht relevant** wurde vergeben, wenn:

- Training und gewählter Messort nicht miteinander zusammenhängen (heel drop Training und SPA Radius).
- kein standardisiertes Messverfahren verwendet wurde (z.B. DXA mittlerer Femur).
- das Messergebnis nicht relevant ist (nur positive Resultate Ward's Dreieck, nicht zusätzlich an anderen Messorten des Schenkelhalses).
- das Training gar nicht beschrieben wurde, so dass das Training nicht nachvollziehbar ist.

### 6.13. Weiterer Forschungsbedarf

- Wünschenswert sind Vergleichstudien Studien mit anderen Trainingsregimen, um die Größe des Trainingseffekts bezüglich einer bestimmten Intervention an einer definierten Population zu bestimmen.
- Trainingsstudien unter Alltagsbedingungen
- Auf Grund der aktuellen Beliebtheit von Nordic Walking vor allen bei Frauen sollte dieses Trainingsregime bezüglich seines Effektes auf Knochenfestigkeit und Gleichgewicht in dieser Klientel evaluiert werden.
- Vibrationstraining speziell für den Rumpf oder die obere Extremität (z.B. Vibrationshanteln, Vibrationstraining in anderen Ausgangsstellungen wie Liegestütz, Seitstütz etc.)?
- Vibrationstraining bei Patienten mit Wirbelkörperfraktur
- Vibrationstraining und Gleichgewicht/ Sturzinzidenz
- Vergleichsstudien zu unterschiedlichen Vibrationsgeräten
- Vergleichsstudien alleiniges Vibrationstrainings vs. Vibrationstraining als Teil eines kompakten Programms
- Vibrationsstudien bei osteoporotischen/ osteopenischen Frauen, in denen im Hüftbereich gemessen wird.
- Tai Chi Studie an kaukasischen Frauen
- Trainingsstudien an Männern
- Trainingsstudien im Bewegungsbad

## 7. Ergebnisse: Effekt von Training auf die Sturzinzidenz

*Begerow B, Bollert G, Preisinger E*

### 7.1. Übersicht:

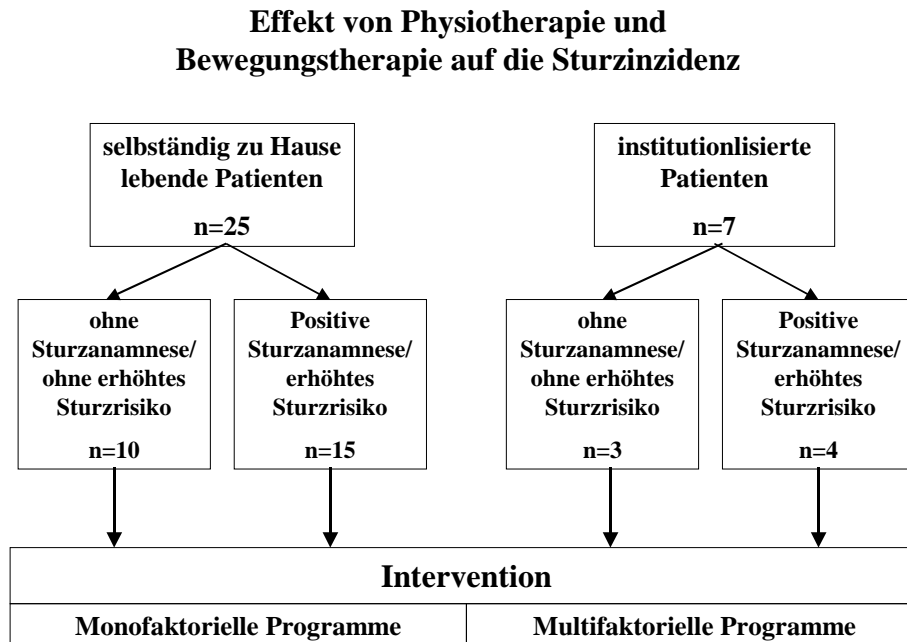


Abbildung 5: Übersicht Studieneinteilung

Die Studienkollektive wurden in „Personen mit positiver Sturzanamnese bzw. erhöhtem Sturzrisiko“ und „Personen mit ohne Sturzanamnese bzw. ohne erhöhtes Sturzrisiko“ differenziert. Studien Stichproben, die nicht nach „Stürzern“/ Nicht-Stürzern“ differenziert sind, werden je nach prozentualer Verteilung innerhalb der Stichproben den Rubriken „bereits erlebte Stürze“ oder „keine Stürze“ zugeordnet. Das heißt, ab einem prozentualen Anteil von 51% „Stürzern“ in der Stichprobe werden diese der Rubrik „positive Sturzanamnese“ zugeordnet.

## **7.2. selbständig zuhause lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime**

Kombination verschiedener Trainingsinhalte zusammengestellt aus den Komponenten Kraft, Beweglichkeit, Tai Chi und dem Schwerpunkt Balance.

### **7.2.1. Beschreibung der Evidenz**

Die folgenden Studien sind mit älteren Probanden durchgeführt worden, die überwiegend keine positive Sturzanamnese oder -risiken aufwiesen bzw. bei denen keine Sturzanamnese erwähnt ist. Alle Teilnehmer waren körperlich mobil und kognitiv gesund.

#### **Positiver Effekt**

Campbell [76, 77], Robertson [78] untersuchten ein vergleichbares Übungsprogramm, das von den Personen daheim durchzuführen war. Das Programm bestand aus Kräftigungsübungen mit knöchelnahen Gewichtsmanschetten, einem Balance Training mit Schrittkombinationen und Flexibilitäts-Übungen und einem Gehplan 3x bzw. 2x pro Woche. Das individuelle Übungsprogramm wurde mindestens 3 x pro Woche je 30 min. durchgeführt. Campbell untersuchte die Wirksamkeit dieses Programms an über 80-jährigen Frauen. 233 Teilnehmer wurden in 2 Gruppen randomisiert und über 1 und 2 Jahre kontrolliert. Die Übungen wurden im Anschluss an ein Assessment unter Anleitung erlernt. Zur Kontrolle wurde nach 6 Monaten neuerlich ein Assessment durchgeführt.

Robertson [78] untersuchte die Wirksamkeit dieses Heimübungsprogramms an Frauen und Männern im Alter von 75 bis 95 Jahren. Nach Randomisierung von 240 Teilnehmern wurde die Interventionsgruppe angeleitet.

In allen 3 Studien konnte die Anzahl der Stürze sowie der Verletzungen signifikant reduziert werden. In der Studie von Campbell [77] konnte nach 1 Jahr die Anzahl der Stürze pro Jahr in der Interventionsgruppe auf  $0.87 \pm 1.29$  im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $1.34 \pm 1.93$ ), d.h. um 0.47 gesenkt werden. Das Risiko der Interventionsgruppe für den 1. Sturz betrug 0.81 (0.56 – 1.16). Nach dem Beobachtungszeitraum von 2 Jahren blieb die Sturzhäufigkeit nahezu unverändert, ebenso die Anzahl der Verletzungen durch den Sturz. Robertson konnte nach einem Jahr eine um 46% niedrigere Sturzhäufigkeit feststellen. Keinen Effekt auf die Sturzinzidenz fand sich bei den 75- bis 79-Jährigen.

Lord [79] untersuchte bei 551 Bewohnern von Seniorenheimen mit Selbstversorgung und Betreuung, randomisiert in 3 Gruppen, die Wirksamkeit eines Gruppentrainings auf die Sturzinzidenz. Das Übungsprogramm wurde 2 x wöchentlich über 12 Monate durchgeführt. Das Programm setzte sich aus einem 5 – 15 minütigem Aufwärmprogramm, 35 -40 Minuten Konditionstraining und 10 Minuten Ausklang zusammen. Insbesondere bei Personen mit einer positiven Sturzanamnese konnte durch das Übungsprogramm eine Sturzreduktion erreicht werden.

Suzuki et al [80] überprüften die Wirksamkeit eines Übungsprogramms an Japanerinnen zwischen 73 und 90 Jahren. Der überwiegende Teil dieser Frauen hatte eine negative Sturzanamnese. 52 Frauen wurden in 2 Gruppen randomisiert, und die Anzahl der Stürze über 20 Monate registriert. Nach einem umfangreichen Assessment, das nach 6 Monaten kontrolliert wurde, erhielten die Frauen über 6 Monate in 2-wöchigen Abständen je 1 Stunde eine Übungsanleitung, das ein individuell gestaltetes Hausübungsprogramm enthielt. Dieses sollte 3 x pro Woche je 30 Minuten durchgeführt werden. Nach einem Aufwärmprogramm

von 10 – 15 Minuten wurden Kräftigungsübungen, teilweise mit Hanteln von 0.5 – 1.5 kg und Thera-Band, Balance-, Geh- und Tai Chi-Übungen durchgeführt. Nach 8 Monaten erhöhte sich die Anzahl der Gestürzten in der Kontrollgruppe um 40.9% (9 von 22) und nahm in der Übungsgruppe um 13.6% (3 von 22) ab. Nach 20 Monaten erhöhte sich die Zahl der Gestützten um 54.5% (12 von 22) und blieb in der Übungsgruppe unverändert.

Wolf et al [81] teilten 200 Frauen und Männer im Alter von über 70 Jahren 3 Gruppenangeboten über 15 Wochen zu, die entweder Tai Chi, Computer unterstütztes Balancetraining oder eine Diskussionsgruppe durchführten. Die Übungsprogression des Tai Chi beinhaltete die zunehmende Reduktion der Unterstützungsfläche im Stand bis zum Einbeinstand und eine Beweglichkeitsverbesserung der Körper- und Rumpffrotation mit reziproker Armbewegung. Beim Computer unterstütztem Balancetraining standen die Probanden auf einer Messplatte, mit deren Hilfe Veränderungen des Körperschwerpunktes via Cursor auf einem Bildschirm in Augenhöhe aufgezeichnet wurden. Die Probanden waren aufgefordert, ihren Körperschwerpunkt bzw. den Cursor nach bestimmten Vorgaben aktiv zu verändern. Beide Übungsgruppen trainierten 1x wöchentlich je 45 Minuten unter Anleitung, die Tai Chi Gruppe führte zusätzlich 2x täglich je 15 Minuten ein Hausübungsprogramm durch. Alle Teilnehmer wurden am Studienbeginn, nach 15 Wochen und nach 4 Monaten kontrolliert. In der Tai Chi Gruppe wurden signifikant weniger Stürze registriert. Keinen Effekt zeigte das Computer unterstützte Balancetraining. Die Sturzhäufigkeit war generell bei denjenigen mit positiver Sturzanamnese höher.

#### **Kein Effekt:**

Liu-Ambrose et al [67] untersuchten an Frauen zwischen 75 und 85 Jahren, die eine Osteopenie oder Osteoporose aufwiesen, die Wirksamkeit unterschiedlicher Übungsprogramme auf Parameter des Sturzrisikos und die Sturzhäufigkeit. 104 Frauen wurden in 3 Gruppen mit Progressivem Krafttraining, Agilitätstraining (Koordination, Balance) unter Verwendung von Hüftprotektoren sowie Stretching randomisiert. Zu Beginn, nach 13 und nach 25 Wochen wurde ein umfangreiches Assessment durchgeführt. Die Sturzrisikoparameter besserten sich in den Gruppen mit Krafttraining und Agilitätstraining im Vergleich zur Stretchinggruppe. Die Sturzhäufigkeit zeigte keine Gruppenunterschiede.

MacRae et al [82] schlossen 80 Frauen und Männer von Seniorenzentren mit niedrigem bis moderatem sozioökonomischen Status im Alter von über 60 Jahren mit und ohne Sturzanamnese in eine Einjahres-Studie ein. Sie konnten 3x pro Woche je 1 Stunde an dem Übungsprogramm teilnehmen. Das Übungsprogramm bestand hauptsächlich aus progressiv pulskontrolliertem „Erheben vom Sessel“ und „Treppen steigen“ nach Liss (Stand-up/ Step-up) kombiniert mit Atemübungen, Stretching und Gehen. Nach 1 Jahr zeigte sich kein Unterschied bezüglich der Sturzinzidenz zwischen der Verum- und Kontrollgruppe.

### **7.2.2. Diskussion**

In den Studien von Campbell [76, 77] und Robertson [78] konnte die Wirksamkeit eines individuellen Heim-Übungsprogramms zur Reduktion von Stürzen bei einer Population von über 80-Jährigen nachgewiesen werden. Kein Effekt wurde bei unter 80-Jährigen beobachtet.

Lord [79] konnte zeigen, dass ein Training in Gruppen, das eine Leistungssteigerung, z.B. Verlängerung der Wegstrecke, Erhöhung der Wiederholungszahl beim Krafttraining, beinhaltet, das Sturzrisiko reduziert. Deutlicher zu sehen war dieser Effekt bei denjenigen, die im vorangegangenen Jahr gestürzt sind.



Suzuki [80] zeigte, dass die konsequente Durchführung eines individuell abgestimmten Hausübungsprogramms von mindestens 3x pro Woche je 30 Minuten das zunehmende Sturzrisiko bei 73–90-jährigen Japanerinnen senkt.

In der Studie von Wolf [81] konnte belegt werden, dass Tai Chi, angeleitet über 15 Wochen inklusive des Hausübungsprogramms je 15 Minuten 2x täglich, die Sturzhäufigkeit bei über 70-Jährigen reduziert. Tai Chi beinhaltete die zunehmende Reduktion der Unterstützungsfläche im Stand bis zum Einbeinstand und eine Beweglichkeitsverbesserung der Körper- und Rumpfrotation mit reziproker Armbewegung. Keine Wirkung auf die Sturzinzidenz zeigte das Computer unterstützte Balancetraining.

Zusammenfassend sind für selbstständig lebende relativ gesunde Personen ab dem 60. Lebensalter der individuellen Leistungsfähigkeit angepasste Trainingsprogramme zur Verbesserung der Muskelkraft und Balancefähigkeit als Sturzprävention geeignet. Voraussetzung für wirksame Übungsprogramme sind progressive Anpassungen, d.h. mit Steigerung der Wiederholungszahl und der Gewichte. Die Balanceübungen sollen im Stehen durchgeführt werden, als vorteilhaft erwiesen sich Schrittkombinationen.

### 7.2.3. Formulierung der Empfehlung

#### **Hoher Evidenzgrad:**

→ Ein individuell angepasstes Übungsprogramm der Kraft und Geschicklichkeit, das daheim mindestens 3x pro Woche je 30 Minuten durchgeführt und durch 2-3x wöchentliche Spaziergänge ergänzt wird, senkt das Sturzrisiko und das Verletzungsrisiko bei über 80-jährigen Frauen und Männern. Die Übungen bestanden aus Kräftigungsübungen für die Beinmuskulatur, durchgeführt mit Gewichtsmanschetten von 0.5kg – 6kg sowie einem Balance-Training [77, 78]

#### **Mittlerer Evidenzgrad:**

→ Tai Chi mit progressivem Trainingsaufbau, angeleitet über 15 Wochen inklusive eines Heimprogramms 2x täglich je 15 Minuten, eignet sich zur Sturzreduktion bei über 70-jährigen Frauen und Männern [81].

→ Ein individuelles Übungsprogramm, das daheim mindestens 3x pro Woche je 30 Minuten durchgeführt und durch 3x wöchentliche Spaziergänge ergänzt wird, senkt das Sturzrisiko bei über 80-jährigen Frauen bei einem Beobachtungszeitraum bis zu 2 Jahren und ebenso das Verletzungsrisiko [76].

→ Ein Trainingsprogramm in der Gruppe mit steigender individueller Anforderung bestehend aus 5–15 minütigem Aufwärmen, 35 – 40 minütigem Konditionstraining und 10 minütiger Abkühlphase reduziert bei über 62-Jährigen das Sturzrisiko, besonders deutlich bei Personen mit positiver Sturzanamnese [79].

#### **Niedriger Evidenzgrad:**

→ Ein Assessment orientiertes individuelles Heim-Übungsprogramm zur Muskelkräftigung v.a. der unteren Extremitäten und des Rumpfes, teilweise unter Verwendung von Hanteln 0.5 – 1.5 kg und Thera-Band in Kombination mit Balanceübungen und Tai Chi, das unter Anleitung erlernt wurde, konnte eine zunehmende Sturzinzidenz bei 73 bis 90-jährigen Japanerinnen vermeiden [80].

## Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Campbell et al [77]	8/10	I	voll	hoch
	Robertson et al [78]	8/10	I	voll	hoch
	Wolf et al [81]	6/10	II	voll	mittel
	Lord et al [79]	6/10	II	voll	mittel
	Campbell et al [76]	4/10	II	voll	mittel
	Suzuki et al [80]	6/10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Liu-Ambrose et al [67]	6/10	II	eingeschränkt	niedrig
	MacRae et al [82]	4/10	II	eingeschränkt	niedrig

+: positiver Effekt, Ø kein Effekt

### 7.3. selbständig zuhause lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime

Kombination verschiedener Trainingsinhalte zusammengestellt aus den Komponenten Kraft, Beweglichkeit und dem Schwerpunkt Balance, kombiniert mit häuslicher Abklärung und Visuskontrolle.

#### 7.3.1. Beschreibung der Evidenz

Die folgenden Studien sind mit älteren Probanden durchgeführt worden, die überwiegend keine positive Sturzanamnese oder -risiken aufwiesen bzw. bei denen keine Sturzanamnese erwähnt ist. Alle Teilnehmer waren körperlich mobil und kognitiv gesund.

##### Positiver Effekt:

Day et al [83] zeigten in einer Studie mit über 1000 Teilnehmern signifikant positive Effekte auf die Sturzinzidenz durch ein multimodales 15-wöchiges Interventionsprogramm. Die Probanden wurden aufgeteilt in 7 Interventionsgruppen und eine Kontrollgruppe ohne Intervention. 3 Gruppen führten jeweils entweder 15 Wochen lang Kraft- und Balancetraining zuzüglich einem 12-monatigen Heimprogramm durch, bekamen eine Abklärung häuslicher Stolperfallen und ließen bei Bedarf eine Visuskorrektur durchführen. 3 weitere Gruppen kombinierten jeweils 2 dieser Interventionen miteinander und in der 7. Gruppe wurden alle drei Interventionen zusammen durchgeführt. Die Bewegungs-Intervention und Gruppen, deren Intervention mit Bewegung kombiniert wurde, zeigten signifikante Effekte. Der stärkste Effekt trat auf, wenn alle 3 Interventionen kombiniert angeboten wurden.

##### Kein Effekt:

Lord et al [84] untersuchten an 620 Frauen und Männern im Alter von über 75 Jahren die Wirksamkeit eines extensiven und eines minimalen, individuellen Sturz-Präventionsprogramms. Das extensive Programm setzte sich aus Kraft-, Balance- und Koordinationstraining, sowie Verbesserung des Sehvermögens und weiteren individuellen Interventionen zusammen. Das Übungsprogramm wurde 2 x wöchentlich in Kursen über 12 Monate mit Pausen durchgeführt und setzte sich aus Aufwärmübungen, 30 Minuten Konditionstraining, einem individuellem Programm und einem Abschluss zusammen. Das Minimalprogramm bestand vorwiegend aus Beratung und Information. Obwohl sich

Risikoparameter in der extensiven Gruppe signifikant besserten, konnten keine Gruppenunterschiede bezüglich Sturzhäufigkeit nachgewiesen werden.

### 7.3.2. Diskussion

In der Studie von Day et al [83] zeigt ein Kombinationsprogramm aus verschiedenen Komponenten den deutlichsten Effekt auf die Verringerung von Sturzvorkommen. Zugeschrieben wird dieser positive Effekt der Wirkung eines verbesserten Gleichgewichts, das alle Probanden in der Bewegungsgruppe aufwiesen. Insbesondere mit einem Heimübungsprogramm, das nach Erfahrung der Versuchsleiter nicht täglich durchgeführt werden muss, sondern bereits zwei mal wöchentlich durchgeführt zu einer Verbesserung der Leistung der Probanden beitragen kann.

Alle Interventionskombinationen, in denen Bewegung durchgeführt wurde, wiesen einen signifikanten Effekt auf, was auf die Wirksamkeit von insbesondere Gleichgewichtstraining hinweist.

Obwohl in der Studie von Lord [84] ein sehr umfangreiches Interventionsprogramm durchgeführt wurde, bei dem Visus, Gehhilfen und ein individuelles Übungsprogramm eingesetzt wurden, konnte nach 1 Jahr kein Effekt auf die Sturzinzidenz nachgewiesen werden. Als mögliche Ursachen werden von den Autoren die nicht genau auf das Sturzrisiko gezielten Interventionen und die zu geringe Fallzahl der Studie diskutiert.

### 7.3.3. Formulierung der Empfehlung

**Mittlerer Evidenzgrad:**

→ Übungsprogramme, die die Komponenten Beinkraft und insbesondere Balance enthalten, mit einem Heimübungsprogramm verknüpft und über einen Zeitraum von mindestens 15 Wochen (1h in der Woche) durchgeführt werden, reduzieren die Sturzhäufigkeit von gesunden über 70-jährigen Frauen und Männern, die zu über 90% ohne Sturzerfahrung sind. Besonders vorteilhaft ist dieses Übungsprogramm, wenn es in Kombination mit häuslicher Abklärung und Visuskontrolle durchgeführt wird [83].

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Day et al [83]	6/ 10	II	voll	mittel
Ø	Lord et al [84]	8/10	I	eingeschränkt	mittel

+: positiver Effekt, Ø kein Effekt

## **7.4. selbständig zuhause lebend, mit positiver Sturzanamnese oder mit erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime**

Zumeist Mischprogramme, zu denen wir auch Tai Chi zählen, da beim Tai Chi als komplexer Intervention immer mehrere Aspekte angesprochen werden. Kombination verschiedener Trainingsinhalte zusammengestellt aus den Komponenten Kraft, Balance, Beweglichkeit, Ausdauer, Gehen, Sturzprävention wie auch Tai Chi.

### **7.4.1. Beschreibung der Evidenz**

Nachfolgend werden Studien aufgeführt, die an Populationen unterschiedlicher Sturzrisiken und Altersgruppen durchgeführt wurden. Alle Teilnehmer waren bis auf eine Studie (Li) körperlich mobil und kognitiv gesund.

#### **Positiver Effekt:**

Davison et al [85] kombinierten ein Sturzpräventionstraining mit einem betreuenden Therapie-Assessment, bestehend aus Muskel- und Balance-Tests, über 32 Tage während eines stationären Aufenthaltes nach Sturz. Dieses Trainingsregime konnte in einem Nachbeobachtungszeitraum von einem Jahr an 280 Frauen und Männern im mittleren Alter von 77 Jahren mit Sturzgeschichte eine 36% geringere Sturzrate erreichen als eine herkömmliche Akuttherapie nach Sturz. Die Anzahl der stürzenden Personen wies keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen auf.

Hornbrook et al [86] führten eine kombinierte Intervention aus Verhaltens- und Verhältnisprävention und einem Trainingsprogramm zur Verbesserung der Kraft, Balance und Beweglichkeit durch. Das Training erstreckte sich über 2 Jahre und umfasste eine 90-minütige monatliche Einheit unter Anleitung sowie drei zusätzlichen Geheiten pro Woche in Eigenregie. Dadurch konnte bei über 3000 selbständig lebenden Frauen und Männern im mittleren Alter von 73 Jahren eine höhere Wirksamkeit im Hinblick auf die Sturzinzidenz erreicht werden als durch ein informatives Assessment zur Abklärung häuslicher Sturzrisiken. Zudem stürzten in der Trainingsgruppe weniger Personen als in der Informationsgruppe.

Steadman et al [87] wendeten eine Kombination aus funktionellem Balance-, Kraft- und Leistungstraining mit kontinuierlicher Trainingsanpassung bei ca. 200 im Durchschnitt 82-jährigen Frauen und Männern mit erhöhtem Sturz-Risiko an. Über 6 Wochen bei 2mal wöchentlicher Durchführung über 45 Minuten führte diese Intervention zu einer Reduktion von Stürzen. Das Training dieser Studie beinhaltete „Sit to Stand“, Balance Performance Monitor, „Lateral Reaching“ und Gehtraining auf Zeit. Ein Unterschied zu einer weiteren Studiengruppe, die neben der konventionellen Versorgung ein 4-wöchiges Programm aus Gehtraining, Transfer-, Treppen- und Beweglichkeitsübungen 2-mal wöchentlich durchführte, konnte nicht aufgezeigt werden. Eine Begründung dafür, dass es keine Überlegenheit eines der genannten Trainingsregimes gab, mag darin liegen, dass sich die Inhalte zu stark ähnelten.

Li et al [88] bezogen 220 Frauen und Männern im mittleren Alter von 77 Jahren in eine Studie ein, die zuvor keine regelmäßigen sportlichen Aktivitäten durchgeführt hatten. Es wurden keine Daten zu vorangegangenen Stürzen oder zu Sturzrisiken erhoben. Als Intervention wurde 3-mal pro Woche für eine Stunde ein Tai Chi- Training absolviert. Eine Kontrollgruppe führte Stretching-Übungen im gleichen Umfang durch. Der Interventionszeitraum betrug 6 Monate, eine Beobachtungsphase erstreckte sich auf weitere 6 Monate. Die Tai Chi-Gruppe wies nach Ende des Beobachtungszeitraumes eine signifikant

geringere Sturzrate auf als die Stretching-Gruppe. Der Gruppenvergleich stellte für das Tai-Chi-Training außerdem höhere Verbesserungen für sekundäre Zielparameter zwischen Baseline und Studienende heraus.

Morgan et al [89] verglichen in ihrer Studie die Wirkung eines niedrig dosierten Übungsprogramms auf die Sturzinzidenz mit einer Kontrollgruppe, die ihren normalen Alltagsroutinen nachging und keine Intervention erhielt. Die Einschlusskriterien forderten, dass alle Teilnehmer (30% Männer) in den letzten 2 Monaten mind. 2 Tage bettlägerig waren. Das Programm wurde 8 Wochen lang 3x wöchentlich für 45min in 5-er Gruppen im Sitzen und Stehen von einem Physiotherapeuten durchgeführt mit dem Ziel, die neuromuskulären Funktionen (z.B. Muskelkraft und Gelenkbeweglichkeit), das Gleichgewicht sowie den Gang zu verbessern. Aufgrund der kleinen Teilnehmerzahlen konnte die Dosis auf die individuelle Belastbarkeit der Probanden angepasst werden. Die Probanden haben 1 Jahr lang alle 2 Wochen eine Postkarte mit der Anzahl erlebter Stürze eingeschendet. Signifikante Effekte auf die Sturzhäufigkeit zeigten sich erst, nachdem die Teilnehmer, ermittelt mit dem Assessment-Instrument zur Selbstauskunft „SF-36“, in 2 Gruppen aufgeteilt worden waren. Die Gruppe mit schlechterem Allgemeinzustand profitierte signifikant von der Intervention, während die Gruppe mit gutem Allgemeinzustand ein höheres Sturzrisiko zeigte.

Barnett et al [90] untersuchten in ihrer Studie, inwiefern ein einmal wöchentlich durchgeführtes Gruppentraining inklusive Heimprogramm und Informationsmaterial zur Vorbeugung von Stürzen einen positiven Effekt auf z.B. die Muskelkraft, das Gleichgewicht, die Reaktionszeit wie auch die Anzahl an Stürzen bei Patienten mit Sturzrisiko hat. Die Kontrollgruppe erhielt das gleiche Informationsmaterial zur Vermeidung von Stürzen, ansonsten aber keine weitere Intervention. Das einstündige Gruppenprogramm wurde über das Jahr in 4 Blöcke verteilt (insgesamt 37 Kurstage) und umfasste ein Training aus Kraft, Koordination, Ausdauer und Gleichgewicht, wobei der Schwerpunkt auf der Verbesserung des Gleichgewichts lag. Die Intensität wurde kontinuierlich gesteigert. Die Anzahl der Stürze und Mehrfachstürze in der Interventionsgruppe verringerte sich nach einem Jahr signifikant und war um 40% geringer als in der Kontrollgruppe.

Means et al [91] führten mit 181 Probanden für 6 Wochen 3-mal wöchentlich ein 90minütiges Übungsprogramm durch, das aus den Komponenten Dehnung, Balance, Ausdauer, Koordination und Kräftigung zusammengesetzt und mit steigender aber insgesamt moderater Intensität umgesetzt wurde. Ziel war die Verbesserung des Gleichgewichts und der Beweglichkeit, die anhand der Resultate und gezeigten Leistung in einem durchgeführten Hindernisparcour und anhand der Anzahl der Stürze sowie Art der Sturzverletzungen ermittelt werden sollten. Der Parcours bestand aus 12 verschiedenen Aufgaben, deren Anforderungen an Aktivitäten des täglichen Lebens angelehnt waren, z.B. Gehen auf unterschiedlichen Böden oder Treppensteigen mit unterschiedlichen Stufen. Die Kontrollgruppe erhielt Seminare, deren kulturelle Inhalte allgemein für ältere Menschen von Interesse sind.

Sowohl unmittelbar nach der Intervention als auch in dem 6 Monate später stattfindenden follow-up zeigte die Interventionsgruppe signifikant bessere Parcourszeiten und Durchführungsqualität als die Kontrollgruppe. Für den Gruppenvergleich zur Sturzanzahl wurde aufgrund der großen Varianzen eine Dichotomisierung der Variable vorgenommen in „Stürzer“ und „Nicht-Stürzer“. Hierdurch konnte ein deutlicher Unterschied herausgearbeitet werden: signifikant viele „Stürzer“ (87%) der Interventionsgruppe gaben an, im Anschluss an die Intervention 6 Monate lang keinen weiteren Sturz gehabt zu haben. In der Kontrollgruppe waren dies lediglich 34,5% der „Stürzer“.

**Kein Effekt:**

Rubenstein et al [92] untersuchten ein Kollektiv von 50 Männern im Altersdurchschnitt von 74 Jahren, die vor Studienbeginn keine regelmäßigen Bewegungsangebote wahrnahmen. Weiteres Einschlusskriterium für die Studie war ein erhöhtes Sturzrisiko, definiert anhand von Muskel-, Balance- und Gehstests. Eine 12-wöchige Gruppengymnastik, 3-mal pro Woche über 90 Minuten durchgeführt, fokussierte auf die Verbesserung der Kraft, der Ausdauer, der Beweglichkeit und der Balance. Ein Effekt auf die Senkung der Sturzrate konnte nicht gezeigt werden. Allerdings wurden in den sekundären Zielparametern, isokinetische Kraft, Funktionstests, Gesundheitswahrnehmung und Aktivitätslevel verbesserte Ergebnisse im Vergleich zu einer nicht trainierenden Kontrollgruppe erreicht.

Lord et al [93] schlossen 151 sich selbst versorgende Frauen im durchschnittlichen Alter von 72 Jahren in eine Studie ein. Eine Sturzanamnese oder Informationen zu Sturzrisiken wurden nicht erhoben. Das Gruppentraining bestand aus Elementen zur Verbesserung der aeroben Ausdauer, der Kraft, Balance und Beweglichkeit und beinhaltete eine Trainingsanpassung. Eine Kontrollgruppe führte Assessment-Interventionen durch zur Prüfung von Kraft und Reaktionszeit. Mit dem 1-stündigen Gruppentraining über 1 Jahr an 2 Terminen pro Woche konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe kein Effekt auf die Sturzinzidenz dargestellt werden. Der Gruppenvergleich zeigte jedoch Verbesserungen der Balance, Reaktionszeit und Beinkraft.

Nitz et al [94] verglichen in ihrer Studie ein herkömmliches, nicht erläutertes Balancetraining mit einem Spezifischen Balancetraining, das als Zirkeltraining durchgeführt wurde. Dabei waren 6 der Stationen speziell auf das Training von Balance in Form von Einzelübungen ausgerichtet, während die übrigen 2 Stationen als Gruppenübungen konzipiert wurden, in denen Spaß, soziale Interaktion und Wettkampf Aspekte im Vordergrund stehen sollten. Die 73 über 70-jährigen Frauen und Männer, die ihren eigenen Gesundheitszustand als gut bis sehr gut bewerteten, reduzierten ihre Stürze nach den 10 Wochen Intervention um mehr als die Hälfte, der Gruppenvergleich zeigte aber keinen signifikanten Unterschied. Balance und motorische Fähigkeiten hingegen sind in der Interventionsgruppe signifikant verbessert im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Hauer et al [95] untersuchten 57 Frauen im Alter von über 75 Jahren (- 90) im Anschluss an eine stationär durchgeführte Rehabilitation nach Sturz oder anamnestisch bekannten häufig auftretenden Stürze mit Verletzungen. Die Interventionsdauer betrug 12 Wochen. Das Übungsprogramm bestand aus einem Krafttraining mit progressiver Trainingssteuerung 3 x pro Woche, 1,5 Stunden im Anschluss an ein Aufwärmtraining. Durchgeführt wurden ein Training mit geringem Widerstand mit Steigerung bis 70% – 90% der Maximalkraft (Beinpresse, Hüftabduktion und Extension sowie Plantarflexion) und ein progressives funktionelles Balancetraining von 45 Minuten beginnend mit einfachen Funktionen wie Gehen und Steppen sowie komplexeren Bewegungsformen mit Ballspielen, Elemente aus dem Tanzen u. Tai Chi. Abschließend wurde ein Stretching angefügt. Im Vergleich zur Kontrollgruppe (60%) konnte die Sturzinzidenz in der Interventionsgruppe (45%) im Zeitraum von 6 Monaten reduziert werden (RR=0.753, 95% CI=0.455-1.245). Das Ergebnis war jedoch nicht signifikant.

Ballard et al [96] untersuchten 40 Frauen im Alter von über 65 Jahren (-89), die im vorangegangenen Jahr mindestens 1x gestürzt waren oder Angst vor weiteren Stürzen hatten. Das Übungsprogramm bestand aus 5 Teilen: 5-10 Minuten Aufwärmen, 20-30 Minuten aerobe Routine, wie vorwärts und rückwärts schnell Gehen, 5-10 Minuten funktionelles Beinkraft- und Balancetraining wie Einbeinstand und Kniebeuge, 5-10 Minuten Thera-Band-

Übungen mit 10 Wiederholungen in 2 Sätzen, 5 Minuten. Ausklang durch Stretching und langsames Gehen. Das Programm wurde über 15 Wochen 3 x wöchentlich je 1 Stunde unter Anleitung durchgeführt. Die Frauen der Verumgruppe erhielten eine Videoaufzeichnung der Übungen, um daheim weiter üben zu können. Im Beobachtungszeitraum bis zu 1 Jahr nach Studienende wurden keine Unterschiede bezüglich der Sturzinzidenz festgestellt.

#### **Negativer Effekt:**

Morgan et al [89] verglichen in ihrer Studie die Wirkung eines niedrig dosierten Übungsprogramms auf die Sturzinzidenz mit einer Kontrollgruppe, die ihren normalen Alltagsroutinen nachging und keine Intervention erhielt. Die Einschlusskriterien forderten, dass alle Teilnehmer (30% Männer) in den letzten 2 Monaten mindestens 2 Tage bettlägerig waren. Das Programm wurde 8 Wochen lang 3x wöchentlich für 45min in 5-er Gruppen im Sitzen und Stehen unter Anleitung durchgeführt mit dem Ziel, die neuromuskulären Funktionen (z.B. Muskelkraft und Gelenkbeweglichkeit), das Gleichgewicht sowie den Gang zu verbessern. Aufgrund der kleinen Teilnehmerzahlen konnte die Dosis auf die individuelle Belastbarkeit der Probanden angepasst werden. Die Probanden haben 1 Jahr lang alle 2 Wochen eine Postkarte mit der Anzahl erlebter Stürze eingesendet. Signifikante Effekte auf die Sturzhäufigkeit zeigten sich erst, nachdem die Teilnehmer, ermittelt mit dem Assessment-Instrument zur Selbstauskunft „SF-36“, in 2 Gruppen aufgeteilt worden waren. Die Gruppe mit schlechterem Allgemeinzustand profitierte signifikant von der Intervention, während die Gruppe mit gutem Allgemeinzustand ein höheres Sturzrisiko zeigte.

### **7.4.2. Diskussion**

Bezüglich der Trainingsinhalte zeigen die Studiendaten für die Module Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Balance und Koordination sowie zusätzliche Geheinheiten einen Effekt auf die Reduktion von Stürzen [85-87, 89, 90]. Folgende Voraussetzungen waren bei erfolgreichen Interventionen gegeben:

- funktionelle, d.h. alltagsnahe Übungen, wie z.B. direkte Sturzpräventionstrainings, Stepperübungen, Stand-up-and-go, Kraft- und Leistungstraining [85, 87], Übungen im Stehen [89]
- ein bestimmter Mindestumfang an Trainingsaufwendung sowie eine Mindest-Laufzeit (2: 3/Woche á 60 Minuten, 3: 4/Woche über 2 Jahre)
- längerfristig angelegte Programme [86, 90]
- Einstiegsdosierung über Assessment [87], im Verlauf kontinuierliche Trainingsanpassung [89, 90]
- die Einbindung der Leistungskomponente, d.h. die Übungen pro Zeiteinheiten durchführen [87]

Hinsichtlich der Populationen wird deutlich, dass ein selektierter Gruppeneinschluss eine höhere Wahrscheinlichkeit auf Effektnachweise birgt, nämlich

- Risikogruppen :
  - Stürzer [85, 91]
  - Personen mit Mobilitäts- oder Kraftproblemen [87, 89, 90]
- Höhere Fallzahl bei Personen ohne vorherige Sturzgeschichte [86]
- Homogenität der Gruppe hinsichtlich relevanter Voraussetzungen, wie bei Steadman et al [87] der Einschluss über einen Balancetest oder andere differenzierte Diagnostik

Unter folgenden Bedingungen erwiesen sich jedoch Interventionen mit den Modulen Kraft, Balance, Ausdauer und Beweglichkeit als nicht wirksam im Hinblick auf die Reduktion von Stürzen [92-96]

- Wenig Selektion:
  - inhomogene Kollektive bzw. nicht Risiko behaftete Kollektive
  - nicht Ziel gerichtete Interventionen
  - unpassende Fallzahlabeschätzung für inhomogene Gruppen
- Zu geringer Interventionszeitraum/ Nachbeobachtung
- Zu geringe bzw. nicht angepasste Trainingsdosierung
- Zu viele motorische Fähigkeiten, wenig spezifisch
- Programme ohne Korrektur und Steuerungsmöglichkeit [96]

Die Studie von Morgan et al [89] zeigt deutlich, dass es notwendig ist, Interventionsgruppen auf einem homogenen Leistungsniveau anzusiedeln, da es sonst zu negativen Effekten, also mehr Stürzen kommen kann. Zwar wurde das Aktivitätslevel der Teilnehmer nicht erhoben, dennoch gehen die Autoren unter Bezug auf existierende Studienergebnisse davon aus, dass es bei den Personen mit gutem Allgemeinzustand möglicherweise durch die Intervention zu mehr Aktivität gekommen ist, ohne dass sie von einem angemessenen Trainingsreiz profitierten. Auf diese Weise steigt das Risiko zu stürzen durch die Intervention.

Means et al [91] geben keine Auskunft darüber, welchen Effekt die Intervention auf die Nicht-Stürzer hatte. Deutlich wird an den Ergebnissen eine Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit, mit bereits gestürzten Menschen über 65 Jahren ein gezieltes, multimodales Übungsprogramm durchzuführen.

Ein homogenes und Risiko behaftetes Studienkollektiv allein scheint keine Garantie für eine wirkungsvolle Therapie darzustellen, denn trotz eines Einschlusskriteriums mit Relevanz für Sturzfolgen konnten bei Rubenstein et al [92] die Sturzinzidenzen nicht gesenkt werden. Denkbar ist, dass hier der kurze Interventionszeitraum von 12 Wochen und die geringe Fallzahl von n = 52 einen Effektnachweis verhindert haben.

In der Studie von Nitz et al [94] wurde ein allgemeines mit einem spezifischen Balancetraining in Form eines Zirkeltrainings verglichen. Sowohl in der Interventions- wie auch in der Kontrollgruppe reduzierte sich die Sturzhäufigkeit der Teilnehmer signifikant. Der Gruppenvergleich zeigte aber bezüglich der Sturzhäufigkeit keinen signifikanten Unterschied. Allerdings verbesserten sich in der Interventionsgruppe sekundäre Parameter wie z.B. Funktionalität und Balance-Assessments signifikant mehr als in der Kontrollgruppe. Die Autoren führen dies auf die spezifischen Anforderungen des Zirkeltrainings zurück, das die Teilnehmer in besonderer Weise herausforderte, sich unter progressiven Übungsbedingungen zu strecken, zu bücken, zu drehen etc. Darüber hinaus hat diese Studie explizit Aspekte wie soziale Interaktion und Freude in die Interventionsplanung mit eingebaut.

Insgesamt weisen die Ergebnisse dieser Studie deutlich auf die Vorteile eines Balancetrainings für Sturzrisikopersonen über 60 Jahre hin. Darüber hinaus scheint ein eher alltagsnahes und funktional ausgerichtetes Balancetraining den stärkeren Effekt zu haben. Das Studiendesign, also der Vergleich zweier möglicherweise sehr wirksamer Interventionen, hat einen nicht signifikanten Gruppenunterschied ergeben, was insgesamt auf die Wirksamkeit von Balancetraining hindeuten könnte.



Auch in der Studie von Lord et al [93] konnte mit einem suffizienten Trainingsumfang und einer kontinuierlichen Trainingsanpassung keine Signifikanz erlangt werden. Eventuell wurden hier zu viele Elemente geübt (Ausdauer, Kraft, Balance, Beweglichkeit), die im Einzelnen nicht ausreichend dosiert wurden, um Stürze signifikant verringern zu können. Möglicherweise konnte auch deshalb kein Gruppenunterschied nachgewiesen werden, weil auch ein funktionell orientiertes Assessment eine therapeutische Wirkung erzielen kann und somit die Inhalte der beiden konkurrierenden Therapiemodellen zu ähnlich angelegt waren, um unterschiedliche Daten für Stürze hervorzubringen. Ein Pre-Post-Vergleich wurde nicht angegeben.

In den Studien von Hauer [95] und Ballard [96] konnten zwar positive Wirkungen auf Sturzrisikoparameter wie Leistungsfähigkeit, Muskelkraft und Berg Balance Scale durch progressives und funktionelles Kraft- und Balancetraining erreicht werden. Die Fallzahl ist zu gering und/ oder der Beobachtungszeitraum zu kurz, um eine Aussage bzgl. Sturzinzidenz treffen zu können.

Tai Chi übt offenbar Fähigkeiten, die eine Sturzprävention effektiv unterstützen. Diese könnten Kraft, Balance, Haltung, Konzentration und Raum-Lage-Empfinden sein und sturzgefährliche Situationen für Personen seltener herbeiführen oder besser bewältigen lassen. In die Studie von Li et al [88] wurden zielgerichtet Personen eingeschlossen, die vor Studienbeginn physisch wenig aktiv waren und somit eine rasche Verbesserung der oben genannten Fähigkeiten erzielen konnten.

### **7.4.3. Formulierung der Empfehlung**

#### **Hoher Evidenzgrad:**

- ➔ An einem homogenen Hochrisikokollektiv in unmittelbarem Anschluss an einen erlittenen Sturz hat ein kurzzeitiges, intensives Sturzpräventionstraining mit zusätzlichen Kraft- und Balanceübungen einen positiven Effekt auf die Sturzinzidenz ausgeübt. Eine wesentliche Voraussetzung war der Therapieeinstieg durch Assessment der Beinkraft und der Balancefähigkeit sowie eine kontinuierliche weitere Beratung und Betreuung der Patienten über den Beobachtungszeitraum eines Jahres [85].
- ➔ In einer Sturzrisikopopulation bestehend aus Männern und Frauen hatte ein Gruppentraining, das mit Heimübungsprogramm und Informationsmaterial kombiniert wurde und über ein Jahr verteilt in 4 größeren Blöcken durchgeführt wurde, einen sehr guten Effekt auf die Verringerung von Stürzen. Es ist zu empfehlen, dabei den Schwerpunkt auf das Trainieren der Balance zu legen, aber Komponenten wie Krafttraining, Ausdauer und Koordination mit zu berücksichtigen. Dabei sollte der Schwerpunkt auf alltagsnahe Bewegungsübungen gelegt werden, die auch einige Tai Chi Elemente enthalten [90].

#### **Mittlerer Evidenzgrad:**

- ➔ An einem Risikokollektiv hat ein kurzzeitiges, 6-wöchiges Training, das 2-mal in der Woche durchgeführt wurde, einen signifikanten Einfluss auf die Sturzreduktion genommen. Inhalte des betreuten Trainings waren funktionelles Geh- und Transfertraining, beispielsweise unterstützt durch „sit-to-stand“, „functional reach“ und „step-ups“ sowie monitorierte Balanceübungen. Die Trainingssteuerung erfolgte über eine progressive Anpassung der Trainingsdosierung und durch Zeitverbesserungen pro zurückgelegter Gehstrecke [87].
- ➔ An einem gemischtem Kollektiv, das sowohl Personen mit bereits häufig erlebten Stürzen als auch solche mit lediglich erhöhtem Risiko aufgrund degenerierter Muskulatur

einschließt, hat ein kombiniertes Training mit einem Gesamtumfang von 7,5 Stunden pro Monat über 2 Jahre die Sturzinzidenz signifikant reduziert. Das Training bestand aus Kraft-, Balance- und Beweglichkeitstraining, das unter Anleitung über 90 Minuten pro Monat durchgeführt wurde und einem zusätzlichen selbstständigen Gehtraining über 3 x 30 Minuten pro Woche. Zusätzlich wurden häusliche Risikofaktoren vor Ort untersucht und behoben. Diese Intervention zeigte sich gegenüber einer isolierten Behebung häuslicher Stolpergefahren sowie Informationen zu Sturzrisiken im Alltag überlegen [86].

- ➔ Für über 60-jährige Menschen nach einem Krankenhausaufenthalt oder einer zeitweiligen Bettlägerigkeit, die über einen niedrigen allgemeinen Fitnesszustand verfügen, sind niedrig dosierte Bewegungsprogramme zur Vermeidung von Stürzen vorteilhaft. Acht Wochen lang 3-mal wöchentlich für 45 Minuten neuromuskuläre Funktionen, Balance und Gang in niedriger Dosierung und individuell auf die Teilnehmer zugeschnitten zu üben, hatte einen positiven Effekt und ist aus diesem Grund zu empfehlen. Nicht geeignet sind hingegen diese niedrigen Dosierungen für Personen mit besserem physischen Allgemeinzustand – hier kann es aufgrund der Aktivierung ohne Trainingsbenefit zu vermehrten Stürzen kommen [89].
- ➔ Für Personen über 60 Jahren, die bereits einen oder mehr Stürze erlitten hatten, eignet sich ein vorzugsweise funktionell ausgerichtetes Balancetraining, z.B. in Form eines progressiv angelegten Zirkeltrainings, um erneutes Stürzen zu reduzieren und die allgemeine Funktionalität und Balancefähigkeit zu verbessern. Einmal in der Woche für eine Stunde zu üben hat bereits einen positiven Effekt auf die Sturzhäufigkeit. Die Stationen des Zirkels sollten beispielsweise Übungen wie „functional reach“ oder schnelle, reaktive Bewegungen in verschiedene Richtungen sowie gemeinsame Ballspiele enthalten. Eine Kombination mit Informationsbroschüren und Heimübungsprogramm ist ratsam.
- ➔ Ein Training der Balance und Beweglichkeit, das Männer und Frauen, die über 65 Jahre alt sind und bereits einen Sturz erlitten hatten, über 6 Wochen für 3x in der Woche für 90min durchgeführt haben, reduziert die Sturzhäufigkeit. Dabei sollte mit steigender Geschwindigkeit und zunehmenden Wiederholungen geübt werden.
- ➔ An einem gemischten Kollektiv von Personen unterschiedlichen Risikos für zukünftige Stürze konnte ein isoliertes Tai Chi Training, das 3-mal in der Woche über jeweils eine Stunde abgehalten wurde, einen signifikanten Effekt auf die Sturzreduktion erzielen. Das Training fand über einen Zeitraum von 6 Monaten unter Anleitung statt und wurde ein weiteres halbes Jahr in Eigenregie mit Trainingsprotokollierung fortgesetzt [88].

## Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Barnett et al [90]	8/ 10	I	voll	hoch
	Davison et al [85]	7/ 10	I	voll	hoch
	Steadman et al [87]	5/ 10	II	voll	mittel
	Means et al [91]	5/ 10	II	voll	mittel
	Li et al [88]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Hornbrook et al [86]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
Ø	Rubenstein et al [92]	7/ 10	I	voll	mittel
	Lord et al [93]	4/ 10	II	voll	mittel
	Nitz et al [94]	5/ 10	II	voll	mittel
	Hauer et al [95]	6/10	II	eingeschränkt	niedrig
	Ballard et al [96]	5/10	II	eingeschränkt	niedrig
+/-	Morgan et al [89]	5/ 10	II	voll	mittel

+: positiver Effekt, Ø kein Effekt, +/- positiver Effekt nur in complianten Subgruppen

## **7.5. selbständig zuhause lebend, mit positiver Sturzanamnese oder mit erhöhtem Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime**

Kombination verschiedener Trainingsinhalte zusammengestellt aus den Komponenten Kraft, Balance, Beweglichkeit, Ausdauer, Gehen und Sturzprävention. Diese wurden kombiniert mit informativen Gesprächskreisen, Videosequenzen zum Selbstüben, Risikoassessment und Medikamentengabe (Vit. D).

### **7.5.1. Beschreibung der Evidenz**

Nachfolgend werden Studien aufgeführt, die an Populationen unterschiedlicher Sturzrisiken und Altersgruppen durchgeführt wurden. Alle Teilnehmer waren körperlich mobil und kognitiv gesund.

#### **Kein Effekt:**

Reinsch et al [97] wählten für ihr Studienkollektiv selbständig lebende Senioren im Alter von mindestens 70 Jahren und definierten keine weiteren Ausschlusskriterien. Eingeschlossen wurden 230, im Mittel 74-jährige Frauen und Männer. Zwei funktionstherapeutische Interventionen wurden über 1 Jahr an 3 Terminen pro Woche für eine Stunde gegen zwei Therapieansätze aus Verhältnisprävention und Information ebenfalls über 1 Jahr für eine Stunde pro Woche verglichen. In Gruppe 1 wurden 3-mal pro Woche über jeweils eine Stunde Übungen zur Verbesserung der Kraft und der Balance („from sit to stand“, „Hochzehenstand“, steppen auf kleinen Steps mit geringer Geschwindigkeit) durchgeführt. In Gruppe 2 wurde das oben genannte Training sowie Entspannungstraining und Diskussionen zu Sicherheitshinweisen abgehalten. In Gruppe 3 wurden 1-mal pro Woche über jeweils 1 Stunde Gesprächskreise zur Sturzvermeidung sowie Entspannungstraining durchgeführt. Zudem wurde ein Übungsvideo zur Verbesserung der Reaktionsgeschwindigkeit ausgegeben. Gruppe 4 wurde zur Kontrollgruppe deklariert. Hier wurden 1-mal pro Woche über jeweils eine Stunde Gespräche zu Gesundheitsthemen abgehalten. Die Trainingsgruppen 1 und 2 zeigten nach Ende der Studie bessere Ergebnisse in der Beinkraft und der Balance als die Gruppen 3 und 4. Daten zu Sturzraten brachten jedoch keine Gruppenunterschiede hervor.

Steinberg et al [98] führten eine vierarmige Interventionsstudie bei 250 gesunden, über-50-jährigen Frauen und Männern durch. Es wurden keine Daten zu bereits erlittenen Stürzen oder zu Risikoparametern für Stürze erhoben. Die Trainingsinhalte der Gruppen werden beschrieben als a) ein 1-stündiges gemischtes Gruppentraining pro Monat mit zusätzlicher Übungsanleitung und Heimvideo, b) ein Heimvideo sowie schriftliches Material mit verhältnispräventiven Informationen, c) ein Risiko-Assessment zur häuslichen Situation mit finanzieller Unterstützung für Wohnraumanpassungen und d) ein klinisches Assessment mit Hinweisen auf Risikofaktoren für Stürze. Die Studiendauer betrug 1 Jahr. Ein Gruppenvergleich konnte keinen Effekt auf die Sturzrate erzielen und keine Überlegenheit einer der Therapiearme aufzeigen.

Latham et al [99] verteilten ihre 243 Probanden in 4 Gruppen, wobei jeder Proband 2-mal randomisiert wurde, d.h. zwei unterschiedliche Interventionen bzw. Kontrollgruppenprogramme parallel durchlief: zum einen wurde unterschieden in Heimübungsprogramm zur Stärkung des Quadriceps mit Hilfe einer Gewichtmanschette oder Heimbesuche und zum anderen wurde entweder Vitamin D oder ein Placebo verabreicht. Das durchschnittliche Alter der zum größten Teil zu Hause lebenden (89%) Probanden betrug 80

Jahre. Die Teilnehmer wurden nach stationärer Behandlung in die Studie eingeschlossen. Das Übungsprogramm für den Quadriceps wurde über 10 Wochen 3x wöchentlich bei 60-80% der Maximalkraft durchgeführt und in regelmäßigen Abständen bei Hausbesuchen in Bezug auf die korrekte Durchführung geprüft. Darüber hinaus wurde das Gewicht der Manschette nach einer Muskelkraftmessung ggf. erhöht. Keine der Interventionen zeigte nach 6 Monaten einen signifikanten Effekt auf die Sturzhäufigkeit. Auch weitere erhobene Parameter wurden nicht positiv beeinflusst. Signifikant hingegen war die Zunahme von Verletzungen in der Interventionsgruppe, die nicht auf Stürze sondern auf andere Ursachen, z.B. Zerrungen oder Knieschmerzen zurückzuführen waren.

### **7.5.2. Diskussion**

Unter folgenden Bedingungen erwiesen sich Interventionen mit den Modulen Kraft, Balance, Ausdauer und Beweglichkeit als nicht wirksam im Hinblick auf die Reduktion von Stürzen [97-99]:

- Wenig Selektion:
  - inhomogene Kollektive bzw. nicht Risiko behaftete Kollektive
  - nicht Ziel gerichtete Interventionen
  - unpassende Fallzahlabeschätzung für inhomogene Gruppen
- Zu geringer Interventionszeitraum / Nachbeobachtung
- Zu geringe bzw. nicht angepasste Trainingsdosierung
- Zu viele motorische Fähigkeiten, wenig spezifisch
- Programme ohne Korrektur und Steuerungsmöglichkeit [99]

Die Studie von Reinsch et al [97] hatten demnach mit 3 Einheiten pro Woche á 60 Minuten über 1 Jahr einen adäquaten Trainingsumfang angesetzt und zudem nachgewiesenermaßen relevante Inhalte trainiert. Die Autoren vermuteten den ausgebliebenen Effekt in einer unzureichenden Trainingsintensität. Außerdem hat das Fehlen von Ausschlusskriterien für Studienaufnahme ein sehr gemischtes und vergleichsweise junges Kollektiv hervorgebracht und mag sich darüber negativ auf den Zielparameter ausgewirkt haben.

Latham et al [99] untersuchten die Wirkung von Vitamin D und einem Quadricepstraining mit Gewichtsmanschetten als Heimübungsprogramm. Keine der Interventionen hatte eine signifikante Wirkung auf die Anzahl der Stürze oder auf Parameter der körperlichen Gesundheit. Ungeeignet erscheint die zweifache Randomisierung der Probanden. Prinzipiell kann es durch Zufall zu einer Aufhebung möglicherweise positiver Effekte gekommen sein, indem sich nachteilige Kombinationen in der Randomisierung ergeben haben. Möglicherweise gab es Probanden, die zum einen Quadricepstraining durchführten und zum anderen Placebo bekamen, während andere Probanden in der Trainingskontrollgruppe waren und Vitamin D bekamen. Dann profitierte möglicherweise die Trainingskontrollgruppe von Vitamingabe und der Unterschied zwischen den Gruppen blieb nicht signifikant, denn sowohl Vitamingabe als auch Training sind grundsätzliche Möglichkeiten der Verbesserung von Sturzanzahlen und körperlicher Gesundheit.

Eine weitere Erklärungsmöglichkeit für die geringen Effekte des hoch dosierten Quadricepstrainings stellt das erhöhte Auftreten von Verletzungen dar, die nicht in einem Zusammenhang mit Stürzen aufgetreten sind sondern aufgrund von zu hoher Trainingsbelastung, die dann z.B. zu Zerrungen und Schmerzen in Knie und Rücken geführt

haben. Dies hat nach Meinung der Autoren zu einer Aufhebung des Effekts geführt und ist darum als Heimprogramm für ältere gebrechliche Menschen nicht geeignet.

Ein Studienzeitraum von 1 Jahr hatte sich in anderen Ansätzen als suffizient für eine Sturzreduktion erwiesen. Die fehlende Wirksamkeit auf den Zielparameter in der Intervention von Steinberg et al [98] mag damit zu begründen sein, dass die Studienteilnehmer eher jung und vor allem keine Risikoträger waren. Für diese Population ist eine Primärprävention von Stürzen schwer nachweisbar. Die Fallzahl und der Interventionszeitraum müssten entsprechend größer gewählt sein. Zudem ist davon auszugehen, dass der Trainingsumfang von einer Stunde / Monat nicht suffizient ist, um eine relevante Anpassung zu erreichen. Auch die reinen diagnostischen und Hinweis gebenden Interventionen mögen in dieser Population noch nicht bedeutend genug sein.

### 7.5.3. Formulierung der Empfehlung

Zu diesem Thema kann zur Zeit keine Empfehlung formuliert werden.

#### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
Ø	Latham et al [99]	8/ 10	I	eingeschränkt	mittel
	Steinberg et al [98]	5/ 10	II	eingeschränkt	niedrig
	Reinsch et al [97]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

Ø kein Effekt

## 7.6. in Seniorenheimen lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - monofaktorielle Trainingsregime

### 7.6.1. Beschreibung der Evidenz

Balancetraining mit Geräteunterstützung in Form einer computerisierten Kraftmessplatte mit visuellem Feedback auf einem Monitor.

#### positive Effekte:

Sihvonen et al [100] führten 4 Wochen lang ein Balancetraining mit visuellem Feedback auf einer computerbasierten Kraftplatte mit Frauen über 70 Jahren durch, von denen ca. 30% Stürze im vorangegangenen Jahr hatten. Dieses individuell dosierte Training wurde 4 Wochen lang 3-mal in der Woche für 20-30 Minuten durchgeführt. Die Kontrollgruppe erhielt keine Intervention. Die Anzahl der Studienteilnehmer betrug 20 in der Trainingsgruppe und 7 in der Kontrollgruppe. Durch die Randomisierungsmethode wurde eine 3-fach höhere Fallzahl für die Trainingsgruppe angestrebt. Signifikante Gruppenunterschiede zeigten sich bezüglich der höheren Anzahl an Mehrfachstürzern und des höheren Sturzrisikos in der Kontrollgruppe, Gruppenunterschiede zur Sturzinzidenz wurden nicht angegeben.

### 7.6.2. Diskussion

Die Vorgehensweise von Shivonen et al [100] weisen einige methodische Probleme auf. Es lag nur eine vergleichsweise kleine Probandengruppe von n=27 vor, die zudem unüblich randomisiert wurde: in Antizipation möglicher höherer dropout-Raten in der Interventionsgruppe wurden vorsorglich 3-mal so viele Probanden in diese Gruppe verteilt. Somit ist die Repräsentativität und Aussagekraft dieser Studie mit einer Kontrollgruppe aus 9 Personen sehr fragwürdig. Darüber hinaus wurde die Intervention auf einer computerisierten Kraftmessplatte durchgeführt, die in der deutschen Physiotherapie nicht standardmäßig vorhanden ist.

### 7.6.3. Formulierung der Empfehlung

Wie oben erläutert weist diese Studie von Shivonen methodische Mängel auf und hat keine klinische Relevanz. Aus diesen Gründen kann keine Empfehlung abgeleitet werden.

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Shivonen et al [100]	5/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend

+: positiver Effekt

## 7.7. in Seniorenheimen lebend, ohne Sturzanamnese oder erhöhtem

### Sturzrisiko - multifaktorielle Trainingsregime

Kombiniertes Training mit den Komponenten Kondition, Kraft, Flexibilität und Balance. Dazu kommen Schulungen, Risikoassessment und Variation des Bodenbelags.

#### 7.7.1. Beschreibung der Evidenz

Im Folgenden werden Studien vorgestellt, welche die Wirksamkeit der unterschiedlichen Übungsprogramme auf die Sturzinzidenz prüften.

#### positiver Effekt:

Becker et al [35] untersuchten an einem Kollektiv von 981 Heimbewohnern im Alter von über 60 Jahren die Wirksamkeit eines standardisierten Trainingsprogramms auf die Sturzinzidenz. Das Trainingsprogramm beinhaltete Balanceübungen und ein progressives Krafttraining 2x pro Woche je 75 Minuten über 12 Monate. Das Krafttraining wurde mit freien Gewichten (Hanteln, Gewichtsmanschetten) mit maximal 5 kg für die oberen Extremitäten und 10 kg für die unteren Extremitäten durchgeführt.

Alle Teilnehmer sowie auch die Pfleger erhielten eine Schulung und schriftliche Unterlagen. Umfeld und Hilfsmittel wurden besichtigt und ggf. verändert. Monatlich musste ein Rückmelde-Bogen ausgefüllt werden. Insgesamt konnte die Sturzhäufigkeit in der Trainingsgruppe reduziert werden.

### **Kein Effekt:**

Donald et al [101] untersuchten bei älteren Patienten einer stationären Rehabilitationsabteilung die Wirksamkeit eines zusätzlichen Übungsprogramms und des Bodenbelags auf die Sturzhäufigkeit. Alle Patienten erhielten 1-2x täglich Physiotherapie, die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich Kräftigungsübungen. Nach 9 Monaten zeigte sich kein Effekt von Seiten des zusätzlichen Übungsprogramms. Ein Teppichboden erhöhte das Sturzrisiko.

### **7.7.2. Diskussion**

Das Übungsprogramm von Becker et al [35] an nicht selbständig lebenden Senioren im Alter von über 60 Jahren ohne Sturzgeschichte zeigte einen Effekt auf Sturzreduktion bei einem Trainingsaufwand von über 2 Stunden in der Woche über 1 Jahr bei einer progressiven Trainingskombination von Kraft und Balance sowie zusätzlicher Schulung für Risikovermeidung. Diese vergleichsweise hohe Dosierung wird notwendig dadurch, dass die Teilnehmer noch vergleichsweise jung waren und eine negative Sturzgeschichte hatten.

### **7.7.3. Formulierung der Empfehlung**

Da das Übungsprogramm nur ein Teil des gesamten Sturzmanagements war, sind die Ergebnisse in Bezug auf das Training alleine nicht aussagekräftig.

### **Studienqualität**

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Becker et al [35]	6/10	II	eingeschränkt	niedrig
	Donald et al [101]	5/10	II	nicht gegeben	unzureichend

+: positiver Effekt

## **7.8. in Seniorenheimen lebend, mit positiver Sturzanamnese oder erhöhtem Sturzrisiko - mono- und multifaktorielle Trainingsregime**

Für diese Patientengruppe wurden keine Studien zu multifaktoriellen Studiendesigns gefunden. Monofaktorielle Trainingsregime beschäftigten sich mit verschiedenen Trainingsinhalte zusammengestellt aus den Komponenten Kraft, Balance, Beweglichkeit, Tai Chi, Ausdauer und Laufbandtraining mit intermittierenden Perturbationen.

### **7.8.1. Beschreibung der Evidenz der monofaktoriellen Regime**

Bei den teilnehmenden Probanden handelte es sich um gesundheitlich eingeschränkte und gebrechliche Männer und Frauen aus Altenwohnanlagen oder ambulanten Tageseinrichtungen, die mental gesund waren und keine akuten gesundheitlichen Beeinträchtigungen hatten. Alle wiesen eine Sturzanamnese oder ein erhöhtes Sturzrisiko auf.

**Kein Effekt:**

Nowalk et al [102] untersuchten ein gemischtes Kollektiv aus 82 pflegebedürftigen sowie selbständigen, im Durchschnitt 84-jährigen Frauen und Männern, von denen vor Studienbeginn keine Informationen zu Stürzen und Sturzrisiken dokumentiert wurden. Sie bildeten 3 Interventionsgruppen mit a) Doppelintervention aus Muskeltraining mit geringer Last und hoher Wiederholungszahl sowie nicht Bewegung orientierter Basistherapie, b) Doppelintervention aus Tai Chi und nicht Bewegung orientierter Basistherapie und c) nicht Bewegung orientierter Basistherapie. Die Studiendauer betrug 2 Jahre, der Trainingsumfang 3 Einheiten in der Woche. Die Gruppen a) und b) konnten keinen Effekt im Hinblick auf die Sturzinzidenz im Vergleich zur Basistherapiegruppe erzielen.

Mc Murdo et al [103] integrierten 90 pflegebedürftige Frauen und Männer mit einem Durchschnittsalter von 84 Jahren in eine Studie. Es handelte sich um Personen unterschiedlichen Risikos für Stürze. Die Intervention bestand aus einem Risiko-Assessment mit Modifikation von Risikofaktoren sowie einer Hockergymnastik zur Muskelkräftigung und Verbesserung der Beweglichkeit. In einer Kontrollgruppe wurde Gedächtnistraining durchgeführt. Beide Gruppentrainings dauerten 6 Monate und wurden an 2 Tagen in der Woche für jeweils 30 Minuten abgehalten. Es konnte durch die Hockergymnastik und die Risikomodifikation kein Effekt auf das Sturzverhalten im Vergleich zum Gedächtnistraining hervorgebracht werden.

Shimada et al [104] führten in Japan eine Studie mit 32 Probanden durch, in der die Interventionsgruppe zusätzlich zu einem Übungsprogramm innerhalb einer Rehabilitationsmaßnahme ein 6 Monate andauerndes Laufbandtraining absolvierte. Während des Trainingszeitraumes wurden beim Lauftraining mit steigender Häufigkeit unregelmäßige Perturbationen erzeugt, die eine Stabilisation und ein Ausbalancieren des Läufers forcierte. Die Anzahl der Stürze in der Laufbandgruppe war zwar um 21% geringer als in der Kontrollgruppe, dieser Effekt war jedoch nicht statistisch signifikant. Signifikante Verbesserungen zeigten sich in Bezug auf die Balance und Reaktionsfähigkeit.

Wolf et al [105] verglichen in ihrer Studie die Wirkung von Tai Chi (TC) und Wellness-Information (WI) auf das Sturzrisiko von 311 über 70-jährigen Probanden (hauptsächlich Frauen). Alle lebten in betreuten Wohneinrichtungen und hatten Anzeichen einer beginnenden Gebrechlichkeit. Über 48 Wochen hinweg nahmen 158 Probanden 2x wöchentlich am Tai Chi Kurs teil, der im Verlauf der Zeit von 60 auf 90 min Dauer erhöht wurde. Die übrigen 153 Probanden bekamen 1x wöchentlich z.B. Informationen über Sturzprävention, Ernährung, Medikamenteneinnahme oder auch Instruktionen für Übungen. Ein signifikanter Gruppenunterschied konnte bezüglich des Sturzrisikos nicht festgestellt werden. Allerdings zeichnete sich eine deutliche Tendenz ab, dass Personen in der Tai Chi Gruppe, die bereits Frakturen von vorherigen Stürzen erlebt hatten, nach der Intervention häufiger gestürzt sind, während diejenigen, die bislang keine sturzbezogenen Frakturen hatten, im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant weniger Stürze hatten. Letzteres zeigte einen signifikanten Unterschied zur WI Gruppe.

**7.8.2. Diskussion**

Das Studienregime der Arbeitsgruppe Nowalk [102] verglich 2 nachweislich effektive Trainingsmodule (Kraft und Balance) gegen eine trainingsfreie Therapie. Sowohl Krafttraining, das in den Studien Davison [85], Hornbrook [86] und Steadman [87] als auch reines Tai Chi [105] konnten bereits sturzpräventive Effekte erzielen. Auch der



Studienzeitraum von 2 Jahren und der Umfang mit 3 Einheiten pro Woche entsprachen den empirischen Erfahrungen. Möglicherweise war das Studienkollektiv aus selbständig Lebenden und Pflegeheimbewohnern in ihrer Leistung zu inhomogen, um gezieltes Training durchzuführen und einen Gruppeneffekt nachweisen zu können. Interessant wäre an dieser Stelle ein Protokoll über die Trainingstreue der einzelnen Studienteilnehmer. Eventuell war aufgrund von Erkrankungen oder fehlender Begleitung die Summe der Trainingstunden trotz langem Interventionszeitraum gering oder divergierend. Hier könnten unterschiedliche Subgruppenanalysen Aufschluss geben.

Das Problem der inhomogenen Gruppenbildung ist auch in der Studie von McMurdo et al [103] zu konstatieren, die zwar mit Heimbewohnern im Alter von etwa 84 Jahren ein Risikokollektiv definiert hatten, jedoch Stürzer und Nicht-Stürzer gemeinsam trainieren ließen. Der Trainingsumfang von 2 wöchentlichen Einheiten über jeweils 30 Minuten ist bei dieser Klientel durchaus adäquat, vielleicht waren jedoch 6 Monate nicht ausreichend, um die Sturzrate zu beeinflussen. Ausschlaggebend für den ausgebliebenen Effekt auf Stürze kann zudem der Trainingsinhalt sein, der mit Hockergymnastik nicht die Fähigkeiten beübt, die zur Prävention von Stürzen benötigt werden, nämlich Kraft und Leistung im Stehen und Gehen.

Shimada et al [104] haben in Japan mit einer relativ kleinen Stichprobe eine Intervention durchgeführt, die zwar Effekte hatte auf die sekundären Parameter wie Balance und Reaktionszeit wie auch auf die Reduzierung der Stürze in der Interventionsgruppe, im Gruppenvergleich aber keine deutlichen Unterschiede zeigte. Klinisch ist diese Studie nicht relevant, da sie zum einen in einem anderen Kulturkreis durchgeführt wurde, nur wenig Probanden teilnahmen und das verwendete bipedale Laufband keine große Verbreitung in der Physiotherapie im deutschsprachigen Raum hat. Dennoch geben die Ergebnisse Hinweise darauf, dass es in Zukunft durchaus lohnenswert sein könnte, weitere Studien mit Laufbändern durchzuführen.

Die Ergebnisse der Studie von Wolf et al [105] weisen auf den Umstand, dass Tai Chi als eine Intervention, die bereits einige positive Studienergebnisse erbracht hat, bei älteren und gebrechlichen Menschen möglicherweise eine andere Darbietungsform benötigt, denn die Ergebnisse zeigten hier nicht den gewünschten Effekt auf die Sturzreduktion. Wolf et al. gehen davon aus, dass aufgrund der starken physischen Einschränkung der Teilnehmer die Zeit bis zur tatsächlichen intensiven Durchführung von Tai Chi einen langen Vorlauf für das Erlernen benötigte. Darum profitierten die Teilnehmer wenig von der Intervention, die nach Meinung der Autoren möglicherweise länger hätte dauern müssen. Insgesamt gilt es herauszufinden, unter welchen Bedingungen auch alte Menschen von Tai Chi profitieren können.

### 7.8.3. Formulierung der Empfehlung

Eine Empfehlung kann aus den vorangegangenen Studien für diese Population im Moment nicht abgeleitet werden. Zwar wurden Inhalte angewendet, die innerhalb anderer Populationen und in nur gering abgewandelter Dosierung bereits eine erfolgreiche Sturzprävention erzielen konnten, eine genaue Übertragung der Maßnahmen auf ein vergleichbares Patientengut kann an dieser Stelle jedoch nicht empfohlen werden.

#### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
Ø	Wolf et al [105]	7/ 10	I	eingeschränkt gegeben	mittel
	Shimada et al [104]	4/ 10	II	eingeschränkt gegeben	niedrig
	Mc Murdo et al [103]	5/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend
	Nowalk et al [102]	4/ 10	II	nicht gegeben	unzureichend

Ø kein Effekt

### 7.9. Beurteilung der klinischen Relevanz

Faktoren, die zur Einschränkung der klinischen Relevanz führten, waren Mängel bei:

- Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Interventionen
- Fallzahl / Selektionskriterien
- Interventionsbeschreibung
- Inhaltliche Relevanz der Intervention
- Validität der Messmethoden
- Länge des Interventionszeitraumes
- Länge des Beobachtungszeitraumes

Bei Nichterfüllen der folgenden Faktoren wurde die klinische Relevanz als „nicht gegeben“ eingestuft:

- Anwendbarkeit und Übertragbarkeit von Interventionen
- Ausreichende Beschreibung der Interventionen
- inhaltliche Relevanz der Interventionen

### 7.10. Weiterer Forschungsbedarf

- Unterteilung in Risikogruppen (z.B. Stürzer/ Mehrfachstürzer aus der Anamnese der vergangenen 12 Monate)
- Differenzierung von Interventionen nach ursprünglichem Fitness-Zustand
- Welche Trainingsarten sind effektiv (genaue Beschreibung des Trainings)
  - Unterteilung in Ausdauer, Kraft
  - In welcher Dosierung

- Trainingsbeginn und Steuerung durch Assessment-Tools – welche eignen sich, auch, um den Erfolg eines Trainings zu dokumentieren
- Wie ist die Compliance der Maßnahmen?
- Welche Geräte (Laufbänder, Kraftmessplatten) können die Therapie unterstützen?
- Vergleichende Interventionsstudien
- Ermitteln des Zeitpunktes, ab dem Interventionen wirksam werden.
- Ermitteln der Nachhaltigkeit des Effektes

## **8. Ergebnisse: Effekt von Wohnraumanpassung auf die Sturzinzidenz**

*Martin Runge*

**Probandengruppe:** Ältere Menschen in Privatwohnungen  
**Intervention:** Wohnraumassessment, Beratung, Hilfe bei Wohnraumänderungen

### **8.1. Beschreibung der Fragestellung**

Die Mehrzahl der altersassoziierten Stürze ereignet sich im häuslichen Umfeld. Deshalb gehört zur Analyse und Prävention von Stürzen die Frage, in welchem Umfang Objekte der Umgebung an der Verursachung von Stürzen beteiligt sind, und ob durch die Modifikation der Wohnumgebung die Häufigkeit von Stürzen vermindert werden kann.

Es ist eine in Literatur und Öffentlichkeit verbreitete Auffassung, dass Objekte im Wohnraum (landläufig „Stolperfallen“, engl. „home hazards“) wie Teppiche, Türschwellen, freiliegende Kabel, unzureichende Beleuchtung und andere Dinge als „häusliche Gefahrenquelle“ altersassoziierte Stürze mit verursachen, und dass deshalb die Entfernung solcher „Stolperfallen/ Gefahrenquellen“ die Sturzhäufigkeit älterer Menschen verringern kann.

Zudem herrscht die weit verbreitete Meinung, dass Wohnraumveränderungen wie das Anbringen von Haltegriffen, verbesserte Beleuchtung und Gehhilfen dazu beitragen können, Stürze zu verhindern.

Die Verursachung von Stürzen durch Umgebungsbedingungen und äußere Objekte wie Glätteis, rutschende Teppiche, frei liegende elektrische Kabel ist eine Alltagserfahrung. Ganz offenkundig gibt es Stürze bei lokomotorisch hochkompetenten Menschen, die allein durch äußere Umstände hervorgerufen werden. Dieser Sturztyp entspricht den Stürzen in mittleren Jahren, wenn noch keine Einschränkungen der Haltungskontrolle (Balance) und Muskelleistung vorliegen.

Auf der anderen Seite gibt es ältere Menschen, die auch unter optimalen äußeren Umständen bei normalen Alltagsbewegungen und ohne erkennbare Mitverursachung der Umgebung stürzen, weil ihre neuromuskuläre Kompetenz zur Haltungskontrolle kritisch vermindert ist. Es ist anzunehmen, dass es zwischen diesen beiden Polen einen kontinuierlichen Übergang gibt.

Epidemiologisch stellt sich die Frage, ob Umgebungsumstände, genauer „häusliche Gefahrenquellen“, einen zahlenmäßig relevanten Anteil an altersassoziierten Stürzen verursachen und ob durch professionelle Adaptation der sturzassoziierten Umgebungsbedingungen die Zahl altersassoziierten Stürze vermindert werden kann.

Eine Literaturanalyse zum Thema „Wohnraumanpassung zur Sturzprävention“ muss die Verwendung folgender Begriffe klären, um zu einer möglichen Generalisierung der Ergebnisse Stellung zu nehmen:

- Sturztyp (synkopal, nicht-synkopal)?
- Personengruppe (Kinder, Sportler, fitte Erwachsene, Ältere)?
- Aktivität (gewöhnliche Alltagsaktivität, waghalsige Sonderaktionen, Sport)?
- Gesundheitszustand (fit, akut erkrankt, chronisch bewegungsbehindert, Medikamente)?
- Welchen Funktionsstatus hat die untersuchte Population?
- Welche Objekte bzw. Umgebungsbedingungen werden im Einzelnen als home hazard = häusliche Gefahrenquelle untersucht?
- Welche Veränderungen der Wohnumgebung werden als Hilfe gegen Stürze eingesetzt?

Im Vorlauf zur Beurteilung von Interventionsstudien müssen folgende Fragen besprochen werden:

- a Welche Art von Objekten/ Bedingungen wurde als sturzassoziierte Gefahrenquelle (Stolperfalle/ home hazard) definiert und untersucht?
- b Gibt es eine statistisch signifikante und klinisch relevante Assoziation zwischen definierten Objekten bzw. Bedingungen der Wohnraumumgebung und Stürzen?
- c Wie groß ist der Prozentsatz der Teilnehmer, die eine professionell als sinnvoll angesehene Wohnraumveränderung vornehmen?

Danach die entscheidende Frage:

- d Gibt es eine Evidenz dafür, dass eine standardisierte professionelle Wohnraumberatung und daraus folgende Wohnraumänderungen zu einer signifikanten Verminderung von Stürzen oder der Anzahl der Stürzenden führen?

## 8.2. Beschreibung der Evidenz

Beantwortung der Fragen a.) bis d.)

- a **Welche Art von Objekten/ Bedingungen wurde als sturzassoziierte Gefahrenquelle (Stolperfalle/ home hazard) definiert und untersucht?**

Die Art der Objekte und Bedingungen, die als „home hazard“ definiert und in der Intervention dann identifiziert wurden, ist in den Untersuchungen unterschiedlich [106-109], sogar innerhalb einer Untersuchung mit standardisierter „Checkliste“ im praktischen Assessment [108].

Jede Untersuchungsgruppe hat entsprechend eigener Meinung bzw. klinischer Erfahrung, und arbiträrem Bezug zu vorliegenden Meinungen definiert, was als „home hazard“ untersucht und modifiziert werden soll.

In der Durchführung der Studie kommt dann das Problem der reliablen Beurteilung hinzu: Welcher der vordefinierten Kategorien ordnet ein Untersucher ein Objekt zu?

Die Differenzen werden auch dadurch größer, dass teilweise das Fehlen von bestimmten Objekten als „hazard“ definiert wird (z.B. Fehlen von Haltegriffen, rutschfesten Streifen auf Treppen bei Stevens et al [108]).

Der erste Schritt eine Wohnraumanpassung müsste ja sein, die „home hazards“ reliabel zu identifizieren, und dies ist eigentlich nur sinnvoll möglich über prospektive Untersuchungen zu signifikanten Assoziationen zwischen Wohnraumobjekt/ Umgebungsbedingung und Sturzinzidenz.

**b Gibt es eine statistisch signifikante und klinisch relevante Assoziation zwischen definierten Objekten bzw. Bedingungen der Wohnraumumgebung und Stürzen?**

In mehreren Untersuchungen wurden in den Wohnungen von Sturzpatienten nicht mehr häusliche Gefahrenquellen gefunden als in den Wohnungen von Nicht-Gestürzten [110-112]. Van Bommel und Mitarbeiter [112] finden, dass ein erhöhtes Sturzrisiko von Teilnehmer mit Sturzanamnese nicht mit der zunehmenden Zahl von „hazards“ korreliert ist. Clemson et al finden [110], dass in den Wohnungen von Sturzpatienten nicht mehr Gefahrenquellen zu finden sind als in den Wohnungen von Teilnehmern ohne Sturz. Die Studien von Gill et al [109] und Sattin [111] ergeben das Fehlen einer Assoziation zwischen der Zahl von „home hazards“ und Stürzen. Damit findet sich keine Evidenz für eine Korrelation zwischen Objekten, die als „home hazard“ (häusliche Gefahrenquelle) definiert wurden, mit der Inzidenz von Stürzen.

**c Wie groß ist der Prozentsatz der Teilnehmer, die eine professionell als sinnvoll angesehene Wohnraumveränderung dann tatsächlich vornehmen?**

Die auf „home hazards“ angesprochenen Teilnehmer reagieren sehr unterschiedlich auf die Ratschläge der Experten. Dies hängt stark von dem Typ des „hazards“ ab. Nikolaus und Bach [107] berichten Compliance-Daten zwischen 82,6 % für die Empfehlung von Duschsitzen bis zu 33,3 % für die Entfernung von Objekten, die als Hindernisse in Durchgängen angesehen wurden. In der Interventionsstudie von Stevens et al [108] handeln 57,1 % auf den Rat hin, im Weg liegende Schnüre oder Kabel zu entfernen, aber nur 28,3 % auf den Rat, die Sitzhöhe von Stühlen zu verändern.

Unter den Kautelen dieser Antworten soll nun die Frage beantwortet werden:

**d Gibt es Evidenz dafür, dass eine standardisierte professionelle Wohnraumberatung und -veränderungen zu einer signifikanten Verminderung der Stürze oder der Anzahl der Stürzenden führt?**

**Positiver Effekt:**

Die „erfolgreichen“ Studien haben folgende Einschränkungen im Hinblick auf die Hypothese, dass die Veränderung des Wohnraumes zur Sturzreduktion führte:

In der Studie von Cumming et al [113] führte die Intervention zur Reduktion der Stürze innerhalb *und außerhalb* der Wohnung. Dies spricht gegen eine Sturzreduktion durch Wohnraumveränderungen.

In der Studie von Close et al [114] wurden außer den Wohnraumveränderungen eine Fülle weiterer Interventionen durchgeführt: Entsprechend einem umfassenden Assessment, das Visus, Kognition, Balance, Depression, orthostatische Blutdruckdysregulation und Medikation umfasste, wurden die Teilnehmer zu entsprechenden Instanzen des

Gesundheitssystem weitergeleitet. Entsprechend interpretieren die Autoren ihre Daten auch als Ergebnisse einer multifaktoriellen Intervention durch ein interdisziplinäres Team. Der positive Effekt kann also nicht als Beleg für die Wirkung der Wohnraumanpassung gesehen werden.

In der Studie von Day et al [83] hatte die Interventionsgruppe, die Wohnraumanpassung als einzige Intervention erhielt, keine Sturzreduktion, allerdings führte die Kombination von Wohnraumanpassung mit motorischer Übungsbehandlung und Visusbehandlung zu einer stärkeren signifikanten Sturzreduktion als die Übungsbehandlung allein.

Einzig die Studie von Nikolaus und Bach [107] enthält nahezu „nur“ eine Wohnraumanpassung als Intervention, allerdings mit der Angabe, dass ein Training im Gebrauch von technischen Hilfen und Gehhilfen durchgeführt wurde.

Zwei dieser Studien stellen allerdings keinen Beleg für die Wirksamkeit der Wohnraumberatung und –anpassung *als isolierter Maßnahme* dar. In der Studie von Cumming et al [113] spricht die Reduktion der Stürze außerhalb der Wohnung gegen die Wirkung der Wohnraumveränderung, die Senkung der Sturzinzidenz muss vielmehr als unspezifischer Effekt der Intervention gedeutet werden. Bei Close et al [114] war die Wohnraumberatung und –anpassung ein Teilelement einer multifaktoriellen Intervention, ohne die Möglichkeit, die Wirkung oder den Anteil der Wohnraumanpassung als Einzelmaßnahme gegenüber dem Gesamteffekt zu beurteilen.

#### **Kein Effekt:**

Vier Studien zeigten keine Reduktion der Stürze oder Stürzenden durch Wohnraumanpassung [83, 106, 115, 116].

Es bleibt also gegenüber vier Studien mit keinem Ergebnis und zwei Studien mit einem im Hinblick auf die Fragestellung nicht aussagekräftigen Ergebnis eine einzige Studie [107], die einen signifikanten Effekt der Wohnraumanpassung ergibt.

### **8.3. Diskussion**

Wie dargestellt, gibt es einige Begrenzungen bzw. sprachliche und logische “Stolperfallen/Fallgruben“ bei der Diskussion des Themas und der Beurteilung der verschiedenen Untersuchungen:

- Der Begriff “home hazard” (häusliche Gefahrenquelle) ist nicht einheitlich definiert, es gibt keinen Konsens oder Konsensvorschlag zur Definition, oder zu einer einheitlichen Operationalisierung.
- Die Daten zur Korrelation einzelner Objekte zur Sturzhäufigkeit sind unterschiedlich und überwiegend negativ [110-112].
- Ob ein bestimmtes Wohnraumobjekt Stürze fördert oder Stürze verhindert, kann sehr unterschiedlich sein - ein Stuhl im Flur kann in einem Fall Rettungsanker sein, im anderen Stolperfalle, er kann beim selben Menschen einmal dies und einmal das sein. Ob die Erhöhung der Sitzfläche eine wirksame Maßnahme gegen Stürze ist, oder langfristig durch die Verminderung der funktionellen Anforderung zu einer Verschlechterung der Muskelfunktionen führt, ist mindestens als offene Frage anzusehen. Ein rutschfester Streifen auf der Treppe kann auch dazu führen, dass ein Fuß hängen bleibt. Vom Standpunkt der klinischen Erfahrung ist sowohl Sturzförderung als auch Sturzverhinderung möglich. Die Beurteilung “home hazard” ist also in jeweiliger

Relation zum Bewohner und zur Tätigkeit zu sehen, ist damit keine Eigenschaft, die dem Objekt an sich anhaftet, und die von jedem übereinstimmend erkannt wird.

- Weiterhin ist nicht einheitlich festgelegt und schon gar nicht systematisch untersucht, was in einer Wohnung als "fehlend" im Hinblick auf Sturzgefahr gesehen werden kann. Beispiel: Handgriffe an der Treppe, Beleuchtung, rutschfeste Streifen, Sitzerrhöhungen. Damit ist die grundlegende Frage: „Welche Objekte, Einrichtungen oder Bedingungen gehören obligat zu einer sicheren Umgebung?“ weiterhin offen und ungeklärt.
- Welche Interventionen bzw. Veränderungen werden als mindernd für das Sturzrisiko betrachtet?

Das Repertoire der Interventionen ist unterschiedlich und in einzelnen Studien auch nicht nachvollziehbar beschrieben. Wenn z.B. die „Schulung im Hilfsmittelgebrauch“ dazugehört, ist die Grenze zur motorisch-funktionellen Therapie fließend.

Der Anspruch, die Wohnung eines älteren Menschen zu verändern, und das bei begrenztem Zeitbudget und unter Umständen mit der Generierung von Kosten, ist hoch und im Einzelfall unerfüllbar.

Hier gibt es vermutlich auch soziokulturelle Unterschiede in den einzelnen Ländern, wenn man bedenkt, dass die Studien aus den USA, Großbritannien, Australien, Deutschland, Holland, Frankreich kommen. Die Bereitschaft, auf den Rat einer persönlich unbekanntenen Person hin die eigene Wohnung zu verändern, ist interindividuell sehr unterschiedlich. Das zeigen die oben angegebenen Compliedaten.

Aufklärung und „Schulung“ gehören untrennbar zur Beratung. Man kann einem Menschen keinen fachlichen Rat zu Wohnungsveränderungen geben, ohne im Gespräch aufklärend und überzeugend auf ihn einzuwirken. Allein das Gespräch über Sturzgefahr kann eine Verhaltensänderung bewirken, so dass die Intervention nur teilweise in der physischen Veränderung des Wohnumfeldes besteht.

Dies kann erklären, dass in einer erfolgreichen Studie die Sturzquote außerhalb der Wohnung genau so signifikant gesenkt wurde wie die Sturzquote innerhalb der Wohnung [113].

- Aus den unterschiedlichen Beantwortungen dieser Fragen ergibt sich, dass das Design der Studien so unterschiedlich ist, dass Generalisierungen oder Vergleiche nur begrenzt und mit einem gehörigen Anteil Interpretation möglich sind.

Wenn schon die Kollektion von Wohnraumobjekten, die als „home hazard“ untersucht werden, unterschiedlich ist, kann die Wirkung der Intervention nicht zuverlässig verglichen werden.

Unterschiedlich ist natürlich nicht nur die Identifikation der „hazards“, sondern auch das Repertoire der Maßnahmen zu Änderung: Beleuchtung, rutschfeste Matten/ Teppiche, unterschiedlicher Fußboden, Gehhilfen, Haltegriffe, Modifikationen von Möbeln, Toilettensitzerrhöhungen etc.. Unterschiedlich sind zudem die finanziellen und zeitlichen Budgets der Studien zur Beratung und Modifikation.

- Es gibt Hinweise und Überlegungen, dass der Zusammenhang zwischen „home hazard“ und Sturz je nach Population unterschiedlich ist. Es ist denkbar, dass häusliche Gefahrenquellen für fitte Ältere eine größere Rolle bei der Sturzauslösung spielen als bei gebrechlichen [117]. Auf jeden Fall sollten die Ergebnisse je nach dem Funktionsstatus der untersuchten Population differenziert werden, was ein vergleichbares Funktionsassessment voraussetzt.
- Einige der Studien zum Thema haben die Wohnraumanpassung als ein Teil einer multifaktoriellen Intervention eingesetzt, ohne dass eine differenzierte Zuschreibung der Effekte möglich war [83, 114].



- Die Compliance der Teilnehmer mit den professionellen Empfehlungen war zum Teil niedrig, auf alle Fälle sehr unterschiedlich [106, 107]. Auch dies begrenzt einen Vergleich der Studien.

#### 8.4. Zusammenfassung und Empfehlung

Die Ergebnisse der Studien auf die generelle Frage, ob Wohnraumberatung inklusive Wohnraumanpassung in der Lage ist, Sturzhäufigkeit zu vermindern, sind widersprüchlich. Fasst man die Studien zusammen, bei denen die Wohnraumanpassung die einzige oder im Effekt isolierbare Intervention war, gibt es nur eine einzige Studie, bei der Wohnraumanpassung zu einer signifikanten Reduktion der Stürze oder Stürzenden führte (Nikolaus & Bach 2003), und auch in dieser Studie wurde ein Training im Gebrauch von Hilfsmitteln und Gehhilfen durchgeführt. Demgegenüber führten vier Studien zu dem Ergebnis, dass eine Wohnraumberatung bzw. Wohnrauanpassung keinen nachweisbaren Effekt auf die Sturzinzidenz hat.

“Contrary to conventional wisdom, however, there is little evidence from observation studies to support a causal association between environmental hazards and falls and no evidence from clinical trials to demonstrate the benefit of home safety assessments.” (Gill [118])

Es gibt Hinweise, dass ein Wohnraumassessement mit Beratung und Hilfe bei Wohnraumveränderungen als Teilmaßnahme bei multifaktoriellen Interventionen in der Lage ist, die Wirkung anderer Maßnahmen auf die Sturzprävention zu verbessern.

Es liegt bisher unzureichende Evidenz vor, dass ein Wohnraumassessement mit Beratung und Hilfe bei Wohnraumänderungen als Einzelmaßnahme in der Lage ist, die Inzidenz von Stürzen, oder Stürzen mit Verletzungen, oder die Zahl der Stürzenden signifikant zu vermindern.

Die vorliegenden Daten zum Thema „Wohnraumanpassung“ sind nicht einheitlich, weder in der Definition der häuslichen Gefahrenquellen („home hazards“) noch der effektiven Interventionen, noch der Auswahl der Populationen, noch in den Ergebnissen. Zum Teil sind die Ergebnisse widersprüchlich.

Es ist noch nicht hinreichend geklärt, welche Wohnraumobjekte oder Umgebungsbedingungen im Einzelnen mit der Sturzhäufigkeit korrelieren und welche Veränderungen des Wohnraumes im Einzelnen zu einer Sturzreduktion beitragen.

Bei der Beurteilung von Untersuchungen von Interventionen im Sinne Wohnraumberatung und –anpassung soll sorgfältig beachtet werden, welche Population untersucht wurde, was als sturzassoziertes Objekt angesehen wurde, was als sturzrisikomindernde Modifikation untersucht wurde, und ob unter der Überschrift „Wohnraumanpassung“ nicht psychosoziale, aufklärende und schulende Einwirkungen auf die Teilnehmer subsummiert wurden.

## Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Nikolaus et al [107]	7/ 10	I	voll	hochwertig
	Close et al [114]	6/ 10	II	voll	mittel
	Cumming et al [113]	6/ 10	II	voll	mittel
Ø	Day et al [83]	6/ 10	II	voll	mittel
	Stevens et al [106]	5/ 10	II	voll	mittel
	van Haastregt et al [115]	5/ 10	II	voll	mittel
	Pardessus et al [116]	4/ 10	II	eingeschränkt	niedrig

+ positiver Effekt, Ø kein Effekt

*In diesem Arbeitspaket wurden im Gegensatz zu den übrigen Themenbereichen zusätzlich zu den untersuchten RCTs die unten gelisteten Studien mit anderen Studiendesigns zur Unterstützung der Forschungsfrage mit aufgenommen. Diese Auflistung beruht jedoch weder auf einer systematischen Literaturrecherche noch auf einer Qualitätsbewertung.  
(Anmerkung der Studienkoordination)*

108. Stevens, M., C.D. Holman, and N. Bennett, Preventing falls in older people: impact of an intervention to reduce environmental hazards in the home. *J Am Geriatr Soc*, 2001. 49(11): p. 1442-7.
109. Gill, T.M., C.S. Williams, and M.E. Tinetti, Environmental hazards and the risk of nonsyncopal falls in the homes of community-living older persons. *Med Care*, 2000. 38(12): p. 1174-83.
110. Clemson, L., R.G. Cumming, and M. Roland, Case-control study of hazards in the home and risk of falls and hip fractures. *Age Ageing*, 1996. 25(2): p. 97-101.
111. Sattin, R.W., J.G. Rodriguez, C.A. DeVito, and P.A. Wingo, Home environmental hazards and the risk of fall injury events among community-dwelling older persons. Study to Assess Falls Among the Elderly (SAFE) Group. *J Am Geriatr Soc*, 1998. 46(6): p. 669-76.
112. van Bommel, T., J.P. Vandenbroucke, R.G. Westendorp, and J. Gussekloo, In an observational study elderly patients had an increased risk of falling due to home hazards. *J Clin Epidemiol*, 2005. 58(1): p. 63-7.
117. Northridge, M.E., M.C. Nevitt, J.L. Kelsey, and B. Link, Home hazards and falls in the elderly: the role of health and functional status. *Am J Public Health*, 1995. 85(4): p. 509-15.
118. Gill, T.M., Preventing falls: to modify the environment or the individual? *J Am Geriatr Soc*, 1999. 47(12): p. 1471-2.

## 8.5. Weiterer Forschungsbedarf

Wohnraumberatung bzw. Wohnraumänderungen als isolierte Einzelmaßnahme können aufgrund der vorliegenden Daten nicht empfohlen werden. Sie scheinen als Einzelmaßnahme weder wirkungsvoll zu sein, noch sind sie psychologisch plausibel. Allerdings ist die Wohnraumanpassung inklusive Verordnung und Schulung im Gebrauch von Hilfsmitteln eine sinnvolle Ergänzung zu multifunktionellen (multimodalen) Interventionen.

Zuerst sollten klare Definitionen gefunden werden, welche Wohnraumobjekte und – Umweltbedingungen als „home hazards“ angesehen werden können, und ihre Korrelation zu Stürzen ist zu untersuchen. Dies gilt auch für Maßnahmen zur Umgestaltungen der Umgebung

(wie z.B. Haltegriffe, Toilettensitzerhöhung, optimale Beleuchtung, nicht rutschende Teppiche, Fußbodenmaterial, Schuhe).

Insbesondere die lokomotorischen Hilfsmittel wie Gehstöcke, Gehwagen und Rollatoren verdienen eine weitere systematische Untersuchung. Dabei muss der Funktionszustand der untersuchten Population, die aktuelle Tätigkeit beim Sturz und das Wohnraumobjekt als ein Bedingungsgefüge interagierender Faktoren gesehen werden.

## 9. Ergebnisse: Effekt auf die Sturzangst

*Bernd Kladny*

Es existieren bislang nur wenige Studien, die gezielt therapeutische Interventionen zur Reduktion der Sturzangst untersuchen. Im Rahmen der Literaturrecherche wurden 19 von 161 Literaturstellen als relevant beurteilt. Auffällig ist, dass sich aus den Jahren 1990 bis 1999 nur 4 Arbeiten mit RCT's finden, während sich in den Jahren 2000 bis 2005 bereits 15 Arbeiten diesem Thema widmen.

### 9.1. Beschreibung der Evidenz

#### **Positiver Effekt:**

Thai Chi konnte in 4 Studien [81, 119-121] einen deutlichen Effekt hinsichtlich der Reduktion der Sturzangst nachweisen. Die jeweiligen Effektstärken lagen bei über 5 %. Die Untersuchungen wurden an Personen über 70 Jahren durchgeführt, die noch in ihrem normalen sozialen Umfeld leben und bei denen keine ernsthaften Erkrankungen vorliegen [81], an Personen über 70 Jahren mit einem oder mehreren Stürzen in der Anamnese [120], an Personen über 60 Jahren mit mindestens einem Risikofaktor für Stürze, die in Einrichtungen für ältere Menschen leben [119] und an Menschen mit geringer körperlicher Aktivität [121]. Die Vergleichsgruppen rekrutieren sich aus einer Schulungsgruppe [81], einer Gruppe ohne jegliche Intervention [119], einer Wellnessgruppe [120] und einer Stretching-Gruppe [121]. Es wurden in allen Studien mindestens zwei Übungseinheiten pro Woche abgehalten über einen Zeitraum von 12 Wochen [119] bis 48 Wochen [120]. Da es sich jeweils um randomisierte kontrollierte Studien mit geeigneten Fallzahlen handelt, darf die Empfehlung sicherlich auf einem hohen Niveau für ältere Menschen mit Sturzanamnese oder gestörter Balance abgegeben werden. Die Effekte scheinen entsprechend den vorliegenden Arbeiten auch langfristig haltbar.

Ebenso belegen Tennstedt et al [122] und Brouwer et al [123] die positiven Effekte bewegungstherapeutischer Verfahren. In beiden Studien wurden Personen eingeschlossen, die über Sturzangst und dadurch bedingte Restriktionen berichteten. Durchgeführt wurden wöchentliche „low-resistance“ Übungseinheiten über 8 Wochen für mindestens 1 Stunde im Vergleich zu einem Schulungsprogramm [123] und 8 Sitzungen über 4 Wochen von 2 Stunden Dauer mit Schulungs- und Übungsinhalten auch auf kognitiv-behavioraler Ebene [122] im Vergleich zu einem Treffen einer Gruppe ohne strukturierte Inhalte. Schoenfelder und Rubenstein [124] fanden bei einer dreimonatigen Intervention mit Übungen für das Sprunggelenk gefolgt von Walking dreimal pro Woche nur in der Gruppe eine signifikante Verbesserung der Sturzangst, die auf Hilfsmittel beim Gehen angewiesen war. Shivonen et al [100] konnten bei einem individuell durchgeführten PC-gestützten Training zur Verbesserung der Balance über 20 bis 30 Minuten dreimal pro Woche über 4 Wochen nur am Ende der Intervention einen Effekt auf die Sturzangst zeigen, der allerdings nach 12 Monaten bei der untersuchten Gruppe von „frail elderly women“ nicht mehr nachweisbar war. Campbell et al [77] zeigten bei Frauen über 80 Jahren, dass durch ein selbsttätig durchzuführendes Übungsprogramm mit Walking über ein Jahr außer den Stürzen auch die Sturzangst zu beeinflussen war. In einem multimodal aufgebauten Programm über 10 Wochen mit

bewegungstherapeutischen Inhalten, Informationen zu Ernährung und sturzgefährdenden Umgebungsfaktoren konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe ein signifikanter Effekt hinsichtlich der Sturzanxiety erreicht werden [125].

Davison et al [85] führten bei 313 Patienten über 65 Jahren, die aufgrund einer sturzbedingten Verletzung oder eines Sturzes in einer Notaufnahme eingeliefert wurden und über mindestens einen weiteren Sturz im letzten Jahr berichteten, ein spezifisches medizinisches, physiotherapeutisches und ergotherapeutisches Assessment mit daraus abgeleiteten therapeutischen Konsequenzen durch. Eine Kontrollgruppe erhielt demgegenüber eine konventionelle Behandlung. In der Interventionsgruppe konnte die Sturzanxiety deutlich verbessert werden.

### **Kein Effekt:**

Es existiert eine ganze Reihe von Arbeiten, in denen eine Minderung der Sturzanxiety durch bewegungstherapeutische Verfahren nicht nachgewiesen werden konnte. Reinsch et al [97] konnten bei 230 Personen in 16 Senioren-Zentren im Vergleich von Übungsbehandlung im low-intensity Bereich mit zwei eher im kognitiv-behavioralen Bereich angesiedelten Gruppen und einer Diskussionsgruppe ohne spezifische, auf Sturzprävention ausgerichtete Inhalte keine Reduktion der Sturzanxiety beobachten. Die Interventionen fanden einmal beziehungsweise dreimal pro Woche für eine Stunde über 1 Jahr statt. Schoenfelder [126] verglich ein supervidiertes Übungsprogramm mit Übungen für das Sprunggelenk und Walking dreimal pro Woche mit einer Kontrollgruppe ohne Interventionen und konnte dabei keinen Effekt auf das Endergebnis Sturzanxiety nachweisen. In der Untersuchung von Wolf et al [127] konnte bei Patienten über 75 Jahren mit funktionell bedeutsamen Balancestörungen durch ein individuelles Behandlungsprogramm nach Befunderhebung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit Freizeitbeschäftigungen in 12 Sitzungen über 4-6 Wochen eine deutliche Verbesserung der Berg Balance Scale und des Dynamic Gait Index erreicht werden. Die Sturzanxiety entsprechend einer visuellen Analogskala war nicht positiv zu beeinflussen. Im Rahmen eines spezifischen balanceverbessernden Übungsprogramms zeigte sich im Vergleich mit einem unspezifischen Gruppenübungsprogramm bei einem einmal wöchentlich durchgeführten Training nach 3 Monaten nur ein Trend ( $p=0.09$ ) hinsichtlich der Verbesserung der Sturzanxiety [94]. Bei 34 Patienten 4 bis 12 Monate nach totalendoprothetischem Gelenkersatz des Hüftgelenkes mit einem Durchschnittsalter von 59.5 Jahren zeigte sich der Parameter Sturzanxiety weder in der Interventionsgruppe mit „weight bearing exercises“ noch in der Kontrollgruppe mit „basic isometric exercises“ beeinflussbar [128]. Auch ein im Bewegungsbad durchgeführtes Übungsprogramm [129] bei Frauen über 65 Jahren mit Osteopenie oder Osteoporose konnte nach einem Zeitraum über 10 Wochen durch ein zweimal wöchentlich stattfindendes Übungsprogramm über 1 Stunde die Sturzanxiety im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne jegliche Intervention nicht verbessern.

Clemson et al [130] initiierten bei sturzgefährdeten Menschen über 70 Jahren ein multimodales Programm, das neben Inhalten mit bewegungstherapeutischen Elementen auch die Überprüfung der häuslichen Umgebung und des Visus, eine Medikamentenanpassung und Informationsvermittlung zum Inhalt hatte. Das Programm mit häuslichen Visiten über 7 Wochen konnte Stürze reduzieren, allerdings war kein Unterschied hinsichtlich der Sturzanxiety gemessen mit der MFES (modified fall efficiency scale) im Vergleich zur Kontrollgruppe zu konstatieren. In dem multimodalen Programm von Barnett et al [90] konnte die Sturzhäufigkeit und die Sturzanxiety positiv beeinflusst werden, allerdings fand sich hinsichtlich der Sturzanxiety kein Unterschied zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe.

## 9.2. Diskussion

Die Ergebnisse hinsichtlich der Bewertung von Bewegungstherapie zur Verbesserung der Sturzangst sind widersprüchlich. In der Untersuchung von Tennstedt et al [122] fanden sich nur bei den Personen positive Effekte hinsichtlich der Verbesserung der Sturzangst, die auch eine entsprechende Compliance aufwiesen und an mindestens 5 von 8 Sitzungen teilgenommen hatten. Dies verwundert nicht, da bei zu geringer Trainingsintensität auch kein positiver Effekt erwartet werden darf. Schönfelder [126] konnte keine positiven Effekte nachweisen, wobei die geringe Zahl von nur 16 Probanden den statistischen Aussagewert dieser Arbeit deutlich schwächt. Auch Reinsch et al [97] konnten in einer mehrarmigen Studie mit einer bewegungstherapeutischen Intervention keine signifikante Besserung der Sturzangst erreichen. In dieser Studie war allerdings bei den Teilnehmern das Merkmal „Sturzangst“ nur gering ausgeprägt. Schönfelder und Rubenstein [124] konnten bei 81 Probanden in „nursing homes“ nur bei den Probanden eine Besserung hinsichtlich der Sturzangst erzielen, die Gehhilfen benötigten. Da die Einschlusskriterien auch hier weder Sturz noch Sturzangst beinhalteten, stellt sich die Frage, ob die Gesamtzahl von 81 Probanden ausreichend ist, um Effekte statistisch überhaupt nachweisen zu können. Trudelle-Jackson und Smith [128] führten bei Patienten mehrere Monate nach totalendoprothetischem Gelenkersatz des Hüftgelenkes bewegungstherapeutische Interventionen durch. Auch diese Patientenklientel scheint nicht geeignet, um bei einem Durchschnittsalter unter 60 Jahren den Effekt auf eine Verbesserung der Sturzangst nachweisen zu können. Nitz et al [94] schlossen Patienten über 60 Jahre ein, die im letzten Jahr gestürzt waren. Ein speziell auf Verbesserung der Balance ausgerichtetes Programm wurde mit einem unspezifischen Übungsprogramm verglichen. Die geringe Intensität von einer einmal pro Woche durchgeführten Übungsbehandlung über 10 Wochen mag ausschlaggebend dafür sein, dass in der Interventionsgruppe nur ein Trend zur Besserung feststellbar war. Shivonen et al [100] konnten zeigen, dass ein Training zur Verbesserung der Balance mit Hilfe einer PC-gesteuerten Plattform nach Interventionsende zu einer Verbesserung der Sturzangst führt. Bei einer über nur vier Wochen durchgeführten Intervention verwundert es allerdings nicht, dass diese Effekte nach zwölf Monaten nicht mehr nachweisbar waren. In einer Studie wurde der Effekt der Therapie im Bewegungsbad bei Frauen mit Osteopenie oder Osteoporose über 65 Jahren untersucht. Dabei konnte keine signifikante Besserung bei Sturzangst festgestellt werden. Das in dieser Studie gewählte Kollektiv scheint nicht geeignet, um einen Effekt hinsichtlich der Sturzangst festzustellen, da Stürze oder Sturzangst nicht in den Einschlusskriterien enthalten waren. Weiterhin sollte erwähnt werden, dass die Effekte auf Balance und Lebensqualität deutlich waren und dass daher das Therapieverfahren durchaus zu empfehlen ist [129].

Multimodale Programme mit Einbindung bewegungstherapeutischer Elemente reduzieren die Sturzhäufigkeit. Die Beobachtungen hinsichtlich der Beeinflussung der Sturzangst sind allerdings inkonsistent.

In der ermittelten Literatur waren wenig Arbeiten, die sich mit dem Effekt von Schulungsprogrammen auf die Sturzangst beschäftigten. Bei Brouwer et al [123] zeigte sich in der Gruppe mit alleiniger Durchführung eines Schulungsprogramms eine Reduktion der Sturzangst, während bei Wolf [81] Thai Chi der alleinigen Schulung und der Durchführung eines Übungsprogramms zur Verbesserung der Balance statistisch signifikant überlegen war.

Die Aussagekraft der wenigen vorliegenden Arbeiten mit unterschiedlichen Messverfahren und unterschiedlichen beziehungsweise modifizierten Scoresysteme zu unterschiedlichen Messzeitpunkten ist limitiert.

Häufig wird die Sturzanxiety als fördernder Faktor für neue Sturzereignisse angesehen. Hypothetisch denkbar wäre durchaus auch, dass die Sturzanxiety einen sinnvollen hemmenden Faktor darstellt, um Stürze zu verhindern und dass die Reduktion der Sturzanxiety dann zu einem erhöhten Auftreten von Stürzen führt. Die Literatur liefert bislang zu beiden Hypothesen keine eindeutigen Aussagen.

### **9.3. Formulierung der Empfehlung**

Die Reduktion und Verbesserung der Sturzanxiety bedarf bei älteren Menschen einer Form der Bewegungstherapie. Eine alleinige Schulung oder der Versuch, das Problem der Sturzanxiety auf kognitiv-behavioraler Ebene zu bessern, scheint nicht ausreichend. Thai-Chi ist bislang zur Reduktion der Sturzanxiety als bewegungstherapeutisches Verfahren am besten belegt, dennoch sollte die Empfehlung nicht nur für Thai-Chi ausgesprochen werden. Es scheint eine gewisse Mindestintensität notwendig, weshalb die Durchführung 2 x pro Woche empfohlen wird. Angebote unter 6 bis 8 Wochen scheinen nicht sinnvoll. Die Empfehlung für Thai-Chi kann insbesondere für Menschen ab 65 Jahren mit Sturzanamnese und gestörter Balance sowie geringer körperlicher Aktivität ausgesprochen werden. Ebenso scheint auch die Durchführung einer bewegungstherapeutischen Intervention unter Supervision in Kleingruppen für mindestens 8 Wochen bei Menschen ab 65 Jahren mit Sturzanxiety belegt.

Die Bedeutung bewegungstherapeutischer Elemente im Rahmen multimodaler Programme im Hinblick auf die Sturzanxiety ist unklar. Auf Grund der positiven Effekte auf die Sturzhäufigkeit sind die Programme allerdings ungeachtet ihrer inkonsistenten Bedeutung für die Sturzanxiety sicher zu empfehlen.

Die bisherigen Studien konnten den Beweis für die Notwendigkeit einer individuellen physiotherapeutischen Behandlung zur Verbesserung der Sturzanxiety nicht erbringen. Für die Wertung dieser Aussage muss allerdings das untersuchte Patientenkollektiv betrachtet werden, da Patienten mit spezifischen Erkrankungen des Bewegungssystems weitgehend ausgeschlossen waren. Die Datenlage ermöglicht daher nicht den umgekehrten Schluss, dass individuelle physiotherapeutische Behandlung nicht notwendig und erfolgreich ist, gerade bei Patienten mit weiteren orthopädischen Erkrankungen.

Führt ein Sturz oder eine sturzbedingte Verletzung zur Notwendigkeit ärztlicher Behandlung oder einer Krankenhauseinweisung, dann sollte sich daran ein spezielles Assessment mit sich daraus ableitenden therapeutischen Konsequenzen für Physiotherapie und Ergotherapie anschließen, da hierfür eine signifikante Reduktion der Sturzanxiety als belegt gelten kann.

### Hoher Evidenzgrad:

- Effekte Bewegungstherapie im Wasser im Hinblick auf Reduktion Sturzangst noch nicht eindeutig einzuordnen. Aufgrund positiver Effekte auf Balance und Verbesserung der Lebensqualität aber zu empfehlen.
- Spezifisches Assessment mit daraus abgeleiteten therapeutischen Konsequenzen bei Patienten nach Sturz oder sturzbedingter Verletzung und nachfolgender ärztlicher Behandlung zu empfehlen.

### mittlerer Evidenzgrad

- Bewegungstherapie zur Reduktion der Sturzangst bei Menschen ab 65 Jahren mit Sturzangst, Sturzanamnese oder Sturzgefährdung zu empfehlen.
- Thai-Chi als besondere Form der Bewegungstherapie besonders gut in Wirksamkeit belegt.
- Schulung ohne Bewegungstherapie nicht ausreichend belegt in ihrer Wirksamkeit.
- Überlegenheit spezieller Übungsprogramme nach individueller physiotherapeutischer Befunderhebung und zur Verbesserung der Balance bei älteren oder gebrechlichen älteren Menschen ohne spezifische Probleme am Bewegungsapparat noch nicht bewiesen.

### niedriger Evidenzgrad

- Multimodale Behandlungsansätze mit bewegungstherapeutischen Elementen reduzieren Stürze. Hinsichtlich der Reduktion der Sturzangst sind sie nicht eindeutig zu empfehlen.

### Studienqualität

Effekt	Autor	PEDro	Stufe	Klinische Relevanz	Evidenzgrad
+	Davison et al [85]	7/10	I	voll gegeben	hoch
	Campbell et al [77]	8/10	I	eingeschränkt	mittel
	Brouwer et al [123]	6/10	II	voll gegeben	mittel
	Sattin et al [120]	6/10	II	voll gegeben	mittel
	Wolf [127]	6/10	II	voll gegeben	mittel
	Choi et al [119]	5/10	II	voll gegeben	mittel
	Li et al [121]	5/10	II	voll gegeben	mittel
	Tennstedt et al [122]	5/10	II	voll gegeben	mittel
+/ $\emptyset$	Yates et al [125]	4/10	II	eingeschränkt	mittel
	Sihvonen et al [100]	5/10	II	eingeschränkt	niedrig
$\emptyset$	Schoenfelder et al [124]	4/10	II	eingeschränkt	niedrig
	Wolf et al [81]	8/10	I	voll gegeben	hoch
	Barnett et al [90]	8/10	I	eingeschränkt	mittel
	Devereux et al [129]	7/10	I	eingeschränkt	mittel
	Nitz et al [94]	5/10	II	voll gegeben	mittel
	Reinsch et al [97]	4/10	II	eingeschränkt	niedrig
	Schoenfelder [126]	4/10	II	eingeschränkt	niedrig
	Clemson et al [130]	7/10	I	nicht gegeben	unzureichend
Trudelle-Jackson et al [128]	4/10	II	nicht gegeben	unzureichend	

+ positiver Effekt, +/ $\emptyset$  positiver Effekt nur in complianten Subgruppen,  $\emptyset$  kein Effekt



#### **9.4. Beurteilung der klinischen Relevanz**

Bei den im Literaturverzeichnis mit eingeschränkter klinischer Relevanz beurteilten Arbeiten erfolgte die Einstufung aufgrund des Fehlens sturzangst-assoziiertes Merkmale in den Einschlusskriterien. Bei der dadurch begünstigten geringen Ausprägung des Merkmals Sturzangst in den Studienpopulationen ist dieses Merkmal durch Interventionen auch nur schwerlich verbesserbar. Bei einem Patientenkollektiv Monate nach totalendoprothetischem Ersatz des Hüftgelenkes mit einem Durchschnittsalter von 59.5 Jahren war die klinische Relevanz hinsichtlich der Verbesserung der Sturzangst nicht mehr gegeben.

#### **9.5. weiterer Forschungsbedarf**

- Festlegung geeignetes Instrument zur Outcome-Messung Sturzangst
- Geschlechtsspezifische Betrachtungen
- Langzeitbeobachtungen
- Zusammenhang Sturzangst und Sturzhäufigkeit
- Dauer, Intensität und Inhalt der Interventionsformen
- geeignetes Patientenkollektiv

## **10. kritische Bewertung der Leitlinienerstellung**

Für diese erste Version der Leitlinie wurden auf Grund limitierter Ressourcen vorerst nur RCTs bewertet. Somit ist nicht die gesamte verfügbare Evidenz in die Leitlinie mit eingeflossen. Für eine Aktualisierung der Leitlinie ist die Bewertung weiterer Studiendesigns mit eingeplant.

Die Bewertung der Studienqualität mit Hilfe der PEDro Skala bietet den Vorteil, dass alle Studien trotz knapper personeller Mittel von zwei unabhängigen Reviewern bewertet werden konnten und Verzerrung seitens der Bewerter damit auf ein Minimum reduziert wurde. Nachteile der Skala sind, dass die Fallzahl bei der Qualitätsbewertung keine Berücksichtigung findet und dass allein zwei Punkte für Verblindung der Teilnehmer und der ausführenden Therapeuten vergeben werden, was in einem physio- oder bewegungstherapeutischen Setting fast nie möglich und damit auch weniger relevant ist.

Die Bewertung der klinischen Relevanz einer Studie ist nicht frei von Subjektivität. Um diese zu minimieren und um der Meinung aller Kommissionsteilnehmer gleichermaßen Gewicht beizumessen, wurde sowohl durch ein schriftliches Konsensverfahren als auch durch die Diskussionen in den Arbeitsgruppen Sitzungen die Meinung der unterschiedlichen Teilnehmer mit berücksichtigt.

Die starke Heterogenität der untersuchten Studien machen eine relativ ausführliche Beschreibung einzelner Studien notwendig, um die Entstehung einer Handlungsempfehlung transparent zu machen. Entsprechend ist eine Zusammenfassung zu komprimierten Handlungsempfehlungen auf Grund der sehr unterschiedlichen Studien überaus schwierig, so dass der Ergebnisstil relativ ausführlich geraten musste. Die Kurzfassung der Leitlinie soll hier für einen einfacheren Zugang zu den Empfehlungen sorgen.

## **11. Weiteres Vorgehen**

Die Kommentare zum ersten Entwurf der Leitlinie, die über das Internetforum des Dachverbandes Osteologie abgegeben, werden zur Überarbeitung der Erstversion der Leitlinie mit herangezogen. Die überarbeitete Version wurde dem Dachverband für Osteologie zur kritischen Beurteilung vorgelegt und am 02.04.2008 durch selbigen verabschiedet.

Es ist vorgesehen, die Leitlinie über die Fachgesellschaften des Dachverbandes Osteologie, über die Physiotherapie Verbände sowie über Artikel in Fachzeitschriften und Kongressvorträge zu verbreiten.

## 12. Glossar

<b>aerobic threshold</b>	<p>Aerobe Schwelle</p> <p>Der Energiebedarf des Körpers wird bis zu diesem Belastungszustand vollumfänglich durch den aeroben Stoffwechsel gedeckt. Ein Energiebedarf oberhalb dieser Schwelle kann die benötigte Energie nur durch zusätzliche Energiegewinnung aus dem anaerob-laktaziden Stoffwechsel bereitgestellt werden.</p>
<b>Callanetics</b>	<p>Callanetics ist ein von Callan Pinckney entworfenes Gymnastik-Programm, das vor allem die Tiefenmuskulatur stärken soll. Durch sanfte, wiederholte Bewegungen werden die Muskeln gestärkt und der gesamte Körper gestrafft ohne Muskelpakete aufzubauen oder die Wirbelsäule zu belasten.</p>
<b>Compliance</b>	<p>In der Medizin spricht man von der Compliance des Patienten. Damit wird der Umstand angesprochen, dass die Heilung vieler Krankheiten ein kooperatives Verhalten des Patienten voraussetzt. In dem medizinischen Sinne kann man Compliance also mit Therapietreue oder konsequentem Befolgen übersetzen.</p>
<b>Drop-outs</b>	<p>Studienabbrecher</p>
<b>High-impact exercise</b>	<p>Übungen, bei denen die Füße gleichzeitig vom Boden abheben (Rennen, Sprungübungen)</p>
<b>Low- impact exercises</b>	<p>Übungen, bei denen ein Fuß immer Bodenkontakt behält (Gehen, Stepping, Treppensteigen)</p>
<b>One-repetition maximum, 1RM</b>	<p>Das Ein-Weiderholungsmaximum ist die ermittelte Maximallast, die der Übende bei einer bestimmten Übung ohne abfälschen genau einmal konzentrisch (überwindend) bewältigen kann.</p>
<b>Primäre Prävention</b>	<p>Primärprävention richtet sich an Gesunde und findet damit vor Eintreten der Erkrankung statt mit dem Ziel, das Neuauftreten von Erkrankungen zu verhindern.</p>
<b>Sekundärprävention</b>	<p>Die Sekundärprävention hingegen wendet sich an bereits Erkrankte im Frühstadium der Erkrankung. Ziel ist hier, die Progredienz einer Erkrankung zu reduzieren und einer Chronifizierung vorzubeugen.</p>
<b>Tertiärenprävention</b>	<p>Unter Tertiärprävention versteht man Präventionsangebote, die sich an chronisch Kranke oder an Patienten in Rehabilitationsmaßnahmen richten. Mit der Tertiärprävention sollen Folgeschäden einer Krankheit minimiert und vor weiteren Rückfällen geschützt werden.</p>

## **Sturz**

Unterschiedliche Sturzdefinitionen erschweren mitunter die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen.

Die ProFaNE Gruppe (Prevention of Falls Network in Europe), ein von der Europäischen Union gefördertes Netzwerk, lautet die Empfehlung einer Definition: „A fall should be defined as an unexpected event in which the participant comes to rest on the ground or floor, or lower level.“ (Lamb et al. 2005)

Die Kelloggs International Working Group definierte einen Sturz als „an event which results in the person coming to rest inadvertently on the ground or other lower level, and other than as a consequence of the following: sustaining a violent blow, loss of consciousness, sudden onset of paralysis, or an epileptic seizure.“ (Gibson et al. 1987)

In den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin (DEGAM) wird ein Sturz beschrieben als „ein unfreiwilliges, plötzliches, unkontrolliertes Herunterfallen oder -gleiten des Körpers auf eine tiefere Ebene aus dem Stehen, Sitzen oder Liegen. Als Sturz bzw. Beinahe-Sturz ist auch zu verstehen, wenn ein solches Ereignis nur durch ungewöhnliche Umstände, die nicht im Patienten selber begründet sind, verhindert wird, z. B. durch das Auffangen durch eine andere Person.“ (DEGAM, 2004)

## **Weight-bearing exercise**

Eine sportliche Übung, die nur das eigene Körpergewicht bzw. die daraus resultierende Erdanziehungskraft als Widerstand nutzt (Jogging, Walking, Treppensteigen etc.); Schwimmen und Radfahren gehören nicht dazu.

## **Multifaktorielle Trainingsregime**

Multifaktoriell bezieht sich dabei auf Studien, die neben Physiotherapie oder Bewegungstherapie auch noch andere Interventionen wie beispielsweise Visuskontrolle und Wohnraumanpassung integrieren.

## **Monofaktorielle Trainingsregime**

Monofaktoriell bezieht sich nur auf rein physiotherapeutische bzw. bewegungstherapeutische Ansätze und lassen sich unterteilen in „Einzelinterventionen“ (nur eine Komponente, z.B. Kraft) und „Mischprogramme“ (mehrere Komponenten).

## 13. Abkürzungen

<b>BMC</b>	bone mineral content = Knochenmineralgehalt
<b>BMD</b>	bone mineral densitiy = Knochenmineraldichte
<b>BSI</b>	Bon strength index = Knochenfestigkeit-Indizes
<b>BMI</b>	Body Mass Index
<b>DPA</b>	Zweienergie-Photonenabsorptiometrie
<b>DXA</b>	Dual energy X-ray absorptiometr/ Dual-Zweienergie-Röntgenabsorptiometrie
<b>HRT</b>	Hormone Replacement Therapy = Hormonersatztherapie
<b>1RM</b>	One-repetition maximum = Ein-Wiederholungsmaximum
<b>PEDro</b>	Physiotherapie Evidenz Datenbank
<b>pQCT</b>	periphere quantitativen Computertomographie
<b>RCT</b>	randomisierte, kontrollierte Studie
<b>SPA</b>	Einenergie-Photonenabsorptiometrie
<b>VO<sup>2</sup>max</b>	Die Ausprägung der maximalen Sauerstoffaufnahme

## 14. Danksagung

Für die Hilfe bei der Literaturrecherche bedanken wir uns bei Frau Dr. Menzel von der medizinischen Bibliothek am Campus Charite Berlin.

Herzlichen Dank an dieser Stelle für die reibungslose Organisation der Arbeitsgruppen Treffen durch Frau Yvonne Beetz von der Medical Event Solutions GmbH sowie für die Übernahme der Reise- und Unterkunftskosten für die Sitzungen der Leitlinien Kommission durch die Firma Procter & Gamble Pharmaceuticals.

## 15. Literaturverzeichnis

1. Dennison, E. and C. Cooper, *Epidemiology of osteoporotic fractures*. *Horm Res*, 2000. **54 Suppl 1**: p. 58-63.
2. Kannus, P., et al., *Why is the age-standardized incidence of low-trauma fractures rising in many elderly populations?* *J Bone Miner Res*, 2002. **17**(8): p. 1363-7.
3. Salkeld, G., et al., *Quality of life related to fear of falling and hip fracture in older women: a time trade off study*. *Bmj*, 2000. **320**(7231): p. 341-6.
4. Haussler, B., et al., *Epidemiology, treatment and costs of osteoporosis in Germany-the BoneEVA Study*. *Osteoporos Int*, 2006.
5. *DVO-Leitlinie Osteoporose bei Frauen ab der Menopause und Männern ab dem 60. Lebensjahr*. 2006 [cited 25.07.2007]; Available from: <http://www.lutherhaus-essen.de/osteoleitlinien-dvo/>
6. Guralnik, J.M., et al., *Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability*. *N Engl J Med*, 1995. **332**(9): p. 556-61.
7. Tinetti, M., *Falls*, in *Geriatric Medicine*, C.H. Cassel CK, Larson EB, Meier DE, Resnick NM, Rubenstein LZ, Sorenson LB, Editor. 1996, Springer: New York. p. 787-799.
8. Tinetti, M.E., T.F. Williams, and R. Mayewski, *Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities*. *Am J Med*, 1986. **80**(3): p. 429-34.
9. Whedon, G., *Disuse osteoporosis: physiological aspects*. *Calcified Tissue International*, 1984. **36**: p. 146-150.
10. Chilibeck, P., D. Sale, and C. Webber, *Exercise and bone mineral density*. *Sports Medicine*, 1995. **19**(103-122).
11. Gregg, E.W., M.A. Pereira, and C.J. Caspersen, *Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence*. *J Am Geriatr Soc*, 2000. **48**(8): p. 883-93.
12. Frost, H., *Bone's mechanostat: a 2003 update*. *The Anatomical Record*, 2003. **275A**: p. 1081-1101.
13. Mosley, J. and L. Lanyon, *Strain rate as a controlling influence on adaptive modeling in response to dynamic loading of the ulna in growing male rats*. *Bone*, 1998. **23**(4): p. 313-318.
14. Rubin, C. and L. Lanyon, *Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude*. *Calcified Tissue International*, 1985. **37**: p. 411-417.
15. Umemura, Y., et al., *Five jumps per day increase bone mass and breaking force in rats*. *Journal of Bone and Mineral Research*, 1997. **12**(9): p. 1480-1488.
16. Heinonen, A., et al., *Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton*. *Bone*, 1995. **17**(3): p. 197-203.
17. Heinonen, A., et al., *Bone mineral density in female athletes in different sports*. *Journal of Bone and Mineral Research*, 1993. **23**: p. 1-14.
18. *Guideline for the prevention of falls in older persons*. *American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention*. *J Am Geriatr Soc*, 2001. **49**(5): p. 664-72.
19. Fiatarone, M., *Physical activity and functional independence in aging*. *Res Q Exerc Sport*, 1996. **67**(3 Suppl.): p. 70.
20. Ashworth, N.L., et al., *Home versus center based physical activity programs in older adults*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005(1): p. CD004017.
21. Latham, N., et al., *Progressive resistance strength training for physical disability in older people*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2003(2): p. CD002759.
22. Arfken, C.L., et al., *The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community*. *Am J Public Health*, 1994. **84**(4): p. 565-70.

23. Zijlstra, G.A., et al., *Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people*. Age Ageing, 2007. **36**(3): p. 304-9.
24. Verhagen, A.P., et al., *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus*. J Clin Epidemiol, 1998. **51**(12): p. 1235-41.
25. Frost, H.M., *From Wolff's law to the Utah paradigm: insights about bone physiology and its clinical applications*. Anat Rec, 2001. **262**(4): p. 398-419.
26. Burr, D.B., et al., *In vivo measurement of human tibial strains during vigorous activity*. Bone, 1996. **18**(5): p. 405-10.
27. Maher, C.G., et al., *Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials*. Phys Ther, 2003. **83**(8): p. 713-21.
28. Sinaki, M., et al., *Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women*. Bone, 2002. **30**(6): p. 836-41.
29. Ebrahim, S., et al., *Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis*. Age Ageing, 1997. **26**(4): p. 253-60.
30. Preisinger, E., et al., *The effect of calisthenic home exercises on postmenopausal fractures--a long-term observational study*. Maturitas, 2001. **40**(1): p. 61-7.
31. Chan, K., et al., *A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women*. Arch Phys Med Rehabil, 2004. **85**(5): p. 717-22.
32. Vetter, N.J., P.A. Lewis, and D. Ford, *Can health visitors prevent fractures in elderly people?* Bmj, 1992. **304**(6831): p. 888-90.
33. Jensen, J., et al., *Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities. A cluster randomized trial*. Ann Intern Med, 2002. **136**(10): p. 733-41.
34. Haines, T.P., et al., *Effectiveness of targeted falls prevention programme in subacute hospital setting: randomised controlled trial*. Bmj, 2004. **328**(7441): p. 676.
35. Becker, C., et al., *Effectiveness of a multifaceted intervention on falls in nursing home residents*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(3): p. 306-13.
36. Hatori, M., et al., *The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women*. Calcif Tissue Int, 1993. **52**(6): p. 411-4.
37. Tsuritani, I., et al., *Does vitamin D receptor polymorphism influence the response of bone to brisk walking in postmenopausal women?* Horm Res, 1998. **50**(6): p. 315-9.
38. Martin, D. and M. Notelovitz, *Effects of aerobic training on bone mineral density of postmenopausal women*. J Bone Miner Res, 1993. **8**(8): p. 931-6.
39. Nelson, M.E., et al., *Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial*. Jama, 1994. **272**(24): p. 1909-14.
40. Kerr, D., et al., *Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent*. J Bone Miner Res, 1996. **11**(2): p. 218-25.
41. Kerr, D., et al., *Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium-replete postmenopausal women*. J Bone Miner Res, 2001. **16**(1): p. 175-81.
42. Taaffe, D.R., et al., *Comparative effects of high- and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women*. Clin Physiol, 1996. **16**(4): p. 381-92.
43. Stengel, S.V., et al., *Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women*. J Appl Physiol, 2005. **99**(1): p. 181-8.
44. Heikkinen, J., et al., *HRT and exercise: effects on bone density, muscle strength and lipid metabolism. A placebo controlled 2-year prospective trial on two estrogen-*

- progesterin regimens in healthy postmenopausal women. Maturitas, 1997. 26(2): p. 139-49.*
45. Notelovitz, M., et al., *Estrogen therapy and variable-resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. J Bone Miner Res, 1991. 6(6): p. 583-90.*
  46. Rhodes, E., et al., *Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. Br J Sports Med, 2000. 34(1): p. 18-22.*
  47. Pruitt, L.A., D.R. Taaffe, and R. Marcus, *Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. J Bone Miner Res, 1995. 10(11): p. 1788-95.*
  48. Verschueren, S., et al., *Effects of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomised controlled pilot study. J Bone Miner Res, 2004. 19(3): p. 352-359.*
  49. Smidt, G.L., et al., *The effect of high-intensity trunk exercise on bone mineral density of postmenopausal women. Spine, 1992. 17(3): p. 280-5.*
  50. Chilibeck, P.D., et al., *The effect of strength training combined with bisphosphonate (etidronate) therapy on bone mineral, lean tissue, and fat mass in postmenopausal women. Can J Physiol Pharmacol, 2002. 80(10): p. 941-50.*
  51. Revel, M., et al., *One-year psoas training can prevent lumbar bone loss in postmenopausal women: a randomized controlled trial. Calcif Tissue Int, 1993. 53(5): p. 307-11.*
  52. Rubin, C., et al., *Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. J Bone Miner Res, 2004. 19(3): p. 343-351.*
  53. Russo, C., et al., *High-frequency training increases muscle power in postmenopausal women. Arch Phys Med Rehabil, 2003. 84: p. 1854-1857.*
  54. Grove, K. and B. Londeree, *Bone density in postmenopausal women: high impact vs. low impact exercise. Med Sci Sports Exerc, 1992. 24(11): p. 1190-4.*
  55. Englund, U., et al., *A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. Osteoporos Int, 2005.*
  56. Prince, R., et al., *The effects of calcium supplementation (milk powder or tablets) and exercise on bone density in postmenopausal women. J Bone Miner Res, 1995. 10(7): p. 1068-75.*
  57. Preisinger, E., et al., *Therapeutic exercise in the prevention of bone loss. A controlled trial with women after menopause. Am J Phys Med Rehabil, 1995. 74(2): p. 120-3.*
  58. McMurdo, M.E., P.A. Mole, and C.R. Paterson, *Controlled trial of weight bearing exercise in older women in relation to bone density and falls. BMJ, 1997. 314(7080): p. 569.*
  59. Uusi-Rasi, K., et al., *Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial. Bone, 2003. 33(1): p. 132-43.*
  60. Going, S., et al., *Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. Osteoporos Int, 2003. 14(8): p. 637-43.*
  61. Milliken, L.A., et al., *Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. Calcif Tissue Int, 2003. 72(4): p. 478-84.*



62. Cheng, S., et al., *Change in bone mass distribution induced by hormone replacement therapy and high-impact physical exercise in post-menopausal women*. Bone, 2002. **31**(1): p. 126-35.
63. Lord, S.R., et al., *The effects of a community exercise program on fracture risk factors in older women*. Osteoporos Int, 1996. **6**(5): p. 361-7.
64. Bassey, E.J. and S.J. Ramsdale, *Weight-bearing exercise and ground reaction forces: a 12-month randomized controlled trial of effects on bone mineral density in healthy postmenopausal women*. Bone, 1995. **16**(4): p. 469-76.
65. Bassey, E.J., et al., *Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise*. J Bone Miner Res, 1998. **13**(12): p. 1805-13.
66. Lau, E.M., et al., *The effects of calcium supplementation and exercise on bone density in elderly Chinese women*. Osteoporos Int, 1992. **2**(4): p. 168-73.
67. Liu-Ambrose, T., et al., *Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial*. J Am Geriatr Soc, 2004. **52**(5): p. 657-65.
68. Hans, D., et al., *Monitored impact loading of the hip: initial testing of a home-use device*. Calcif Tissue Int, 2002. **71**(2): p. 112-20.
69. Iwamoto, J., et al., *Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate*. Aging Clin Exp Res, 2005. **17**(2): p. 157-63.
70. Bravo, G., et al., *Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women*. J Am Geriatr Soc, 1996. **44**(7): p. 756-62.
71. Iwamoto, J., T. Takeda, and S. Ichimura, *Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis*. J Orthop Sci, 2001. **6**(2): p. 128-32.
72. Judge, J.O., et al., *Home-based resistance training improves femoral bone mineral density in women on hormone therapy*. Osteoporos Int, 2005.
73. Preisinger, E., et al., *Exercise therapy for osteoporosis: results of a randomised controlled trial*. Br J Sports Med, 1996. **30**(3): p. 209-12.
74. Prince, R.L., et al., *Prevention of postmenopausal osteoporosis. A comparative study of exercise, calcium supplementation, and hormone-replacement therapy*. N Engl J Med, 1991. **325**(17): p. 1189-95.
75. Stewart, K.J., et al., *Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness*. Am J Prev Med, 2005. **28**(5): p. 453-60.
76. Campbell, A.J., et al., *Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older*. Age Ageing, 1999. **28**(6): p. 513-8.
77. Campbell, A.J., et al., *Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women*. Bmj, 1997. **315**(7115): p. 1065-9.
78. Robertson, M.C., et al., *Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial*. Bmj, 2001. **322**(7288): p. 697-701.
79. Lord, S.R., et al., *The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(12): p. 1685-92.
80. Suzuki, T., et al., *Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women*. J Bone Miner Metab, 2004. **22**(6): p. 602-11.
81. Wolf, S.L., et al., *Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training*. Atlanta FICSIT Group. Frailty and Injuries:

- Cooperative Studies of Intervention Techniques*. J Am Geriatr Soc, 1996. **44**(5): p. 489-97.
82. Mac Rae, P., M. Feltner, and S. Reisch, *A 1-year exercise program for elderly women: effects on falls, injuries, and physical performance*. J Aging Phys Act, 1994. **2**: p. 127-142.
  83. Day, L., et al., *Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes*. Bmj, 2002. **325**(7356): p. 128.
  84. Lord, S.R., et al., *The effect of an individualized fall prevention program on fall risk and falls in older people: a randomized, controlled trial*. J Am Geriatr Soc, 2005. **53**(8): p. 1296-304.
  85. Davison, J., et al., *Patients with recurrent falls attending Accident & Emergency benefit from multifactorial intervention--a randomised controlled trial*. Age Ageing, 2005. **34**(2): p. 162-8.
  86. Hornbrook, M.C., et al., *Preventing falls among community-dwelling older persons: results from a randomized trial*. Gerontologist, 1994. **34**(1): p. 16-23.
  87. Steadman, J., N. Donaldson, and L. Kalra, *A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(6): p. 847-52.
  88. Li, F., et al., *Tai Chi: improving functional balance and predicting subsequent falls in older persons*. Med Sci Sports Exerc, 2004. **36**(12): p. 2046-52.
  89. Morgan, R.O., et al., *Low-intensity exercise and reduction of the risk for falls among at-risk elders*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2004. **59**(10): p. 1062-7.
  90. Barnett, A., et al., *Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial*. Age Ageing, 2003. **32**(4): p. 407-14.
  91. Means, K.M., D.E. Rodell, and P.S. O'Sullivan, *Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program*. Am J Phys Med Rehabil, 2005. **84**(4): p. 238-50.
  92. Rubenstein, L.Z., et al., *Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000. **55**(6): p. M317-21.
  93. Lord, S.R., et al., *The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial*. J Am Geriatr Soc, 1995. **43**(11): p. 1198-206.
  94. Nitz, J.C. and N.L. Choy, *The efficacy of a specific balance-strategy training programme for preventing falls among older people: a pilot randomised controlled trial*. Age Ageing, 2004. **33**(1): p. 52-8.
  95. Hauer, K., et al., *Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls*. J Am Geriatr Soc, 2001. **49**(1): p. 10-20.
  96. Ballard, J.E., et al., *The effect of 15 weeks of exercise on balance, leg strength, and reduction in falls in 40 women aged 65 to 89 years*. J Am Med Womens Assoc, 2004. **59**(4): p. 255-61.
  97. Reinsch, S., et al., *Attempts to prevent falls and injury: a prospective community study*. Gerontologist, 1992. **32**(4): p. 450-6.
  98. Steinberg, M., et al., *A sustainable programme to prevent falls and near falls in community dwelling older people: results of a randomised trial*. J Epidemiol Community Health, 2000. **54**(3): p. 227-32.
  99. Latham, N.K., et al., *A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS)*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(3): p. 291-9.

100. Sihvonen, S., et al., *Fall incidence in frail older women after individualized visual feedback-based balance training*. *Gerontology*, 2004. **50**(6): p. 411-6.
101. Donald, I.P., et al., *Preventing falls on an elderly care rehabilitation ward*. *Clin Rehabil*, 2000. **14**(2): p. 178-85.
102. Nowalk, M.P., et al., *A randomized trial of exercise programs among older individuals living in two long-term care facilities: the FallsFREE program*. *J Am Geriatr Soc*, 2001. **49**(7): p. 859-65.
103. McMurdo, M.E., A.M. Millar, and F. Daly, *A randomized controlled trial of fall prevention strategies in old peoples' homes*. *Gerontology*, 2000. **46**(2): p. 83-7.
104. Shimada, H., et al., *New intervention program for preventing falls among frail elderly people: the effects of perturbed walking exercise using a bilateral separated treadmill*. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004. **83**(7): p. 493-9.
105. Wolf, S.L., et al., *Intense tai chi exercise training and fall occurrences in older, transitionally frail adults: a randomized, controlled trial*. *J Am Geriatr Soc*, 2003. **51**(12): p. 1693-701.
106. Stevens, M., et al., *Preventing falls in older people: outcome evaluation of a randomized controlled trial*. *J Am Geriatr Soc*, 2001. **49**(11): p. 1448-55.
107. Nikolaus, T. and M. Bach, *Preventing falls in community-dwelling frail older people using a home intervention team (HIT): results from the randomized Falls-HIT trial*. *J Am Geriatr Soc*, 2003. **51**(3): p. 300-5.
108. Stevens, M., C.D. Holman, and N. Bennett, *Preventing falls in older people: impact of an intervention to reduce environmental hazards in the home*. *J Am Geriatr Soc*, 2001. **49**(11): p. 1442-7.
109. Gill, T.M., C.S. Williams, and M.E. Tinetti, *Environmental hazards and the risk of nonsyncopal falls in the homes of community-living older persons*. *Med Care*, 2000. **38**(12): p. 1174-83.
110. Clemson, L., R.G. Cumming, and M. Roland, *Case-control study of hazards in the home and risk of falls and hip fractures*. *Age Ageing*, 1996. **25**(2): p. 97-101.
111. Sattin, R.W., et al., *Home environmental hazards and the risk of fall injury events among community-dwelling older persons. Study to Assess Falls Among the Elderly (SAFE) Group*. *J Am Geriatr Soc*, 1998. **46**(6): p. 669-76.
112. van Bommel, T., et al., *In an observational study elderly patients had an increased risk of falling due to home hazards*. *J Clin Epidemiol*, 2005. **58**(1): p. 63-7.
113. Cumming, R.G., et al., *Home visits by an occupational therapist for assessment and modification of environmental hazards: a randomized trial of falls prevention*. *J Am Geriatr Soc*, 1999. **47**(12): p. 1397-402.
114. Close, J., et al., *Prevention of falls in the elderly trial (PROFET): a randomised controlled trial*. *Lancet*, 1999. **353**(9147): p. 93-7.
115. van Haastregt, J.C., et al., *Effects of a programme of multifactorial home visits on falls and mobility impairments in elderly people at risk: randomised controlled trial*. *Bmj*, 2000. **321**(7267): p. 994-8.
116. Pardessus, V., et al., *Benefits of home visits for falls and autonomy in the elderly: a randomized trial study*. *Am J Phys Med Rehabil*, 2002. **81**(4): p. 247-52.
117. Northridge, M.E., et al., *Home hazards and falls in the elderly: the role of health and functional status*. *Am J Public Health*, 1995. **85**(4): p. 509-15.
118. Gill, T.M., *Preventing falls: to modify the environment or the individual?* *J Am Geriatr Soc*, 1999. **47**(12): p. 1471-2.
119. Choi, J.H., J.S. Moon, and R. Song, *Effects of Sun-style Tai Chi exercise on physical fitness and fall prevention in fall-prone older adults*. *J Adv Nurs*, 2005. **51**(2): p. 150-7.

120. Sattin, R.W., et al., *Reduction in fear of falling through intense tai chi exercise training in older, transitionally frail adults*. J Am Geriatr Soc, 2005. **53**(7): p. 1168-78.
121. Li, F., et al., *Tai Chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2005. **60**(2): p. 187-94.
122. Tennstedt, S., et al., *A randomized, controlled trial of a group intervention to reduce fear of falling and associated activity restriction in older adults*. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci, 1998. **53**(6): p. P384-92.
123. Brouwer, B.J., et al., *Reducing fear of falling in seniors through education and activity programs: a randomized trial*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(6): p. 829-34.
124. Schoenfelder, D.P. and L.M. Rubenstein, *An exercise program to improve fall-related outcomes in elderly nursing home residents*. Appl Nurs Res, 2004. **17**(1): p. 21-31.
125. Yates, S.M. and T.A. Dunnagan, *Evaluating the effectiveness of a home-based fall risk reduction program for rural community-dwelling older adults*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2001. **56**(4): p. M226-30.
126. Schoenfelder, D.P., *A fall prevention program for elderly individuals. Exercise in long-term care settings*. J Gerontol Nurs, 2000. **26**(3): p. 43-51.
127. Wolf, B., et al., *Effect of a physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial*. Clin Rehabil, 2001. **15**(6): p. 624-36.
128. Trudelle-Jackson, E. and S.S. Smith, *Effects of a late-phase exercise program after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial*. Arch Phys Med Rehabil, 2004. **85**(7): p. 1056-62.
129. Devereux, K., D. Robertson, and N.K. Briffa, *Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial*. Aust J Physiother, 2005. **51**(2): p. 102-8.
130. Clemson, L., et al., *The effectiveness of a community-based program for reducing the incidence of falls in the elderly: a randomized trial*. J Am Geriatr Soc, 2004. **52**(9): p. 1487-94.