



BSA-Akademie

Prävention, Fitness, Gesundheit

School for Health Management



Fachbereich
Fitness/Gruppentraining

Lehrbrief Kursleiter/in Osteoporoseprävention

Inhaltsverzeichnis

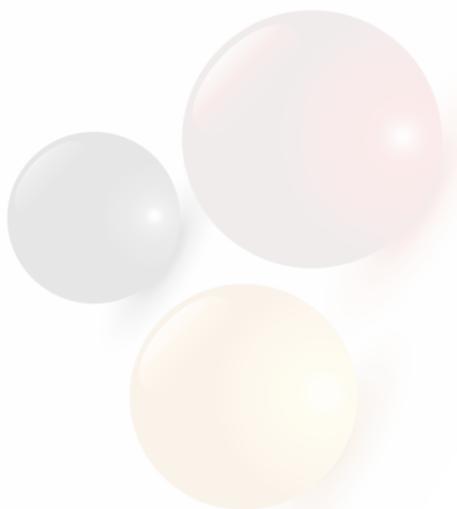
Vorwort	3
Wegweiser durch den Lehrbrief.....	9
Übergeordnete Lernziele des Fernlehrgangs	12
1 Grundlagen der Knochenlehre (Osteologie).....	13
1.1 Anatomie des Knochens.....	13
1.1.1 Funktionen der Knochen	14
1.1.2 Knochenformen	15
1.1.3 Makrostruktur des Knochens	16
1.1.4 Zusammensetzung des Knochengewebes (Knochenmatrix)	17
1.1.5 Mikrostruktur des Knochens	19
1.1.6 Axiales und appendikuläres Skelett.....	24
1.1.7 Knochenzellen.....	24
1.2 Physiologie des Knochens	27
1.2.1 Modeling.....	28
1.2.2 Remodeling.....	28
1.2.3 Knochenumbauzyklus (Remodeling-Zyklus).....	29
1.2.4 Knochenumbauraten	31
1.2.5 Einflüsse auf den Knochenumbau	32
1.2.6 Spitzenknochenmasse (Peak Bone Mass)	34
1.2.7 Modell zur Beschreibung der Auswirkungen mechanischer Reize auf den Knochenumbau	35
1.2.8 Reizschwellen für Modeling und Remodeling.....	37
1.2.9 Wirkungsachsen mechanischer Belastung.....	39
1.3 Biomechanik des Knochens.....	41
1.3.1 Wolffs-Transformationsgesetz	41
1.3.2 Einwirkende Kräfte auf den Knochen	41
1.3.3 Biomechanische Eigenschaften des Knochens.....	42
1.3.4 Anpassung des Knochens infolge mechanischer Belastung.....	43
2 Definition und Klassifikation der Osteoporose.....	49
2.1 Definition der Osteoporose.....	49
2.1.1 Definition der Osteoporose gemäß der internationalen Konsensuskonferenz	49
2.1.2 Operationale Definition der Osteoporose nach WHO	51
2.1.3 Definition der Osteoporose über die Knochenfestigkeit	54
2.2 Klassifikation der Osteoporose.....	55
2.2.1 Klassifikation der Osteoporose nach der Ätiologie	55
2.2.2 Klassifikation der Osteoporose nach Geschlecht und Alter	56
2.2.3 Klassifikation der Osteoporose nach der Knochenumbaurate	57
2.2.4 Klassifikation der Osteoporose nach dem Schweregrad.....	58
3 Ätiologie, Pathogenese, Symptome und Folgen der Osteoporose.....	61
3.1 Ätiologie und Pathogenese der Osteoporose	61
3.1.1 Ätiologie	61
3.1.2 Pathogenese	61
3.2 Klinik, Symptome und Folgen der Osteoporose	65
3.2.1 Klinik und Symptome	65
3.2.2 Folgen.....	66

4	Risikofaktoren der Osteoporose	70
4.1	Nicht beeinflussbare Risikofaktoren	71
4.1.1	Genetik/Positive Familienanamnese	71
4.1.2	Geschlecht	71
4.1.3	Alter	71
4.1.4	Hormone	72
4.2	Beeinflussbare Risikofaktoren	72
4.2.1	Bewegungsmangel/Immobilisation	72
4.2.2	Rauchen und Alkohol	72
4.2.3	Mangel- und Fehlernährung	73
4.2.4	Untergewicht	74
4.2.5	Medikamente	74
4.3	Osteoporose-Risikotest	75
4.4	Risikofaktoren für eine osteoporosebedingte Knochenfraktur	78
5	Epidemiologie der Osteoporose	81
5.1	Prävalenz und Inzidenz der Osteoporose	81
5.1.1	Prävalenz der Osteoporose	81
5.1.2	Inzidenz der Osteoporose	83
5.2	Osteoporoseassoziierte Morbidität und Mortalität	84
5.3	Kosten der Osteoporose	84
6	Diagnostik der Osteoporose	88
6.1	Anamnese und Risikoerfassung	89
6.2	Klinische Untersuchung	89
6.3	Knochendichtemessung (Osteodensitometrie)	90
6.3.1	DXA-Methode	90
6.3.2	Weitere Verfahren	94
6.4	Röntgen	94
6.5	Labordiagnostik	95
7	Therapie der Osteoporose	98
7.1	Kalzium- und Vitamin-D-Substitution	99
7.2	Knochenbewusste Ernährung	100
7.3	Bewegungstherapie	100
7.4	Sturzprophylaxe	100
7.5	Spezifisch medikamentöse Therapie der Osteoporose	101
7.6	Frakturversorgung/Schmerztherapie	103
7.6.1	Behandlung von Wirbelkörperfrakturen	103
7.6.2	Behandlung von Radiusfrakturen	103
7.6.3	Behandlung von Hüftfrakturen	103
7.7	Versorgungssituation von Osteoporosepatienten in Deutschland	104
8	Prävention der Osteoporose	107
8.1	Primärprävention der Osteoporose	108
8.2	Sekundärprävention der Osteoporose	109

8.3 Tertiärprävention der Osteoporose	110
9 Körperliches Training zur Osteoporoseprävention.....	113
9.1 Bedeutung der körperlichen Aktivität für die Prävention der Osteoporose.....	114
9.2 Allgemeine Grundlagen des Osteoporosepräventionstrainings	114
9.2.1 Ziele eines Osteoporosepräventionstrainings.....	114
9.2.2 Inhalte eines Osteoporosepräventionstrainings	115
9.2.3 Allgemeine Überlegungen zur Belastungsgestaltung eines Osteoporosepräventionstrainings	117
9.2.4 Grundsätze für die Gestaltung eines Trainingsprogramms zur Osteoporoseprävention....	120
9.2.5 Anpassungen in Folge eines körperlichen Trainings	121
9.3 Krafttraining zur Osteoporoseprävention	123
9.3.1 Bedeutung des Krafttrainings für die Osteoporoseprävention.....	123
9.3.2 Effekte des Krafttrainings	124
9.3.3 Übungsempfehlungen für das Krafttraining.....	127
9.3.4 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Krafttrainings	130
9.4 Impact-Training zur Osteoporoseprävention	132
9.4.1 Bedeutung von Impactbelastungen für die Osteoporoseprävention.....	132
9.4.2 Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training	134
9.4.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Impact-Trainings	134
9.5 Koordinationstraining zur Osteoporoseprävention.....	136
9.5.1 Bedeutung des Koordinationstrainings für die Osteoporoseprävention.....	136
9.5.2 Übungsempfehlungen für das Koordinationstraining.....	136
9.5.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Koordinationstrainings.....	139
9.5.4 Methodische Aspekte des Koordinationstrainings	140
9.6 Ausdauertraining zur Osteoporoseprävention.....	141
9.6.1 Bedeutung des Ausdauertrainings für die Osteoporoseprävention	141
9.6.2 Geeignete Belastungsformen für das Ausdauertraining.....	142
9.6.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Ausdauertrainings.....	143
9.7 Beweglichkeitstraining zur Osteoporoseprävention	144
9.7.1 Bedeutung des Beweglichkeitstrainings für die Osteoporoseprävention	144
9.7.2 Übungsempfehlungen für das Beweglichkeitstraining	145
9.7.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Beweglichkeitstrainings	145
9.8 Mischprogramme zur Osteoporoseprävention.....	145
10 Ernährung und Osteoporoseprävention.....	157
10.1 Ernährungsempfehlungen zur Osteoporoseprävention – Knochengesunde Ernährung.....	157
10.1.1 Kalziumreiche Kost.....	157
10.1.2 Vitamin D- und K-reiche Kost.....	159
10.1.3 Obst und Gemüse	161
10.1.4 Sekundäre Pflanzenstoffe.....	161
10.1.5 Nahrungsprotein.....	161
10.1.6 Nahrungsfette.....	162
10.1.7 Kochsalz	162
10.1.8 Genussmittel.....	162
10.2 Ernährungsempfehlungen bei Osteoporose	163
11 Präventionskurse und das BSA-Gesundheitsprogramm „Osteoporose Aktiv (BSA)- Präventives Krafttraining für Erwachsene“	165
11.1 Grundlagen Präventionskurse nach § 20 SGB V	165
11.1.1 Gesetzliche Grundlagen.....	165

11.1.2 Leitfaden Prävention des GKV-Spitzenverbandes.....	166
11.1.3 Zentrale Prüfstelle Prävention (ZPP)	167
11.2 Umsetzung des BSA-Gesundheitsprogramms „Osteoporose Aktiv (BSA) - Präventives Krafttraining für Erwachsene“	168
11.2.1 Voraussetzungen zur Umsetzung von Präventionsprogrammen bzw. des BSA-Gesundheitsprogramms.....	168
11.2.2 Schritte zur Umsetzung des BSA-Gesundheitsprogramms.....	168
11.2.3 Kursunterlagen zum BSA-Gesundheitsprogramm	168
Nachwort	171
Anhang.....	173
Lösungen und Kommentare zu den Übungen	173
Tabellenverzeichnis.....	176
Abbildungsverzeichnis	177
Glossar	180
Literaturverzeichnis	189

BSA-Akademie
Prävention, Fitness, Gesundheit
School for Health Management



in der Trainingsgruppe am Ende des Interventionszeitraums keine Veränderungen der Knochendichte an der Hüfte zeigten, kam es in der Kontrollgruppe zu einem Knochenmasseverlust. Als ein weiteres positives Resultat der Intervention zeigte sich eine signifikant geringere Anzahl an Stürzen mit Frakturen in der Trainingsgruppe (sechs Stürze mit Fraktur in der Trainingsgruppe versus 16 Stürze mit Fraktur in der Kontrollgruppe).

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass Impactbelastungen, vor allem high-impact Belastungen, auf Grund der besonders intensiven mechanischen Wirkung auf die belasteten Skelettregionen eine effektive Möglichkeit darstellen, die Knochendichte im Hüftbereich und im Bereich der Wirbelsäule positiv zu beeinflussen (Bassey, 2001; Baumann, 2005; Kemmler & Engelke, 2004; Wallace & Cumming, 2000).

9.4.2 Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training

Insbesondere Sprünge als high-impact Belastung sind auf Grund der hohen Reizraten für das Training zur Erhöhung der Knochenfestigkeit besonders gut geeignet (vgl. Tab. 24). Ein weiterer Vorteil dieser Belastungsform liegt in dem geringen Zeit- und Organisationsaufwand des Trainings. Sprungsequenzen lassen sich problemlos sowohl als isolierte Trainingsform als auch in Kombination bzw. als Ergänzung mit/zu anderen Trainingsformen, wie z. B. einem Ausdauer- oder Krafttraining, durchführen (ACSM, 2005b, S. 85).

Tab. 24: Geeignete Belastungsformen für das Impact-Training zur Erhöhung der Knochenfestigkeit

-
- verschiedene multidirektionale Sprünge (einbeinig, beidbeinig)
 - Drop-jumps von einem Step, einer Bank
 - Seilspringen (Rope-Skipping)
 - Stepping (wechselseitige Stepbewegung auf einen Step oder einer Bank)
-

9.4.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Impact-Trainings

In Tab. 25 sind unter Berücksichtigung der vorhandenen Belastungsprotokolle mit positiven Ergebnissen auf die Knochendichte an der Hüfte praktische Empfehlungen zur Belastungsgestaltung eines Sprungtrainings zur Erhöhung der Knochenfestigkeit dargestellt.

Tab. 25: Trainingsempfehlungen für ein high-impact Training ausgeübt in Form von Sprüngen zur Erhöhung der Knochenfestigkeit (ACSM, 2005b; Kemmler, Stengel et al., 2003)

Belastungsgestaltung	
Belastungsintensität:	Sprunghöhe Einsteiger: ca. 5-10 cm Sprunghöhe Fortgeschrittene: > 10 cm
Belastungsdauer:	5-10 Wdh. (Einsteiger) 10-15 Wdh. (Fortgeschrittene)
Belastungsumfang:	2-3 Serien (Einsteiger) 4-6 Serien (Fortgeschrittene) Endziel: ca. 50-100 Sprünge pro TE
Belastungsdichte:	60-120 s Pause
Häufigkeit:	3-5 x pro Woche
Programmdauer:	> 1 Jahr

Um fortwährende osteogene Belastungsreize zu ermöglichen, muss auch bei einem high-impact Training die Belastungsintensität kontinuierlich gesteigert werden. Eine Belastungsprogression lässt sich dabei sowohl über eine Veränderung der Sprunghöhe und über die Verwendung von Zusatzlasten (Belastungsintensität) als auch über eine Erhöhung der Sprunganzahl (Belastungsumfang) und eine Veränderung der Sprunghöhe relativ gut vornehmen (ACSM, 2005b, S. 84). Längerfristiges Ziel des Sprungtrainings sollte es sein, einen Belastungsumfang von ca. 50-100 Sprüngen pro Trainingseinheit bei ca. drei bis fünf Trainingseinheiten pro Woche zu erreichen (ACSM, 2005b, S. 54). Wichtig ist dabei, dass der Belastungsaufbau behutsam, systematisch und langfristig erfolgt, um eine Überbeanspruchung und etwaige Verletzungen zu vermeiden. Ein ca. 3-monatiges Krafttraining für die untere Extremität stellt in diesem Zusammenhang eine gute Vorbereitung auf das spätere Sprungtraining dar (ACSM, 2005b, S. 84). Grundsätzlich sollte sich vor einem Sprungtraining ausreichend intensiv aufgewärmt werden.

In diesem Kontext sollte aber auch bedacht werden, dass ein high-impact Training auf Grund der hohen Stressbelastung für das gesamte Bewegungssystem nicht per se für die Zielgruppe der peri- und postmenopausalen Frauen als Trainingsform geeignet ist (ACSM, 2005b, S. 84). Bei Personen mit bereits bestehender Osteoporose sind high-impact Belastungen auf Grund des erhöhten Frakturrisikos auf jeden Fall kontraindiziert (Forwood & Larsen, 2000).



Übung 9.3

Absolvieren Sie eine high-impact Trainingseinheit mit insgesamt drei verschiedenen Sprungübungen unter Berücksichtigung des in Tab. 25 empfohlenen Belastungsgefüges. Fixieren Sie Ihr ausgearbeitetes Trainingsprogramm und Ihre Erfahrungen beim Training bitte schriftlich und bringen Sie Ihre Aufzeichnung zur Präsenzphase mit.

9.5 Koordinationstraining zur Osteoporoseprävention

9.5.1 Bedeutung des Koordinationstrainings für die Osteoporoseprävention

Neben einer niedrigen Knochendichte ist die größte Gefahr, eine osteoporotische Fraktur zu erleiden, ein Sturz (ÖGEKM, 2007). Der Anteil des Sturzes an der Verursachung einer proximalen Femurfraktur zeigt sich z. B. daran, dass nur ca. 50 % der Patienten mit einer Hüftfraktur eine Osteoporose gemäß dem WHO-Kriterium (T-Score $\leq -2,5$) haben (Runge & Felsenberg, 2006, S. 240). Von den 65-jährigen stürzt etwa jeder Dritte einmal oder mehrmals pro Jahr (KKH, 2008a, S. 167). Im höheren Lebensalter liegt die jährliche Sturzinzidenz bei ca. 50 % (ÖGEKM, 2007, S. 102). Als wesentliche Risikofaktoren für einen Sturz gelten u. a. eine muskuläre Schwäche und Gleichgewichtsstörungen (DVO, 2006; Felsenberg & Dietzel, 2007; ÖGEKM, 2007). Das Sturzrisiko wird zusätzlich auch durch eine verlangsamte Reaktionsfähigkeit im Alter erhöht (Siegrist, 2003). Insofern bilden das Training der Gleichgewichts- und Reaktionsfähigkeit den Schwerpunkt des koordinativen Trainings im Rahmen der Osteoporoseprävention und -therapie (IOF, 2007; Kuhnt, 2003). Ein spezielles Training der Gleichgewichts- und Reaktionsfähigkeit führt insgesamt zu einer verbesserten dynamischen und statischen Balance, einer verbesserten Haltungskontrolle und -stabilität, einer Verbesserung von Bewegungsabläufen, einer Verbesserung der Bewegungswirtschaft und der Bewegungssicherheit sowie zu einer verbesserten Reaktionsfähigkeit und trägt somit zur Sturzprophylaxe bei (Froböse & Wilke, 2015). Der größte Benefit bezüglich der Sturzprävention kann jedoch erzielt werden, wenn das Gleichgewichtstraining in Kombination mit einem Krafttraining ausgeübt wird (ÖGEKM, 2007, S. 102). Eine Metaanalyse von Robertson et al. (2002) mit insgesamt 1016 Personen im Alter von 65-97 Jahren zeigte z. B., dass durch ein Kraft- und Gleichgewichtstraining eine Risikoreduktion für Stürze von 35 % erreicht werden konnte.

9.5.2 Übungsempfehlungen für das Koordinationstraining

Ein spezielles Gleichgewichtstraining zur Sturzprophylaxe sollte vorrangig Übungen beinhalten, die das dynamische Gleichgewicht erfordern. Diese sind prinzipiell wirksamer für eine Sturzprävention als rein statische Übungen (Herrmann & Zschäbitz, 2003, S. 76). Vor allem durch Tätigkeiten und Trainingssequenzen, bei denen sich Haltung und Bewegung kontinuierlich verändern, wird das dynamische Gleichgewicht trainiert (Herrmann & Zschäbitz, 2003, S. 76). In verschiedenen Studien hat sich z. B. Tai Chi als eine Trainingsform zur Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts zur Sturzreduktion als wirksam erwiesen (Felsenberg & Dietzel, 2007). Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, Übungen auszuwählen, die in einem unmittelbaren Zusammenhang mit einem Sturz stehen, d. h. den am häufigsten zu Grunde liegenden Sturzmechanismus berücksichtigen. Die meisten Menschen ab 70 Jahre stürzen nicht mehr nach vorne, sondern zur Seite (Felsenberg, 2002, S. 9). Von daher sind Übungen mit dynamischen Rückwärts- und Seitwärtsbewegungen wichtig. Diese stellen altersassoziiert besondere Schwachstellen dar und kommen im Alltag eher selten vor (Runge & Felsenberg, 2006, S. 246).

Übungsbeispiele für das Training der statischen Balance:

- Rombergstand (aufrechter Stand, Beine geschlossen, Füße stehen direkt nebeneinander)
- Rombergstand mit Variation der Kopfstellung
- Rombergstand mit geschlossenen Augen
- Tandemstand (Hinweis: Wer den Tandemstand nicht zehn Sekunden halten kann, ist überdurchschnittlich sturzgefährdet; (Felsenberg & Runge, o. J.)
- Zehenstand beidbeinig auf stabilem Untergrund
- Zweibeinstand auf labilem Untergrund
- Rombergstand auf labilem Untergrund
- Einbeinstand auf stabilem Untergrund
- Zehenstand einbeinig auf stabilem Untergrund
- Einbeinstand auf labilem Untergrund

Bei allen Übungen ist zu Beginn darauf zu achten, dass für den Bedarfsfall eine Stabilisationshilfe vorhanden ist.

Übungsbeispiele für das Training der dynamischen Balance:

1. Bewegungen auf der Stelle:

- Körperpendel (Ausgangsstellung schulterbreiter Stand; Verlagerung des Körperschwerpunktes im Zweibeinstand nach vorn und hinten ohne einen Ausweichschritt; Erhöhung des Schwierigkeitsgrades durch Verkleinerung der Standfläche)
- Gehen auf der Stelle auf labilem Untergrund
- dynamischer Zehenstand beidbeinig auf stabilem Untergrund
- Einbeinstand auf stabilem Untergrund mit zusätzlichen Armbewegungen (z. B. wechselseitiges Vor- und Rückschwingen der Arme)
- Einbeinstand auf stabilem Untergrund mit zusätzlichen Beinbewegungen (z. B. Vor- und Rückschwingen des Beines, Schwingen des Beines vor dem Körper nach rechts und nach links, Achterkreisen)
- dynamischer Zehenstand einbeinig auf stabilem Untergrund

2. Bewegungen nach vorn:

- Tandemgang vorwärts (vorwärts Gehen auf einer Linie, so dass der eine Fuß direkt vor den anderen gesetzt wird und dabei immer die Ferse des vorderen Fußes und die Fußspitze des hinteren Fußes Kontakt halten)
- wechselseitiger Ausfallschritt nach vorn
- Vorfußgang vorwärts

3. Bewegungen zur Seite:
 - Grapevine (Überkreuzschritt) nach rechts und nach links
 - Seitlicher Wiegeschritt in den Einbeinstand (aus der leichten Grätschstellung Schwerpunktverlagerung zu einer Seite auf ein Bein, das andere Bein wird leicht abduziert in der Luft gehalten; Erhöhung des Schwierigkeitsgrades durch Übungsausführung als Sprung zur Seite)
 - Vorfußgang nach rechts und nach links
4. Bewegungen nach hinten:
 - Tandemgang rückwärts (rückwärts Gehen auf einer Linie, so dass der eine Fuß direkt hinter den anderen gesetzt wird und dabei immer die Ferse des vorderen Fußes und die Fußspitze des hinteren Fußes Kontakt halten)
 - Vorfußgang rückwärts
5. Multidirektionale Bewegungen:
 - Gehparcours mit unterschiedlichen Unterlagen und Hindernissen
 - Verschiedene Übungsformen des Tai Chi
 - Laufen kreuz und quer im Raum und auf ein Signal plötzlich Abstoppen

Grundsätzlich ist hinsichtlich der Übungsauswahl für das Gleichgewichtstraining anzumerken, dass es nicht die ultimative Balanceübung gibt, um einen Sturz zu verhindern. Im Alltag ist der Mensch mit sich ständig wechselnden Umgebungsbedingungen und unerwarteten Bewegungssituationen konfrontiert. Anpassungen des Gleichgewichtssystems bzw. des sensomotorischen Systems sind nur zu erzielen, wenn sich der Körper mit neuen, unbekanntem und ungewohnten Belastungssituationen intensiv auseinandersetzen muss. Insofern ist beim Gleichgewichtstraining eine möglichst große Übungsvielfalt anzustreben, um das Gleichgewichtssystem und das gesamte sensomotorische System vor immer neue Herausforderungen zu stellen (Wilke & Froböse, 2015, S. 162).

9.5.3 Empfehlungen zur Belastungsgestaltung des Koordinationstrainings

Für das Koordinations- bzw. Gleichgewichtstrainings können im Gegensatz zum Kraft- und Ausdauertraining nur bedingt konkrete bzw. vollständige Belastungsvorgaben gemacht werden. In Tab. 26 sind in Anlehnung an verschiedene in der Literatur vorhandene Belastungsvorgaben diesbezügliche Empfehlungen für ein koordinatives Training bzw. für ein Gleichgewichtstraining dargestellt. Zur Höhe der Belastungsintensität können auf Grund der fehlenden Quantifizierbarkeit derselben leider keine Aussagen getroffen werden (ACSM, 2005b, S. 87).