

## **1. Einleitung**

### **1.1. Osteoporose-Definition**

Die Osteoporose ist eine systemische Skeletterkrankung und wird charakterisiert durch eine Verminderung der Knochenmasse und Verschlechterung der ossären Mikroarchitektur. Durch eine entsprechend verminderte Festigkeit des Knochengewebes ist die Frakturneigung erhöht (20). Derzeit gilt die Definition gemäß der Weltgesundheitsorganisation (WHO), die die Osteoporose der Frau nach den Werten der Knochendichtemessung festlegt. Damit liegt eine Osteoporose dann vor, wenn die durch DXA (Dual energy X ray Absorptiometry) gemessene Knochendichte im Bereich der Lendenwirbelsäule um mehr als 2,5 Standardabweichungen (SD) unter dem Mittelwert eines jungen gesunden Normalkollektives liegt (T-Score) (101).

Klinisch manifest ist eine Osteoporose dann, wenn durch ein Bagatelltrauma zusätzlich eine Fraktur eintritt. Die osteoporotische Fraktur stellt als Endpunkt des Krankheitsbildes den Hauptfaktor in der Einschränkung der Lebensqualität des betroffenen Patienten und gesundheitsökonomisch den Hauptkostenfaktor dar.

## 1.2. Epidemiologie der Osteoporose

Schenkelhalsfrakturen und Wirbelkörperfrakturen zählen zu den häufigsten Spätkomplikationen der Osteoporose und tragen in einem erheblichen Maß zu Morbidität und Mortalität der Erkrankung bei. Die Kosten für alle osteoporotischen Frakturen werden gegenwärtig auf mehr als 30 Milliarden Euro geschätzt. Diese Ausgaben werden sich in den nächsten Jahrzehnten mehr als verdoppeln (40). In den Jahren 2040-2050 erhöht sich die Lebenserwartung in Europa auf 80,5 Jahre und ein Drittel der europäischen Population wird im Jahre 2050 mindestens das sechzigste Lebensjahr erreichen (UN World Population Prospects 2002).

In Deutschland leben zirka zwei Millionen Frauen und eine Million Männer, bei denen eine vertebrale Osteoporose besteht. Frische Wirbelkörperbrüche als Spätkomplikation der Osteoporose manifestieren sich in Deutschland jährlich mehr als 250.000-mal (28).

Mit zunehmendem Alter wird das Sturzrisiko ein allgemeines Problem. Schätzungsweise stürzen etwa 30% der über 65-Jährigen jährlich. Viele stürzen mehr als einmal und das Risiko für einen Sturz steigt mit zunehmendem Alter (15,93). In der Folge der Stürze sind vor allem die Schenkelhalsfrakturen ein häufiges Ereignis. Jährlich erleiden bis zu 130.000 deutsche Frauen und Männer eine Schenkelhalsfraktur (63,73). Für kaukasische Frauen im Alter von fünfzig Jahren liegt das Lebenszeitrisiko, eine Hüftfraktur zu erleiden, bei 16% und damit höher als das Risiko für ein Mammakarzinom (11%) (14).

In den ersten sechs Monaten nach einem Frakturereignis ist das Risiko eines frühzeitigen Sterbens auf das knapp Zehnfache erhöht (56). 10-15% der Betroffenen versterben innerhalb des ersten auf das Frakturereignis folgenden Jahres und etwa 20-30% bleiben invalide und versorgungspflichtig (83).

Ein Sturz bei älteren Menschen kann nicht nur zu Verletzungen sondern auch zu sozialer Abhängigkeit führen. Ein Jahr nach einer Schenkelhalsfraktur sind 40% der Patienten nicht in der Lage, selbstständig zu laufen, 60% benötigen bei mindestens einer essenziellen Tätigkeit pro Tag eine Assistenz und 80% der Gestürzten sind nicht fähig, wenigstens eine nützliche Aktivität pro Tag zu verrichten (10). Die Exzessmortalität beträgt 20% während der ersten 12 Monate nach proximaler Femurfraktur. Die Lebenszeitverkürzung nach diesen Frakturen

variiert mit dem Alter der Patienten. Sie liegt bei den Mitte 70-Jährigen bei mehr als sieben Jahren und bei den Mitte 80-Jährigen bei einem Jahr (56).

Für die Versorgung dieser proximalen Femurfrakturen werden ungefähr drei Milliarden Euro pro Jahr und für die Behandlung aller Patienten mit jeglichen Frakturen zirka fünf Milliarden jährlich an Kosten aufgebracht (56). In Amerika wurden 1995 etwa 13,8 Milliarden Dollar für die Behandlung der Hüftfrakturen ausgegeben (67). In 30-40 Jahren wird mit einer Verdoppelung der Erkrankten sowie auch der Folgekosten der Osteoporose gerechnet.

Die Therapie muss daher vor der ersten Fraktur einsetzen (Sekundärprävention). Voraussetzung hierfür ist eine ökonomische und sichere Identifizierung von Hochrisikopatienten. Welche Risiken zu einer Osteoporose führen ist nach wie vor ungeklärt. Die Frühstadien der Osteoporose sind symptomlos und geeignete Methoden zu deren Erkennung stehen bislang nicht zur Verfügung. Das Fehlen von validierten Risikofaktoren, welche eine sichere Identifikation von Risikopatienten ermöglicht, führte im Bundesausschuss der Ärzte und Krankenkassen im April 2000 zu einer Abschaffung der Knochendichtemessung aus der Sekundärprävention.

### **1.3. Knochendichtemessung**

#### **1.3.1. Kann man Knochendichte messen?**

Dichte ist das Verhältnis der Masse zum Volumen ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ). Die DXA Methode (Dual energy X ray Absorptiometry) misst die auf die Fläche projizierte Knochenmasse, ohne dabei Form und Verteilung der untersuchten Struktur zu berücksichtigen und wird in  $\text{g}/\text{cm}^2$  (Gramm pro Quadratcentimeter) angegeben. Eine tatsächliche Aussage zur Knochenmasse pro Volumen (Dichte) im Knochen ist damit nicht möglich.

#### **1.3.2. Klinische Rolle der Knochenmassemessung**

Eine niedrige Knochendichte ist der beste Prädiktor für die Voraussage von Frakturen bei asymptomatischen Frauen (1,41). Zur Identifizierung einer niedrigen Knochenmasse und damit für die Diagnose einer Osteoporose stellt die

DXA von Hüfte und Wirbelsäule die häufigste Untersuchung dar (4). Sie ist der primäre Test für die Diagnosestellung einer Osteoporose und ein Prädiktor für das Gesamtrakturrisiko eines Patienten (12,50). Dieses Risiko kann durch die Messung der Knochenmasse mit 60-70% vorausgesagt werden (71). Die röntgenabsorptiometrisch ermittelte Knochenmasse zeigt einen deutlichen Einfluss auf das Frakturrisiko: das Relative Risiko (RR) steigt um das Zwei- bis Dreifache je Abnahme der Knochendichte um eine Standardabweichung unter den Mittelwert der Verteilungskurve in der betrachteten Studienpopulation (82). Damit wird das spätere Auftreten von Frakturen am stärksten vorausgesagt.

Eine große klinische Herausforderung besteht derzeit in der Identifikation von Risikopatienten, die eine Knochenmassemessung erhalten sollten. Eine routinemäßige BMD (bone mineral density) Messung ist für die Mehrzahl der Bevölkerung nicht erforderlich, da sie nicht spezifisch ist. In den USA ist eine BMD Messung allgemein nur für Frauen ab dem 65-sten Lebensjahr empfohlen (58). Eine umfassende Voraussage des Gesamtrisikos für Frakturen erfordert neben der Knochenmassemessung die Einbeziehung von klinischen Risikofaktoren (16).

## **1.4. Risikofaktoren (RF)**

### **1.4.1. Definition**

Unter dem Ausdruck Risikofaktor wird ein bestimmtes Merkmal verstanden, welches bei einem Patienten so viel häufiger auftritt, dass diese Verteilung kein Zufall sein kann. Es werden damit also Messwerte oder Eigenschaften bezeichnet, die in kontrollierten epidemiologischen Studien (Kohortenstudien) oder in Fall-Kontroll-Studien einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Erkrankungsrisiko nachweisen (26). Das Relative Risiko (RR) ist ein Maß, mit dem die Stärke des Einflusses von einzelnen Risikofaktoren ausgedrückt werden kann. Es ist das Verhältnis aus der Neuerkrankungsrate (Inzidenz) unter Personen mit Risikofaktor und der Inzidenz unter den Personen, die den entsprechenden Risikofaktor nicht aufweisen.

### 1.4.2. Einzelne Risikofaktoren

Viele Risikofaktoren sind in der Vergangenheit beschrieben worden. Diese variieren in den verschiedenen und zahlreichen Untersuchungen. Eine frühzeitige Erkennung derjenigen Patienten, die ein Risiko für eine osteoporoseassoziierte Fraktur haben, stellt eine große Herausforderung dar.

In einer umfassenden Studie von Cummings wurden 9516 Frauen im Alter von  $\geq 65$  Jahren untersucht und insgesamt vierzehn klinische Risikofaktoren als signifikanter Prädiktor für eine Hüftfraktur identifiziert. Dazu zählten das Alter, mütterliche Hüftfrakturen, keine Gewichtszunahme, die Körpergröße, ein selbst als schlecht beurteilter Gesundheitszustand, ein Hyperthyreoidismus, die Einnahme von Benzodiazepin und/oder Antikonvulsiva, Kaffeegenuß, eine fehlende sportliche Betätigung, die Unfähigkeit aus einem Stuhl oder Bett aufzustehen, ein schlechter Visus, hoher Ruhepuls sowie Frakturen nach dem fünfzigsten Lebensjahr. Waren mindestens fünf von 14 Risikofaktoren nachweisbar bestand eine erhöhte Rate an Hüftfrakturen (16). Als unabhängige Prädiktoren für osteoporotische Frakturen wurden ein Alter  $\geq 65$  Jahren, bekannte Stürze, eine niedrige Knochenmasse im Bereich des Schenkelhalses, eine geringe Handgriffstärke, bekannte Frakturen mütterlicherseits, eigene fragilitätsassoziierte Frakturen und eine minimale körperliche Aktivität identifiziert (1). Durch andere Autoren werden eine frühe Menopause und die Applikation von Glukokortikoiden ergänzt (39). Wiederum andere Autoren entwickelten einen einfachen Algorithmus zur Erkennung von Frauen mit niedriger Knochendichte. The Osteoporosis Risk Assessment Instrument (ORAI) erfasst hierfür Alter, Gewicht und eine gegenwärtige Hormontherapie. Mit diesem Modul konnte die Rate der DXA Untersuchungen, im Vergleich zu einem aller an der Studie teilnehmenden Screening, um 38,7% reduziert werden. Die Sensitivität dieses Moduls lag bei über 90%, um Frauen mit einer niedrigen Knochendichte zu erfassen (7). Zunehmendes Alter und ein Gewichtsabfall postmenopausal sind entscheidende Variablen für die Identifikation einer niedrigen Knochendichte bei Wildner (100) und Koh (44). In einer fast 7000 Frauen umfassenden Studie konnte gezeigt werden, dass alleinig das Gewicht als stärkste Determinante reicht, um ältere Frauen mit einer sehr niedrigen Knochendichte (T-Score  $\leq -3,5$ ) zu selektieren (22). Zusammenfassend werden somit das Alter, ein niedriges Körpergewicht und das Vorhandensein von fragilitätsassoziierten Frakturen als

häufigste Risikofaktoren angegeben. Wenngleich deutlich weniger so zählen auch eine körperliche Inaktivität (22,80) und ein erhöhtes Sturzrisiko (1) zu entscheidenden Risikofaktoren. Der Dachverband Deutschsprachiger Wissenschaftlicher Gesellschaften für Osteologie (DVO) formuliert in seinen Richtlinien zur Behandlung der Osteoporose solche Risikofaktoren wie das Alter, ein niedriges Körpergewicht (Body Mass Index (BMI)  $<20 \text{ kg Körpergewicht/m}^2$  vs.  $\geq 20 \text{ kg Körpergewicht/m}^2$ ), eine positive Frakturanamnese (Fraktur nach niedrigerenergetischem Trauma), eine ausgeprägte körperliche Inaktivität, einen Gewichtsverlust von  $>10\%$  des Körpergewichtes in den letzten Jahren (bzw. im Vergleich zum Gewicht im frühen Erwachsenenalter), ein hohes Sturzrisiko mit mindestens zwei Stürzen in den letzten sechs Monaten und eine kaukasische Rassenzugehörigkeit. Diese Risikofaktoren werden mit einem Relativen Risiko von  $\geq 2$  angegeben, womit das Risiko für Fragilitätsfrakturen um mindestens das Doppelte erhöht ist.

Andere Risikofaktoren wie Rauchen, Alkohol und eine geringe tägliche Kalziumaufnahme stellen ein schwaches Risiko für Frakturen dar (1,39). In den bereits erwähnten DVO Richtlinien werden weibliches Geschlecht, späte Menarche ( $>15$ . Lebensjahr), vorzeitige natürliche Menopause ( $<45$ . Lebensjahr), chirurgische Menopause, niemals gestillt zu haben, eine positive Familienanamnese für eine proximale Femurfraktur bei Verwandten ersten Grades nach dem 50. Lebensjahr, eine aktuelle Raucheranamnese, eine fehlende oder geringe Exposition gegenüber Sonnenlicht, eine niedrige endogene Östrogenexpositionszeit ( $<30$  Jahre) und eine geringe alimentäre Kalziumaufnahme ( $<500\text{-}850 \text{ mg pro Tag}$ ) festgelegt. Der Genuss von Kaffee zeigt keine Assoziation zu einer niedrigen Knochendichte (1).

#### **1.4.3. Brauchen wir Risikofaktoren**

Chronischen Erkrankungen älterer Menschen ist gemein, dass sie durch eine präklinische, in der Regel symptomlos bis symptomarm verlaufende, und eine klinische Phase charakterisiert sind. Spätkomplikationen, wie Wirbelkörperbrüche, proximale Femurfrakturen, distale Handgelenks- oder Rippenbrüche, sind für den klinischen Abschnitt kennzeichnend. Die bisher gültige Definition für eine Osteoporose verdeutlicht, dass sich die Diagnose

dieser Erkrankung in erster Linie auf radiologische und anamnestisch klinische Befunde stützt. Die Identifikation von Frauen mit einem Risiko für Osteoporose ist von großer Bedeutung für die Prävention von osteoporotischen Frakturen. Weiterhin mangelt es, Risikofaktoren für die frühzeitige Erfassung von Risikopatienten klar zu definieren. Auch gibt es keinen Konsens der festlegt, welche Patienten einer Knochendichtemessung zugeführt werden sollten.

### **1.5. Neuromuskuläre Defizite**

Die Einschränkung der neuromuskulären Funktion, darunter sind Koordination, Kraft und Aquirierbarkeit der Muskulatur zu verstehen, stellt ein Hauptproblem in der Motorik älterer Menschen dar. In den vergangenen Jahren hat sich die Mehrzahl der präventivmedizinisch-wissenschaftlichen Untersuchungen mit der Aufrechterhaltung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit beschäftigt. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit des aktiven Bewegungsapparates hingegen fand wenig Bedeutung. Auf den Einfluss der muskulären Kraft als Morbiditäts- und Mortalitätsprädiktor ist nur selten verwiesen worden. Dabei ist eine Abnahme der isometrischen Muskelkraft von 1-1,5% pro Jahr bei Älteren ab dem 60sten Lebensjahr bekannt (97). 40% der Frauen im Alter von 55-64 Jahren, 45% im Alter zwischen 65 und 74 Jahren und zirka 65% der über 75-Jährigen sind nicht in der Lage, eine Last von 4,5 kg anzuheben (38). Insbesondere bei den über 80-Jährigen resultiert nicht selten eine Reduktion der zu bewältigenden Aufgaben im Alltag mit nachfolgender Immobilität und Verlust der Eigenständigkeit (6).

Mit zunehmendem Lebensalter verändert sich die Körperzusammensetzung. Das ist eine entscheidende Voraussetzung für eine im Alter vermehrt auftretende Anfälligkeit gegenüber Störfaktoren. Der Flüssigkeitsgehalt des Körpers sowie der Anteil der aktiven Zellmasse nehmen deutlich ab. Der Verlust aktiver Körpermasse wird durch eine Einlagerung von Fett kompensiert (5). Eine niedrige Muskelmasse, auch Sarkopenie, wird mit einer Verringerung an Muskelquerschnitt und Muskelfaserdichte angegeben (45). Betroffen hiervon sind neben den Typ I vor allem die Typ II Fasern, die eine hohe Reizschwelle besitzen. Dadurch wird in der Regel ein Abfall der maximalen Muskelkraft beobachtet (45). Neben den morphologisch-strukturellen Veränderungen der Skelettmuskulatur ist auch eine neuronale Mitwirkung bekannt. Die motorischen

Einheiten weisen eine altersabhängige Reduktion der Dauer und Amplitude der Aktionspotentiale auf (66) und die lumbosakralen Motoneuronen nehmen um zirka 25% ab (94). Der Abfall der Muskelkraft verläuft nicht linear und liegt bei 15% in der sechsten und bei etwa 30% bis zur achten Dekade (45). Die Muskulatur der unteren Extremität ist häufiger von einer Verminderung der maximalen Muskelkraft betroffen als die der oberen Extremität (97). Visser et al. weisen in einer an über 3000 Teilnehmern durchgeführten Untersuchung eine inverse Beziehung zwischen der Muskelmasse im Bein und einer schlechten Leistung der unteren Extremität, gleichermaßen für Frauen und Männer, nach. Das gleiche wurde für die Muskelkraft gezeigt (98).

Die Diagnose der Osteoporose sollte vor der ersten Fraktur gestellt werden. Die Kenntnis darüber, welche Risikofaktoren sich wie stark auf die Entwicklung einer Osteoporose auswirken, ist hierfür Voraussetzung. Die Charakterisierung der bisherigen Risikofaktoren erfolgte ohne Berücksichtigung der Funktion der Muskulatur auf den Knochen bei der Entwicklung einer Osteoporose. Bereits vor mehr als 100 Jahren, 1892, formulierte der Berliner Anatom Julius Wolff sein gleichnamiges Gesetz: „Die Form folgt der Funktion“. Wenn die Muskelkraft keine Verformungen des Knochens mehr bewirkt, verliert er an Masse. In einer aktuellen prospektiven Untersuchung sind diese Zusammenhänge des festen Wechselspiels von Muskulatur und Knochen eindrucksvoll dargestellt und bestätigt worden (Berliner Bed Rest Study, noch nicht veröffentlichte Daten).

Positive Effekte eines körperlichen Trainings auf die Knochenmasse sind mehrfach gezeigt worden (2,3,99). Aus präventivmedizinischer Sicht spielt die Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung der Lebensqualität, insbesondere unter Berücksichtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit im höheren Alter, eine zentrale Rolle. Als einer der wesentlichen Lebensstilfaktoren wurde in den letzten Jahren eine regelmäßige körperliche Aktivität erkannt (49). Zum einen ist dadurch eine Reduktion der Sturzhäufigkeit, zum anderen ein positiver Effekt auf die Knochendichte möglich. Das Risiko einer Schenkelhalsfraktur korreliert invers mit dem körperlichen Aktivitätsgrad pro Woche. Außerdem kann durch gezielte Interventionen mit Trainingsprogrammen das Sturzrisiko um zirka 25% reduziert werden. Dies wird durch eine Verbesserung der neuromuskulären Funktion, die vor allem die Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeit umfasst, erreicht (29).



Neben lokomotorischen Alltagsaktivitäten spielt auch ein angeleitetes komplexes Trainingsprogramm eine wesentliche Rolle. Unter Lokomotion wird der gesamte Ablauf der Fortbewegung verstanden. Dazu gehören die Prozesse der Lageveränderungen vom Liegen über das Sich Aufrichten, Aufstehen und Gehen bis zum Stehen, Laufen, Steigen und Springen. Für die Lokomotion kommt der Muskelfunktion eine große Bedeutung zu. Der schnelle, kraftvolle und ausdauernde Einsatz der Muskulatur ist dafür Voraussetzung. Chang et al. zeigten, dass die effektivste Sturzintervention aus einer multifaktoriellen Sturzrisikoabschätzung und aus Managementprogrammen besteht. Auch Übungsprogramme, die sich einerseits aus einem allgemeinen Training wie Walking, Fahrradfahren und Aerobic und andererseits aus einem spezifischen Balance-, Kraft- und Gehtraining zusammensetzen, sind zur Senkung des Sturzrisikos geeignet (8). Basierend auf randomisierten Kontrollstudien und epidemiologischer Literatur entwickelte Tinetti einen Algorithmus zur Sturzprävention und empfiehlt bei einem bekannten Sturz oder keinem Sturz und fehlenden Balance- und Gangstörungen ein Übungsprogramm, welches Balance- und Krafttraining beinhaltet. Andernfalls sollte die Intervention auf die prädisponierenden Faktoren für Stürze, Geh- und Balancebeeinträchtigungen abgestimmt sein (90). In anderen Sturzpräventionsprogrammen spielen der Erhalt beziehungsweise die Verbesserung der neuromuskulären Funktion eine große Rolle. Die Inzidenz von Stürzen konnte dadurch signifikant gesenkt werden (33). Auf die Bedeutung der neuromuskulären Funktion wurde bisher nur selten verwiesen. Um einen aussagekräftigen Risikoscore für die Osteoporose zu entwickeln ist es unerlässlich, neuromuskuläre Defizite zu berücksichtigen.

## **1.6. Stürze**

Mobilität im Alter bedeutet, sich selbständig fortbewegen zu können. Diese Fertigkeit wird mit zunehmendem Alter eingeschränkt. Einerseits nimmt der Anteil an unkoordinierten Bewegungen zu, andererseits zeigt sich eine Abnahme der Gleichgewichtsfähigkeit. Dadurch steigt die Sturzhäufigkeit (27). Es manifestieren sich vermehrt Stürze, die vor allem in alltagsüblichen Situationen entstehen. Stürze haben wesentliche Konsequenzen hinsichtlich der Morbidität, Mortalität und des Verlustes der Unabhängigkeit (18). Sie machen zirka 10% der

Notaufnahmefälle und 6% der Einweisungen in Akutkrankenhäuser aus (72,79). Von den über 65-Jährigen stürzen jährlich mindestens 30%, bei den über 80-Jährigen steigt diese Anzahl auf 40% (93). Für die Rate der Hüftfrakturen in Kanada wird beispielsweise eine Verdoppelung in den nächsten 15 Jahren (37,55) und ein Anstieg dieser Frakturen um das Vierfache bis zum Jahr 2041 vorausgesagt (62).

Die Hüftfraktur ist die schwerwiegendste Komplikation nach einem Sturz und tritt in 1% der Fälle auf (60,93). In 3-5% entstehen Frakturen anderer Lokalisationen (60,93) und in 5-10% schwere Verletzungen, die einer medizinischen Hilfe bedürfen (30,92). In 30-50% manifestieren sich kleine Weichteilverletzungen, die keine medizinische Beachtung finden (30,60). Ein Jahr nach einer Hüftfraktur sind 40% der Patienten noch nicht in der Lage selbständig zu laufen, und 60% der Betroffenen brauchen weiterhin für mindestens eine essentielle Aktivität am Tag eine Assistenz (10).

Das Risiko zu stürzen erhöht sich durch eine Verschlechterung der Balance, des Ganges, der Muskelkraft, der Kognition und des Sehens. Auch Arthritis, depressive Symptome, Orthostase und die Einnahme von vier oder mehr verordneten Medikamenten sind maßgebliche Faktoren (59,93). Das Sturzrisiko erhöht sich mit der Anzahl der vorliegenden Risikofaktoren und liegt bei 8% für diejenigen, die keinen Risikofaktor aufweisen und steigt auf bis zu 78% wenn vier oder mehr Risikofaktoren vorliegen (93).

Stürze haben nicht nur Frakturen der Knochen zur Folge sondern zerstören auch das Selbstvertrauen der Gestürzten. Der psychologische Effekt nach einem solchen Ereignis ist gravierend. Die induzierte Sturzangst kann von größerer Bedeutung als die akute Verletzung selbst sein. So haben die über 75-Jährigen, die früher gestürzt sind, in mehr als 50% der Fälle Furcht vor einem erneuten Fall (42,93). Die Angst bewirkt eine selbst auferlegte Restriktion in der Alltagsaktivität und eine Einschränkung an routinemäßig durchgeführten physischen und sozialen Aufgaben. Diese Entwicklung kann letztlich in einer Isolation münden.

Effektive präventive Strategien sind erforderlich, um die Ursachen und Risikofaktoren für Stürze bei älteren Menschen besser verstehen zu können.

## 1.7. Neuromuskuläre Tests

Als Sturzprädiktoren und Hauptkomponenten der ambulanten Mobilität gelten unter anderem Geh- und Balancestörungen sowie eine verminderte Kraft in Hüfte, Knie und im oberen Sprunggelenk. Zur klinischen Beurteilung von Defiziten eignen sich die lokomotorische und posturale Funktionsdiagnostik. Die lokomotorische Diagnostik untersucht die Gesamtheit der Lageveränderungen im Raum. Die posturale Funktionsdiagnostik dagegen überprüft die Fähigkeit, den Körper aufrecht und in richtiger Position zu halten. Bedeutsam ist vor allem die seitliche Haltungskontrolle, da der Sturz zur Seite ein Merkmal des höheren Alters ist (74).

Zur Beurteilung der Lokomotion werden der Aufsteh- und ‚Up and Go‘ Test benutzt. Der ‚Chair rising‘ Test ist eine gute klinische Methode zur Erfassung der Muskelleistung in der unteren Extremität (34,61). Mit dem ‚Up and Go Test‘ sind Aussagen zur allgemeinen körperlichen Mobilität möglich (64).

Für die posturale Diagnostik eignen sich Balancetests. Diese umfassen den Tandemstand, den Semitandemstand (verschärfter Rombergtest) sowie den Rombergtest (31,32). Alle genannten Tests sind in kurzer Zeit durchführbar, erfordern kein aufwendiges Equipment und lassen sich gut in eine körperliche Untersuchung integrieren.

## 1.8. Hauptziele der mobilen Forschungsstation

Hauptziel der wissenschaftlichen Datenerhebung war die Entwicklung eines Hochrisikoscores zur schnellen und zuverlässigen Identifizierung von Risikopatienten (EHVO-Studie: Evaluierung eines Hochrisiko-Scores zur Vorhersage der Osteoporose). Dieser Score gilt für postmenopausale Frauen und wird über spezielle klinische Untersuchungsbefunde, ausgewählte neuromuskuläre Tests, Ermittlung des Sturzrisikos und die Patientenanamnese definiert. Um eine Einschätzung geben zu können, inwieweit diese Tests tatsächlich eine Osteoporose voraussagen, erfolgte begleitend für alle Patientinnen eine Knochendichtemessung der Lendenwirbelsäule und der Hüfte. Bei einer Subgruppe der Teilnehmerinnen wurde zusätzlich eine Knochendichtemessung des Unterarmes und des Unterschenkels vorgenommen. Eine entscheidende Rolle in den Untersuchungen spielte die Aussagekraft von neuromuskulären Faktoren. Nur durch eine schnelle, ökonomische Erkennung von Hochrisiko-Patientinnen mit Osteoporose ist eine rechtzeitige medizinische Behandlung möglich, um kurz- und mittelfristig sowohl die ökonomische als auch psychosoziale und ethische Bilanz zu verbessern.

Ziel dieser Arbeit ist es zu beantworten, ob sich anhand von speziellen neuromuskulären Untersuchungen ein positiver Vorhersagewert hinsichtlich einer erniedrigten Knochendichte sowie eines erhöhten Sturz- und Frakturrisikos ableiten lässt. Kann ein ambulant durchgeführter neuromuskulärer Test das Fraktur- und Sturzrisiko so erfassen wie eine osteodensitometrische Messung? Ist die Aussagekraft eines validierten neuromuskulären Testes gleichzustellen mit der einer Knochendichtemessung? Welche Rolle spielen neuromuskuläre Untersuchungen im Vergleich zu den bisher anerkannten Risikofaktoren, um eine Osteoporose voraussagen zu können.