

# **Epidemiologische Grundlagen: Osteoporose**

**Datengrundlage für das Osteoporose-Projekt der Bundesämter für  
Gesundheit und für Sozialversicherung, Bern**

**Autor:**

**Matthias Schwenkglens, M.A. M.P.H.**

**unter Beratung durch PD Dr. Kurt Lippuner**

**Auftraggeber:**

**Bundesamt für Gesundheit, Sektion Gesundheit und Forschung,  
Schwarztorstrasse 96, 3003 Bern**

**Korrespondenzadresse:**

Matthias Schwenkglens, M.A. M.P.H.

Kluserstrasse 2

CH-4054 Basel

Phone: ++41 61 261 45 83

Fax: ++41 61 261 45 84

E-mail: [m.schwenkglens@unibas.ch](mailto:m.schwenkglens@unibas.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Methodik.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Datengrundlage Osteoporose.....</b>	<b>7</b>
3.1 Frakturinzidenz und absolute Anzahl der Frakturen nach Geschlecht und Altersklasse .....	7
3.2 Inzidenz und absolute Anzahl osteoporotischer Frakturen.....	9
3.3 Anteil der osteoporotischen Frakturen an allen Frakturen.....	11
3.4 Prozentuale Aufteilung der Frakturen je nach Alter (graphische Darstellung) .....	11
3.5 Frakturursachen und -risikofaktoren .....	13
3.6 Lebenszeit nach der ersten Fraktur .....	15
3.7 Mortalität infolge (osteoporotischer) Frakturen.....	16
3.8 Häufigkeit der (osteoporotischen / low impact) Fraktur als Grund für Spitaleinweisung .....	20
3.9 Durchschnittliche Hospitalisationsdauer nach (osteoporotischen) Frakturen – nach Möglichkeit Aufteilung nach Spital-, Reha- und Pflegeheimtagen.....	22
3.10 Kosten der Hospitalisation .....	24
3.11 Rate an Pflegeheimüberweisungen nach (osteoporotischen) Frakturen.....	26
3.12 Altersabhängiger Range der Knochendichte bei Männern und Frauen.....	27
3.13 Prävalenz der Osteoporose in der Bevölkerung inkl. Anteile der diagnostizierten und der therapierten Patientinnen und Patienten.....	30
3.14 Lebenslanges Risiko einer osteoporotischen Fraktur (Frakturwahrscheinlichkeit ab dem x. Lebensjahr).....	33
3.15 Ergänzend: Auswirkungen reduzierter Knochendichte.....	35
3.16 Ergänzend: Frakturrisiko bei vorbestehender Fraktur .....	36
<b>4 Datengrundlage Stürze im Alter (nur Auflistung einiger zufällig gefundener Literaturhinweise) .....</b>	<b>38</b>
4.1 Sturzhäufigkeit nach Geschlecht und Altersklasse .....	38
4.2 Frakturrisiko bei Stürzen (Schenkelhals, Vorderarm, andere) nach Geschlecht und Altersklasse .	38
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>39</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Alters- und geschlechtsspezifische Frakturinzidenzen pro 1'000 Personenjahre, Schätzung für die Schweiz .....	8
Tabelle 2.	Absolute alters- und geschlechtsspezifische Frakturzahlen im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	9
Tabelle 3.	Alters- und geschlechtsspezifische Frakturinzidenzen pro 1'000 Personenjahre, nur osteoporotisch verursachte Frakturen, Schätzung für die Schweiz.....	10
Tabelle 4.	Absolute alters- und geschlechtsspezifische Frakturzahlen im Jahr 2000, nur osteoporotisch verursachte Frakturen, Schätzung für die Schweiz.....	10
Tabelle 5.	Anteile osteoporotisch verursachter Frakturen an allen Frakturen in der weissen Bevölkerung der USA (nach Melton et al. 1997 [13]).....	11
Tabelle 6.	Lebenszeit nach der ersten Fraktur / nach der ersten Hüftfraktur, nach Altersgruppe und Geschlecht (Mittelwert in Jahren $\pm$ Standardabweichung; Hüftfrakturen zusätzlich: geschätzter Verlust an Lebensjahren) .....	16
Tabelle 7.	Verlorene Lebensjahre und relative Reduktion der Lebenserwartung nach Hüftfraktur laut Trombetti et al. [43].....	16
Tabelle 8.	Unterschiedliche Angaben zur Mortalität nach Wirbelkörperfraktur.....	17
Tabelle 9.	Relative Sterberisiken nach Hüftfraktur (nach Trombetti et al. 2002, Tab. 4 [43]) .....	18
Tabelle 10.	Unterschiedliche Angaben zur langfristigen Mortalität nach Hüftfraktur .....	19
Tabelle 11.	Frakturbedingte Akuthospitalisation nach Altersgruppe und Geschlecht (Anteil an allen Akuthospitalisationen der jeweiligen Alters- und Geschlechtsgruppe) im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	21
Tabelle 12.	Durch osteoporotische Frakturen bedingte Akuthospitalisation nach Altersgruppe und Geschlecht (Anteil an allen Akuthospitalisationen der jeweiligen Alters- und Geschlechtsgruppe) im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	22
Tabelle 13.	Dauer der Akuthospitalisationen nach Hüft-, Wirbelkörper- und distaler Unterarmfraktur in der Schweiz im Jahr 2000 (Tage) .....	23
Tabelle 14.	Akuthospitalisationstage aufgrund Osteoporose und verschiedener Erkrankungen in der Schweiz im Jahr 2000 (geordnet nach Bedeutung) .....	24
Tabelle 15.	Kosten frakturbedingter Akutspitalaufenthalte in der Literatur.....	25
Tabelle 16.	Literaturangaben zur Heimeintrittsrate nach Hüftfraktur.....	27
Tabelle 17.	Knochendichtewerte am Femur der nicht-hispanischen, weissen US-amerikanischen Bevölkerung nach NHANES III .....	29
Tabelle 18.	Prävalenz der Osteopenie und der Osteoporose in der weissen Bevölkerung der USA auf Basis der NHANES III-Daten (nach Looker et al. 1995 und 1997 [94, 95]) .....	31
Tabelle 19.	Hypothetische Zahl der Osteopenie- und Osteoporosefälle in der Schweiz im Jahr 2000, bei Anwendung der Prävalenzdaten für die weisse Bevölkerung der USA aus NHANES III (nach Looker et al. 1995 und 1997 [94, 95]) .....	31

Tabelle 20.	Resultate verschiedener Studien zur Osteoporose-Prävalenz unter Zugrundelegung der WHO-Definition und des DXA-Verfahrens, bei Personen ab 50 Jahre.....	32
Tabelle 21.	Risiko, während des restlichen Lebens mindestens eine Hüftfraktur, Wirbelkörperfraktur, distale Unterarmfraktur zu erleiden. Resultate der Modellrechnung für die Schweiz sowie internationaler Studien.....	34
Tabelle 22.	10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Hüftfraktur nach Alter und Geschlecht in verschiedenen Ländern (nach Kanis et al. 2002, Tabelle 2 [124]) .....	34
Tabelle 23.	10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Erstfraktur am genannten Ort nach Alter und Geschlecht in Malmö, Schweden (nach Kanis et al. 2001, Tabelle 1 [123]).....	35
Tabelle 24.	10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Erstfraktur am genannten Ort nach Alter und Geschlecht, Modellrechnung für die Schweiz .....	35
Tabelle 25.	Altersadjustierter relative Anstieg des Frakturrisikos (mit 95% Konfidenzintervallen) pro Abfall der per DXA gemessenen BMD um 1 SD des Mittelwerts des eigenen Alters, bei Frauen (Marshall et al. 1996 zit. nach Kanis 2002 [79, 125]) .....	36

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Hüftfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	12
Abbildung 2.	Wirbelkörperfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	12
Abbildung 3.	Distale Unterarmfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz .....	13

# 1 Einführung

Die nachfolgend aufgeführten Daten zur Epidemiologie und Ökonomie der Osteoporose und osteoporotischer Frakturen sollen für das Projekt "Osteoporose und Stürze im Alter – Fakten und Handlungsbedarf " der schweizer Bundesämter für Gesundheit und für Sozialversicherung (BAG und BSV) sowie für die weitere Arbeit der auf diesem Gebiet aktiven Ämter, Organisationen und Individuen eine sachliche Grundlage zur Verfügung stellen. Einige zusätzlich benannte Quellenangaben zur Sturzproblematik stellen lediglich unsystematisch gewonnene Hinweise für die diesbezügliche Arbeit der Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) dar, ohne jeden Anspruch auf Repräsentativität oder Vollständigkeit.

Es wurde das Ziel verfolgt, eine Datenbasis mit schweizerischen oder für die Schweiz (näherungsweise) gültigen Daten zusammenzustellen. Bei der Materialsammlung zeigte sich allerdings, dass viele Angaben für die Schweiz nicht oder nicht in ausreichendem Detaillierungsgrad vorhanden sind. Inwieweit die alternativ gezeigten Daten aus dem (möglichst europäischen) Ausland die Situation in der Schweiz korrekt widerspiegeln, bleibt, wie aus den Kommentaren zur Datenlage bei den einzelnen Parametern deutlich wird, teilweise unklar. Es stellt sich die Frage nach der Notwendigkeit ergänzender Datensammlungen innerhalb der Schweiz.

## 2 Methodik

Die zu ermittelnden Osteoporose-bezogenen Daten und Fakten wurden vom BAG in Form einer Parameterliste vorgegeben.

Der Autor arbeitete seit Mitte 2002 an einer Modellrechnung zur Schätzung der Osteoporosefolgen in der Schweiz von 2000 bis 2020 (im folgenden kurz: Modellrechnung). Im Rahmen dieses Projekts wurden eine Vielzahl von Datenquellen systematisch identifiziert, analysiert und integriert. Viele der vom BAG für erforderlichen erachteten Angaben konnten aus dieser Datensammlung entnommen oder aus dem entwickelten Modell generiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Resultate der Modellrechnung wie bei einer Stichprobenerhebung residualen Zufallseinflüssen unterliegen, die nicht vollständig eliminiert werden können.

Zur Ermittlung der durch diese Vorarbeiten nicht ausreichend erfassten Parameter wurden ergänzende Medline- und Internet-Recherchen durchgeführt. Für relevant erachtete wissenschaftliche Publikationen wurden, soweit möglich im Volltext, ausgewertet.

Es wurden lediglich die drei wichtigsten osteoporotischen Frakturorte (Hüfte, Wirbelkörper und distaler Unterarm) berücksichtigt. Auch Frakturen anderer Lokalisation sind in den höheren Lebensaltern zu einem bedeutenden Teil osteoporotisch (mit)bedingt. Die Grad der Erforschung ist hier jedoch deutlich geringer.

Ein formaler Vollständigkeitsanspruch – im Sinne der Erstellung einer Übersicht über alle verfügbaren wissenschaftlichen Quellen zu den angesprochenen Fragestellungen – bestand angesichts der Intention der Arbeit und angesichts des verfügbaren Zeitbudgets nicht.

-----

Begriffserklärung: Der im folgenden häufig verwendete Begriff des relativen Risikos wird verwendet, um das Risiko für ein bestimmtes Ereignis (z.B. Fraktur) in einer Personengruppe mit einem bestimmten Risikofaktor (z.B. reduzierte Knochendichte) mit dem Risiko für dasselbe Ereignis in der Allgemeinbevölkerung zu vergleichen. Der mathematische Zusammenhang lautet:

Ereignisrate bei Vorliegen des Risikofaktors = relatives Risiko X Ereignisrate in der Allgemeinbevölkerung

## 3 Datengrundlage Osteoporose

### 3.1 Frakturinzidenz und absolute Anzahl der Frakturen nach Geschlecht und Altersklasse

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Die gezeigten Daten entsprechen einem Teil der Inputs (Inzidenzen) und Outputs (absolute Frakturzahlen) der Modellrechnung für die Schweiz. Der Bestimmung der Hüftfrakturinzidenzen konnten die Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser des Bundesamts für Statistik (BfS) zugrundegelegt werden. Alters- und geschlechtsspezifische Daten zu den Wirbelkörperfrakturinzidenzen und zu den Inzidenzen der distalen Unterarmfrakturen liegen für die Schweiz dagegen nicht vor. Die Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser können hier nicht verwendet werden, da die Hospitalisationswahrscheinlichkeit pro Frakturereignis unbekannt ist. Bei den Wirbelkörperfrakturen bestehen ausserdem Unklarheiten darüber, welche ICD-10-Codes in der Praxis verwendet werden.

#### Daten

Auf eine Darstellung des Frakturgeschehens in der Bevölkerung unter 45 Jahre wird verzichtet, da kein relevanter Anteil osteoporotisch verursachter Ereignisse zu erwarten ist.

Tabelle 1 zeigt die in der Modellrechnung für die Schweiz verwendeten alters- und geschlechtsspezifischen Frakturinzidenzen.

Die Hüftfrakturinzidenzen basieren auf den Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser des schweizer Bundesamts für Statistik (BfS) für das Jahr 2000, unter Einbezug der ICD-Codes S72.0 bis S72.2 [1]. Es erfolgte eine Hochrechnung auf Basis der vom BfS angegebenen Relation der gemeldeten und der erwarteten Fälle von 0.811 [2]. Ausserdem wurde eine Hospitalisationsrate von 100% angenommen.

Für die Wirbelkörperfrakturinzidenzen wurden mangels detaillierter schweizer Daten die Resultate der EPOS-Studie für Westeuropa verwendet [3]. Für die Inzidenzen der distalen Unterarmfrakturen wurden die von Kanis et al. 2000 in Malmö, Schweden beobachteten Inzidenzen mit einem Korrekturfaktor von 0.55 multipliziert [4]. Aufgrund eines Vergleichs verschiedener Literaturangaben lässt sich vermuten, dass die resultierenden Werte die derzeit besten alters- und geschlechtsspezifischen Näherungswerte an die Situation in der Schweiz darstellen [5-7]. Fehlende Datenpunkte für die niedrigsten und die höchsten berücksichtigten Altersgruppen wurden unter konservativen Annahmen ergänzt. Dies bedeutet eine gewisse Unterschätzung der Realität: Zumindest im Fall der Wirbelkörperfrakturen ist von einem weiteren Inzidenzanstieg bei den mindestens 80jährigen Personen gegenüber der 75-79jährigen Bevölkerung auszugehen [6, 8, 9].

Die Inzidenzangaben für die Wirbelkörperfrakturen basieren auf radiographischen Screening-Untersuchungen. Die Inzidenz der klinisch diagnostizierten Wirbelkörperfrakturen beträgt etwa 30% dieser Werte [10-12].

Die absoluten Frakturrenzahlen auf der Bevölkerungsebene (Tabelle 2) basieren im Fall der Hüftfrakturen direkt auf den Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser für das Jahr 2000, unter Berücksichtigung des oben genannten Verhältnisses von erwarteten zu gemeldeten Fällen von 0.811. Im Fall der Wirbelkörper- und der distalen Unterarmfrakturen sind die Resultate der Modellrechnung für die Schweiz gezeigt, die auf den in Tabelle 1 dargestellten Inzidenzen und auf der schweizer Bevölkerungsstruktur im Jahr 2000 basieren. Wie bereits im Abschnitt zur Methodik angesprochen, unterliegen die Resultate der Modellrechnung residualen Zufallseinflüssen.

**Tabelle 1. Alters- und geschlechtsspezifische Frakturinzidenzen pro 1'000 Personenjahre, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	0.19	0.38	1.7**	0.0**	2.1**	0.3*
50-54	0.31	0.49	3.6	0.9	2.3	0.6
55-59	0.68	0.79	5.5	5.5	2.5	0.8
60-64	1.09	0.91	9.5	4.8	3.1	0.8
65-69	2.15	1.59	12.3	6.3	3.8	1.6
70-74	4.14	2.29	17.9	8.7	5.0	0.5
75-79	8.51	4.49	29.3	13.6	5.7	1.0
80-84	17.71	7.46	29.3***	13.6***	6.7	1.4
85-89	32.31	14.84	29.3***	13.6***	7.7	1.8
90-94	41.43	24.96	29.3***	13.6***	7.7****	1.8****
95-	44.04	46.28	29.3***	13.6***	7.7****	1.8****

\* Radiographic fractures.

\*\* Linear extrapolation using incidences at ages 50-54 and 55-59.

\*\*\* Assumed to remain constant after age 75-79.

\*\*\*\* Assumed to remain constant after age 80-84.

**Tabelle 2. Absolute alters- und geschlechtsspezifische Frakturzahlen im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	47	95	451	0	468	99
50-54	91	121	1029	220	578	162
55-59	152	174	1128	1247	486	186
60-64	197	154	1550	922	526	128
65-69	361	232	2128	910	688	226
70-74	642	270	2782	1067	810	64
75-79	1164	409	4105	1131	746	93
80-84	1668	408	2821	812	596	93
85-89	2074	428	1637	354	405	116
90-94	1153	226	763	99	185	6
95-	297	60	231	23	52	0
Total	7846	2577	18625	6785	5540	1173

\* Radiographic fractures.

## 3.2 Inzidenz und absolute Anzahl osteoporotischer Frakturen

### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Direkte Angaben zu diesen Parametern liegen für die Schweiz nicht vor. Im folgenden sind deshalb die Resultate der Modellrechnung dargestellt. Diese basieren auf den in Tabelle 1 gezeigten Inzidenzen, der schweizer Bevölkerungsstruktur im Jahr 2000 und den Angaben zur Wahrscheinlichkeit einer osteoporotischen Verursachung von Melton et al. 1997 (siehe 3.3) [13]. Wie bereits angesprochen, unterliegen die gezeigten Daten residualen Zufallseinflüssen.

**Daten****Tabelle 3. Alters- und geschlechtsspezifische Frakturinzidenzen pro 1'000 Personenjahre, nur osteoporotisch verursachte Frakturen, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	0.12	0.21	1.3	0.0	1.4	0.2
50-54	0.32	0.33	3.5	0.6	1.7	0.2
55-59	0.58	0.44	4.0	3.9	1.4	0.3
60-64	0.60	0.66	7.0	4.1	2.1	0.2
65-69	1.90	1.34	11.3	5.4	3.0	0.8
70-74	3.95	1.30	16.3	8.4	3.7	0.4
75-79	6.70	3.59	27.7	11.2	3.8	0.4
80-84	16.46	5.07	27.5	13.4	4.5	0.5
85-89	28.59	14.36	25.1	11.6	5.6	2.8
90-94	36.51	23.67	27.8	10.8	5.6	0.7
95-	43.65	24.79	39.6	12.4	8.1	0.0

\* Radiographic fractures.

**Tabelle 4. Absolute alters- und geschlechtsspezifische Frakturzahlen im Jahr 2000, nur osteoporotisch verursachte Frakturen, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	29	52	330	0	341	41
50-54	81	81	867	157	411	52
55-59	127	99	891	875	301	75
60-64	110	110	1278	690	382	35
65-69	318	191	1897	777	503	116
70-74	613	151	2533	968	572	46
75-79	902	319	3730	997	515	35
80-84	1521	272	2544	719	416	29
85-89	1770	388	1556	313	347	75
90-94	943	191	717	87	145	6
95-	249	23	226	12	46	0
Total	6663	1877	16569	5595	3979	510

\* Radiographic fractures.

### 3.3 Anteil der osteoporotischen Frakturen an allen Frakturen

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Die in Tabelle 5 gezeigten Wahrscheinlichkeiten einer osteoporotischen Frakturverursachung wurden 1997 von Melton et al. publiziert und beziehen sich primär auf die weisse Bevölkerung in den USA [13]. Es ist in der internationalen Literatur üblich, diese Zahlen auch auf europäische usw. Bevölkerungen anzuwenden. Schweizer Daten zu diesem Gegenstand liegen nicht vor.

#### Daten

**Tabelle 5. Anteile osteoporotisch verursachter Frakturen an allen Frakturen in der weissen Bevölkerung der USA (nach Melton et al. 1997 [13])**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-64	0.8 (0.25-0.8)	0.6 (0.1-0.7)	0.8 (0.5-0.85)	0.7 (0.5-0.9)	0.7 (0.1-0.7)	0.4 (0.05-0.5)
65-84	0.9 (0.8-0.95)	0.8 (0.6-0.95)	0.9 (0.7-0.95)	0.9 (0.5-0.95)	0.7 (0.5-0.8)	0.45 (0.15-0.6)
85-	0.95 (0.9-1)	0.85 (0.8-0.95)	0.95 (0.8-1)	0.9 (0.6-0.95)	0.8 (0.7-0.95)	0.45 (0.3-0.6)

Die gezeigten attributablen Wahrscheinlichkeiten beruhen auf Expertenschätzungen, die im Rahmen eines dreistufigen Delphi-Prozesses entwickelt wurden [13]. Die Hauptangaben in der Tabelle entsprechen den Medianen der abgegebenen Schätzungen. Die Zahlen in Klammern beschreiben deren Bandbreiten. Philips et al. haben einige Jahre früher attributable Wahrscheinlichkeiten veröffentlicht, die in einer vergleichbaren Grössenordnung liegen [14].

### 3.4 Prozentuale Aufteilung der Frakturen je nach Alter (graphische Darstellung)

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Die gezeigten Graphiken basieren auf den Daten der Tabellen 2 und 4. Wie bereits angesprochen unterliegen diese Daten residualen Zufallseinflüssen.

Daten (Diagramme)

Abbildung 1. Hüftfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz

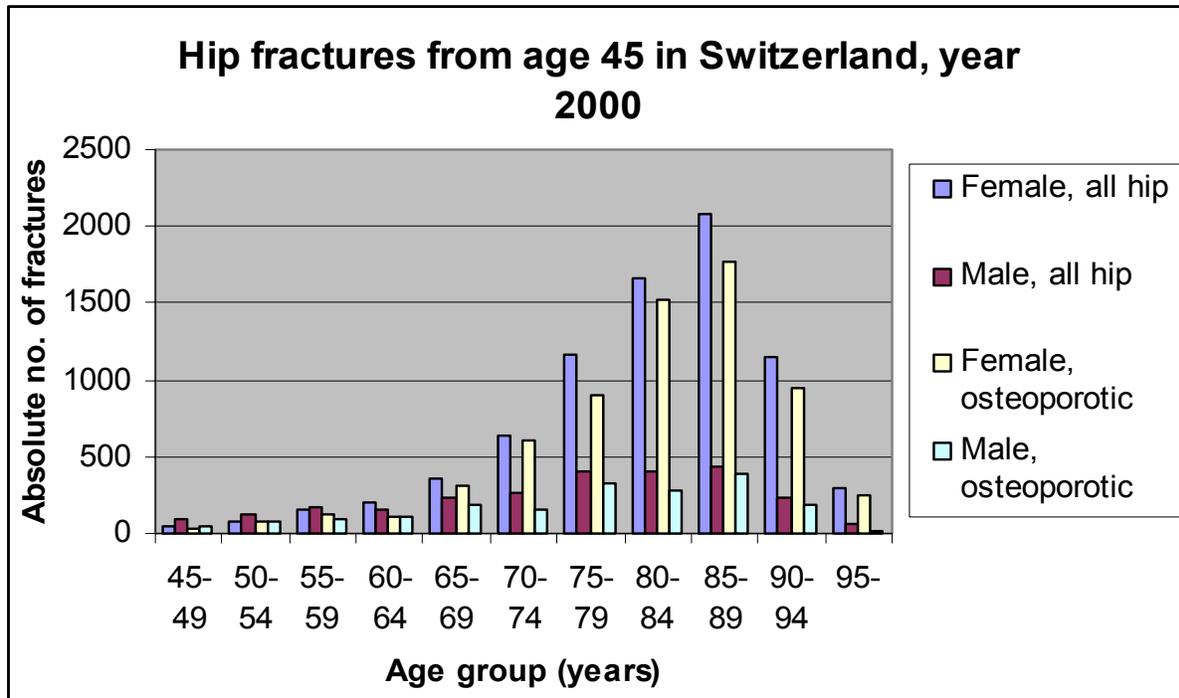


Abbildung 2. Wirbelkörperfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz

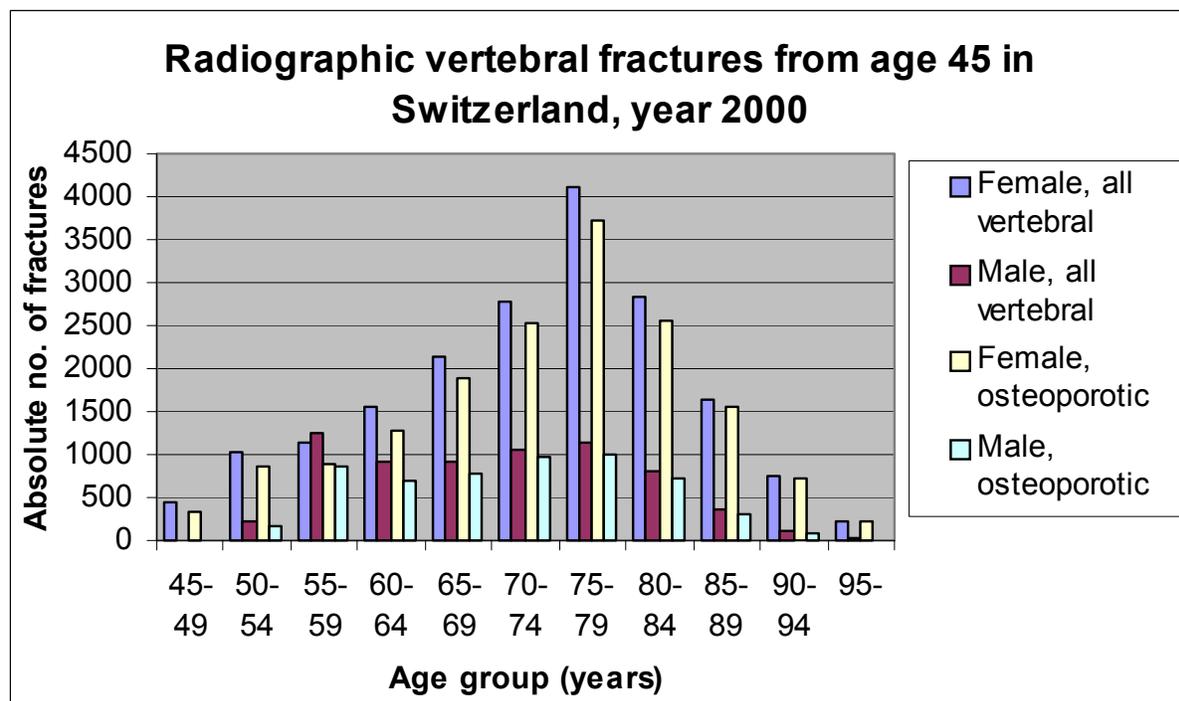
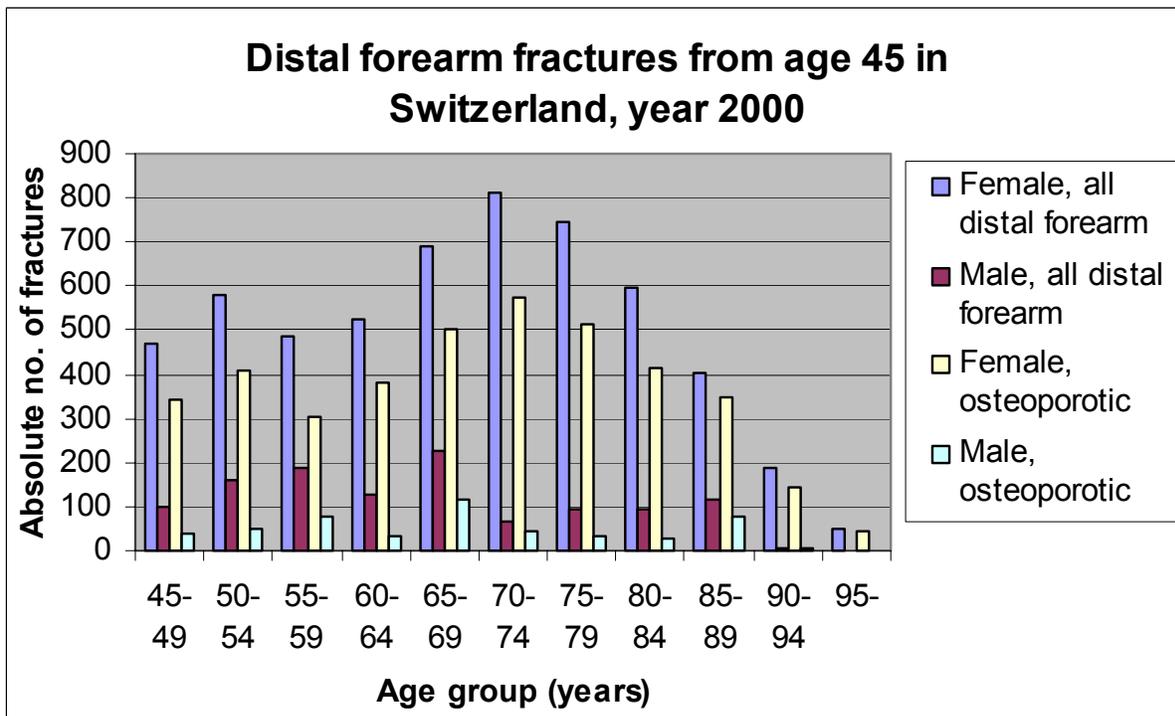


Abbildung 3. Distale Unterarmfrakturen nach Alter, Geschlecht und osteoporotischer Verursachung im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz



### 3.5 Frakturursachen und -risikofaktoren

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Detaillierte schweizer Daten zu den Ursachen von (osteoporotischen) Frakturen wurden in der medizinischen Literatur nicht publiziert. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die in internationalen Publikationen beschriebenen Zusammenhänge im wesentlichen auch auf die Schweiz zutreffen. Eine hervorragende Zusammenfassung mit weiteren Literaturangaben gibt ein kürzlich erschienener Übersichtsartikel von Marks et al. [15].

#### Daten

Bei den Frakturursachen ist zwischen unmittelbaren Ursachen und Risikofaktoren zu unterscheiden, wobei die Übergänge hier fließend sind.

In einer Kohorte australischer Frauen ab 35 Jahre wurden folgende unmittelbare Ursachen für Hüftfrakturen gefunden [16]:

Fall auf ebener Fläche durch Rutschen, Stolpern, Taumeln	<i>low impact</i>	39.9%
Andere und nicht näher spezifizierte Stürze	<i>low impact</i>	10.1%
Spontanfrakturen	<i>low impact</i>	16.0%

Versehentliches Anstossen oder Gestossen werden	<i>low impact</i>	5.1%
Fall auf oder von Treppen oder Stufen	<i>high impact</i>	7.8%
Andere Stürze mit Höhenunterschied	<i>high impact</i>	6.4%
Strassenverkehrs- und Motorfahrzeugunfälle	<i>high impact</i>	5.9%

Knochendichtemessungen in dieser Kohorte und einer Kontrollgruppe zeigten deutlich erniedrigte Werte sowohl bei den Patientinnen mit *low impact*-Frakturen als auch bei denen mit *high impact*-Frakturen.

Ein besonders hohes Hüftfrakturrisiko besteht bei Stürzen zur Seite [15]. Hayes et al. fanden gegenüber sonstigen Stürzen ein zwanzigfaches Risiko bei HeimbewohnerInnen und ein sechsfaches Risiko bei zu Hause Lebenden [17]. Eine hohe Aufprallgeschwindigkeit erhöht das Risiko zusätzlich [15, 18]. Details zur Sturzmechanik beschrieben Cummings und Nevitt 1994 [19].

In einer finnischen Studie an mindestens 50jährigen Personen mit Frakturen der oberen Extremitäten berichteten die meisten PatientInnen mit proximalen Humerus- bzw. Ellbogenfrakturen Stürze schräg nach vorne (43% bzw. 38%) oder zur Seite (29% bzw. 26%) [20]. Bei den PatientInnen mit distalen Unterarmfrakturen berichteten 34% Stürze schräg nach vorne, während die anderen möglichen Sturzrichtungen (nach vorne, zur Seite, schräg nach hinten, nach hinten) mit 13-19% ähnlich häufig waren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Stürze die direkte Hauptursache der meisten osteoporotischen Frakturen und von 90% der Hüftfrakturen darstellen [15]. Auch bei *high impact*-Frakturen ist an eine osteoporotische Verursachung zu denken.

Die mittelbaren Ursachen oder Risikofaktoren für osteoporotische Frakturen betreffen erstens die Knochenstärke und sonstige körperliche Gegebenheiten, die die Frakturgefahr im Falle eines Traumas beeinflussen. Sie betreffen zweitens die Traumaneigung [21].

Zu den ersteren zählen:

- eine reduzierte Knochendichte (*bone mineral density*, BMD) bzw. Knochenmasse [9, 15, 22],
- ein reduzierter *body mass index* (BMI) bzw. Gewichtsverlust [9, 15, 22, 23],
- eine überdurchschnittliche Körpergrösse [24-26],
- Bindegewebsschwäche [27],
- Einnahme von Kortikosteroiden bzw. Antikonvulsiva [15],
- Tabakkonsum [9, 15],
- umstritten: geringe Calcium- und Vitamin D-Zufuhr [9, 15, 28].

Zu den zweiteren zählen:

- Gleichgewichtsstörungen [15, 29, 30],
- Wahrnehmungsstörungen, Sehstörungen [15],
- reduzierte Kognition, Demenz [15, 24, 31],
- akute Erkrankungen und chronische Komorbiditäten (primärer Hypogonadismus, Arthritis, Parkinson'sche Krankheit, Bluthochdruck, Diabetes, Krebs) [15, 28],
- Einnahme von Medikamenten, Drogenkonsum (insbesondere Cimetidin, Schlafmittel, Psychopharmaka, Antihypertonika, Alkoholabusus) [15, 32],

- Sturzrisiken in der Wohnung / Umwelt [15, 33]. Deren Bedeutung wird von mehreren Autoren eher gering eingeschätzt [34, 35].

Durch folgende Faktoren ist sowohl die Frakturneigung als auch die Traumaneigung bzw. Sturzgefahr erhöht:

- neuromuskuläre und muskuloskeletale Störungen, Muskelschwäche [29, 36-38],
- reduzierte Mobilität [39],
- reduzierte körperliche Aktivität, Lebensstilfaktoren [40-42],
- ein stark erhöhter BMI bzw. eine erhöhte *waist-hip ratio* [15].

In der Literatur wird betont, dass eine niedrige Knochendichte bei weitem nicht ausreicht, um das individuelle Frakturrisiko abzuschätzen [15].

### 3.6 Lebenszeit nach der ersten Fraktur

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Direkte Daten zur Frage der Lebenszeit nach der ersten osteoporotischen Fraktur sind in der Literatur kaum vorhanden, weder für die Schweiz noch international. Verschiedene Studien zur frakturassoziierten Mortalität (siehe Abschnitt 3.7) geben jedoch indirekt Auskunft. Die im folgenden dargestellten Zahlen wurden auf Basis der Modellrechnung für die Schweiz generiert, die diese Studien berücksichtigt. Da die Modellierung der Mortalität unabhängig von der Frakturgenese (osteoporotisch versus nicht osteoporotisch) erfolgte, wurde auf eine getrennte Betrachtung verzichtet. Der Schätzung wurden alle durch das Modell generierten Hüft-, Wirbelkörper- und Unterarmfrakturereignisse zugrunde gelegt.

Die Schätzungen des Verlusts an Lebensjahren nach einer Hüftfraktur stammen ebenfalls aus der Modellrechnung sowie aus einer Publikation von Trombetti et al. 2002, die 364 HüftfrakturpatientInnen im Kanton Genf untersuchte [43].

Alle gezeigten Resultate können mangels Studien mit sehr grossen Fall- und Ereigniszahlen nur als Näherungswerte betrachtet werden.

#### Daten

Mittlere Lebenszeit  $\pm$  Standardabweichung nach der ersten Hüft-, Wirbelkörper- oder distalen Unterarmfraktur: Frauen  $14.2 \pm 11.1$  Jahre, Männer  $11.4 \pm 9.9$  Jahre.

Mittlere Lebenszeit  $\pm$  Standardabweichung nach der ersten Hüftfraktur: Frauen  $6.1 \pm 6.7$  Jahre, Männer  $5.7 \pm 7.5$  Jahre.

Tabelle 6 zeigt altersgruppenspezifische Werte.

**Tabelle 6. Lebenszeit nach der ersten Fraktur / nach der ersten Hüftfraktur, nach Altersgruppe und Geschlecht (Mittelwert in Jahren  $\pm$  Standardabweichung; Hüftfrakturen zusätzlich: geschätzter Verlust an Lebensjahren)**

Age (years)	First hip, vertebral or distal forearm fracture		First hip fracture		
	Female	Male	Female	Male	
45-54	32.3 $\pm$ 11.6	24.2 $\pm$ 11.9	16.2 $\pm$ 17.2;	-17.4	18.1 $\pm$ 14.4; -11.0
55-64	24.2 $\pm$ 9.6	21.6 $\pm$ 10.4	17.6 $\pm$ 12.9;	-7.4	13.1 $\pm$ 11.8; -7.2
65-74	15.4 $\pm$ 7.8	12.2 $\pm$ 7.9	10.9 $\pm$ 8.3;	-4.0	8.0 $\pm$ 8.0; -3.8
75-84	8.5 $\pm$ 5.8	6.8 $\pm$ 5.1	6.0 $\pm$ 5.2;	-0.9	4.3 $\pm$ 4.2; -1.2
85-	4.1 $\pm$ 3.5	3.2 $\pm$ 2.6	3.4 $\pm$ 3.2;	(0)	2.4 $\pm$ 2.3 (0)

Trombetti et al. geben aufgrund ihrer Studie an 364 Patienten im Kanton Genf den Verlust an Lebensjahren durch Hüftfrakturen wie in Tabelle 7 gezeigt an:

**Tabelle 7. Verlorene Lebensjahre und relative Reduktion der Lebenserwartung nach Hüftfraktur laut Trombetti et al. [43]**

Age (years)	Years of life lost (mean $\pm$ SD)		Proportion of years of life lost (%)	
	Female	Male	Female	Male
55-64	22.0 $\pm$ 0.7	18.0 $\pm$ 0.9	89.1 $\pm$ 2.9	87.6 $\pm$ 6.6
65-74	15.3 $\pm$ 2.9	11.4 $\pm$ 2.2	83.0 $\pm$ 11.3	83.8 $\pm$ 13.3
75-84	7.4 $\pm$ 2.4	5.5 $\pm$ 2.1	73.3 $\pm$ 20.1	67.6 $\pm$ 24.5
85-94	3.0 $\pm$ 2.3	3.1 $\pm$ 2.1	51.3 $\pm$ 38.8	67.1 $\pm$ 44.4
95-	-0.1 $\pm$ 1.0	0.5 $\pm$ 0.4	-13.3 $\pm$ 98.4	50.0 $\pm$ 31.2
Total	5.8 $\pm$ 4.8	5.9 $\pm$ 4.5	59.4 $\pm$ 41.8	69.9 $\pm$ 32.5

### 3.7 Mortalität infolge (osteoporotischer) Frakturen

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Zur Mortalität nach osteoporotischen Frakturen liegt eine Vielzahl von Studien vor, die teilweise nur schwer vergleichbar sind. Es bestehen grosse Unterschiede hinsichtlich der verwendeten Studiendesigns, der untersuchten Populationen und der verwendeten Masszahlen. Insbesondere endgültige Aussagen zum Ausmass und genauen Verlauf der langfristigen Erhöhung der Sterblichkeit nach osteoporotischen Wirbelkörper- und Hüftfrakturen sind daher noch nicht möglich.

Zudem erfuhr der Unterschied zwischen Todesfällen, die mit osteoporotischen Frakturen assoziiert sind, und solchen, die wirklich durch diese Frakturen verursacht werden, in der Vergangenheit nicht ausreichend Beachtung.

Für die Mortalitätsentwicklung nach Wirbelkörperfrakturen liegen keine spezifischen schweizer, aber gute europäische Daten vor. Auf der Ebene der Hüftfrakturen fügen sich die Resultate von Trombetti et al. sehr gut in die internationale Literatur ein [43].

## Daten

### **Distale Unterarmfrakturen:**

Keine erhöhte Mortalität [44].

### **Wirbelkörperfrakturen:**

Keine kurzfristig erhöhte Mortalität [44].

Deutliche Hinweise auf eine langfristig erhöhte Mortalität. Verschiedene Quellen legen eine erhöhte Mortalität über 5 Jahre nahe [44-47].

Unterschiedliche Ergebnisse zur Effektstärke zeigt Tabelle 8. Da keine schweizer Daten vorliegen, werden in der Modellrechnung für die Schweiz vorläufig die europäischen Daten von Ismail et al. verwendet [47]. Hiernach ist die Sterberisiko von Frauen in den ersten Jahren nach einer Wirbelkörperfraktur um das 1.9-fache erhöht, die von Männern um das 1.3-fache. Werden zusätzliche Faktoren berücksichtigt, reduzieren sich diese relativen Risiken auf 1.6 bzw. 1.2.

**Tabelle 8. Unterschiedliche Angaben zur Mortalität nach Wirbelkörperfraktur**

Study	Country	N	Age	Type of fracture	Observation time	Measure of effect size	Effect size
Ismail et al. 1998 [47]	19 European countries (EPOS study)	women: 3353 men: 3127	50 -	prevalent, radiographic	median years	2.3 relative risk	women: 1.9 (1.0-3.4); men: 1.3 (0.9-2.0)
Kado et al. 1999 [48]	USA	1915	65 -	prevalent, radiographic	median years	8.6 relative risk	women: 1.2 (1.1-1.4)
Cauley et al. 2000 [49]	USA	119, included in FIT trial	55 -	clinical	mean years	3.8 relative risk	women: 8.6 (4.5-16.7)
Ensrud et al. 2000 [50]	USA	2027, included in FIT trial	55 -	prevalent, radiographic	median years	4.2 relative risk	women: 1.6 (1.1-2.3)
Cooper et al. 1993 [44]	USA	335	?	clinical	5 years	standardized mortality ratio	both sexes: 1.23
Center et al. 1999 [51]	Australia	women: 76 men: 38	60 -	clinical	5 years	standardized mortality ratio	women: 1.7 (1.5-1.8) men: 2.4 (2.2-2.6)
Hasserius et al. 2003 [52]		women: 300 men: 298	50 -	prevalent, radiographic	10 years	hazard ratio	women: 2.3 (1.3-4.3) men: 2.4 (1.6-3.9)

## Hüftfrakturen:

Kurzfristige Mortalität: Trombetti et al. 2002 berichten im Rahmen einer in Genf durchgeführten Studie (N = 364, mittleres Alter der eingeschlossenen Frauen  $81.4 \pm 8.0$  Jahre, mittleres Alter der eingeschlossenen Männer  $80.3 \pm 9.3$  Jahre) eine Mortalität während des initialen Krankenhausaufenthalts von 8% bei den Frauen und von 15% bei den Männern [43]. Diese Resultate stimmen gut mit der internationalen Datenlage überein. Typischerweise werden Werte von 5-15% berichtet [53-55]. Lediglich Hannan et al. 2001 berichten im Rahmen einer US-Studie einer niedrigen Wert von nur 1.6% (kurzer Krankenhausaufenthalt?) [56].

Langfristige Mortalität: Eine Erhöhung der langfristigen Mortalität von Hüftfraktur-PatientInnen kann als belegt gelten.

Trombetti et al. 2002 fanden in ihrer Studie eine 1-Jahres-Mortalität von 39% bei den Männern und von 19% bei den Frauen [43]. Die Autoren bestimmten ein relative Sterberate der Männer im Vergleich zu den Frauen von 1.74 (95% Konfidenzintervall 1.34-2.24). Bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 3.6 Jahren (Maximum 7 Jahre) wurden die in Tabelle 9 gezeigten relativen Sterberisiken gefunden. Diese beschreiben, um das Wievielfache die Mortalität im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung derselben Alters- und Geschlechtsgruppe erhöht ist. Die Reduktion der Lebenserwartung betrug  $5.8 \pm 4.8$  Jahre bei den Frauen und  $5.9 \pm 4.5$  Jahre bei den Männern.

**Tabelle 9. Relative Sterberisiken nach Hüftfraktur (nach Trombetti et al. 2002, Tab. 4 [43])**

Age (years) at fracture entry	Female	Male
55-64	9.4 (2.2-16.6)	5.7 (2.3-8.4)
65-74	2.4 (1.5-3.5)	2.4 (1.5-3.2)
75-84	1.9 (1.6-2.2)	1.7 (1.4-1.8)
85-94	1.0 (0.9-1.1)	1.1 (1.0-1.1)
95-	1.1 (0.8-1.2)	0.9 (0.3-1.1)

Nach Berechnungen von M. Schwenkglens unter Verwendung der Datenbasis von Trombetti et al. betrug das durchschnittliche relative Sterberisiko über alle Altersgruppen bis zum Ende des 5. Jahres nach der Fraktur 3.7 bei den Frauen und 4.4 bei den Männern, jeweils im Vergleich zur gleichaltrigen Allgemeinbevölkerung.

Eine Auswahl weiterer Angaben aus der Literatur zeigt Tabelle 10. Auffällig ist die sehr gute Übereinstimmung der von Trombetti et al. beobachteten 1-Jahres-Sterbewahrscheinlichkeiten mit den Beobachtungen von Serbo und Johnell 1993, Schürch et al. 1996 (teilweise Überschneidung der Datengrundlage mit Trombetti et al.), Center et al. 1999 und Forsén et al. 1999. Die weiteren publizierten Daten weichen demgegenüber nach unten oder nach oben ab, wobei aufgrund unterschiedlicher Charakteristika der verschiedenen Studien (Methodik, Patientencharakteristika, Nachbeobachtungszeiten) Vergleiche nur begrenzt möglich sind. Durchweg deutlich wird, dass nach einer Hüftfraktur

- die Übersterblichkeit bei den Männern stärker ausgeprägt ist als bei den Frauen (siehe Tabelle 10, rechte Spalte),
- die Übersterblichkeit bei jüngeren FrakturpatientInnen ausgeprägter ist als bei älteren,

- die Übersterblichkeit im ersten Jahr nach der Fraktur am grössten ist und dann abnimmt.

**Tabelle 10. Unterschiedliche Angaben zur langfristigen Mortalität nach Hüftfraktur**

Study	Country	N (cases)	Age	Observation time	Measure of effect size	Effect size
Trombetti et al. 2003 [43]	Canton Geneva, Switzerland	women: 264 men: 106	55-	mean 3.6 years	probability of death until end of year 1	women: 19%; men: 39%
Sernbo and Johnell 1993 [57]	Sweden	women: 1060 men: 369	women: mean 79 ± 10; men: mean 75 ± 13	1 year	probability of death until end of year 1	women: 20%; men: 34%
Schürch et al. 1996 [53]	Canton Geneva, Switzerland	women: 339 men: 65	women: mean 84 ± 9; men: mean 76 ± 14	1 year	probability of death until end of year 1	women: 22%; men: 35%
Center et al. 1999 [51]	Australia	women: 76 men: 27	60 -	5 years	probability of death until end of year 1	women: 20%; men: 37%
Forsén et al. 1999 [58]	Norway	women: 1338 men: 487	50 -	> 5 years	probability of death until end of year 1	women: 17%; men: 31%
Forsén et al. 1999 [58]	Norway	women: 1338 men: 487	50 -	> 5 years	relative risk if follow up time = 5 to 6.5 years	women aged 50-74: 3.2 (1.9-5.6), 75-84: 1.6 (1.0-2.4) 85 -: 1.5 (0.8-2.9) men aged 50-74: 1.2 (0.4-3.3) 75-84: 0.4 (0.1-3.2) 85 -: 3.0 (0.8-11.8)
Cauley et al. 2000 [49]	USA	76, included in FIT trial	55 -	mean 3.8 years	relative risk	women: 6.7 (3.1-14.5)
Leibson et al. 2002 [59]	USA	312	mean: 81 ± 12; women 81%	5 years	relative risk vs. matched controls	1.2
Cooper et al. 1993 [44]	USA	456	?	5 years	standardized mortality ratio	both sexes: 1.2 (1.1-1.3)
Center et al. 1999 [51]	Australia	women: 76 men: 27	60 -	5 years	standardized mortality ratio	women: 2.2 (2.0-2.3) men: 3.2 (2.9-3.4)
Goldacre et al. 2002 [60]	England	8148, 80.2% women	65-	1 year	standardized mortality ratio	1.9 (1.5-2.3)
Richmond et al. 2003 [61]	USA	women: 657 men: 179	65 -	2 years	standardized mortality ratio	both sexes: 1.4 (1.1-1.6)

Kanis et al. 2003 zeigten für Schweden, dass bei 60jährigen Frauen und Männern 2.4% und 1.4% aller Todesfälle mit einer Hüftfraktur assoziiert sind. Bei 90jährigen Personen betragen die entsprechenden Zahlen 11.4% und 10.6% [62].

Kanis et al. 2003 betonen ausserdem, dass Hüftfraktur-PatientInnen überproportional viele und schwere Komorbiditäten aufweisen. Sie errechneten unter Verwendung mathematischer Modelle, dass lediglich 17-32% der mit Hüftfrakturen assoziierten Todesfälle tatsächlich kausal durch die Hüftfraktur verursacht sind. Diesem Gegenstand wurde bisher in der Literatur zu wenig Beachtung geschenkt.

### **Frakturassoziierte Todesfälle in der Schweiz**

Mit Hilfe der Modellrechnung lässt sich schätzen, dass im Jahr 2000 8.8% (Frauen: 12.7%, Männer: 5.0%) aller Todesfälle der Personen über 45 Jahre auf die erhöhte Mortalität nach einer Wirbelkörper- oder Hüftfrakturen entfallen. Dies entspricht 8.5% (Frauen: 12.2%, Männer: 4.6%) aller Todesfälle dieses Jahres.

Werden nur die osteoporotisch verursachten Frakturen berücksichtigt, lautet die entsprechende Zahl 7.9% (Frauen: 12.0%, Männer: 4.0%). Dies entspricht 7.7% (Frauen: 11.5%, Männer: 3.7%) aller Todesfälle dieses Jahres.

Die zugehörigen absoluten Zahlen lauten:

- Todesfälle im Jahr 2000 ab 45 Jahre aufgrund erhöhter Mortalität nach einer Wirbelkörper- oder Hüftfraktur: 5'319 (Frauen: 3'894, Männer: 1'425).
- Todesfälle im Jahr 2000 aufgrund erhöhter Mortalität nach einer osteoporotisch verursachten Wirbelkörper- oder Hüftfraktur: 4'767 (Frauen: 3'636, Männer: 1'131).

## **3.8 Häufigkeit der (osteoporotischen / low impact) Fraktur als Grund für eine Spitaleinweisung**

### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Hier ist zwischen der Hospitalisationshäufigkeit pro Frakturtyp (welcher Anteil der PatientInnen mit distaler Unterarmfraktur wird hospitalisiert?) einerseits und dem Anteil der frakturbedingten Akuthospitalisationen an allen Akuthospitalisationen (wieviel Prozent aller Spitaleinweisungen entfallen auf distale Unterarmfrakturen?) andererseits zu unterscheiden.

Bezüglich der Hospitalisationshäufigkeit pro Frakturtyp liegen kaum schweizer Daten und keine sehr detaillierten internationalen Daten vor. Die Hospitalisationswahrscheinlichkeit der Wirbelkörperfrakturen wird international weitgehend einheitlich eingeschätzt. Im Fall der Hospitalisationswahrscheinlichkeit bei distaler Unterarmfraktur (siehe unten) widersprechen dagegen die vermutlichen schweizer Werte deutlich einer *Single centre*-Studie aus Holland [63]. Es liegen keine weiteren publizierten Daten zu dieser Frage vor.

Die nachstehenden Angaben zum Anteil der frakturbedingten Akuthospitalisationen an allen Akuthospitalisationen basieren auf Modellrechnung für die Schweiz sowie auf den Angaben der

Medizinischen Statistik der Krankenhäuser für das Jahr 2000 zur Gesamtzahl der hospitalisierten Fälle nach Altersgruppe und Geschlecht [1].

## Daten

Relative Hospitalisationswahrscheinlichkeiten nach Eintritt einer osteoporotischen Fraktur:

- Hüftfraktur: 100% (Annahme).
- Klinische Wirbelkörperfraktur: 33% [6, 12].
- Radiographische Wirbelkörperfraktur (davon 30% klinisch): 10% [6, 10-12].
- Distale Unterarmfraktur: 53.3%, stark altersabhängig. (Schätzung auf Basis der in der Modellrechnung für die Schweiz verwendeten Inzidenzen und der im Jahr 2000 an das BfS gemeldeten stationären Fälle mit ICD-10-Codes S52.5-6 oder S52.8 [1]. Oskam et al. beobachteten dagegen an einem holländischen Zentrum eine Hospitalisationswahrscheinlichkeit von etwa 10% [63].

Tabellen 11 und 12 zeigen die absoluten frakturbedingten Akuthospitalisationszahlen laut Modellrechnung für die Schweiz sowie deren Anteil an allen Akuthospitalisationen, nach Altersgruppe und Geschlecht.

**Tabelle 11. Frakturbedingte Akuthospitalisation nach Altersgruppe und Geschlecht (Anteil an allen Akuthospitalisationen der jeweiligen Alters- und Geschlechtsgruppe) im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	47 (0.2%)	95 (0.3%)	52 (0.2%)	0 (0.0%)	260 (0.8%)	52 (0.2%)
50-54	76 (0.2%)	121 (0.3%)	110 (0.3%)	23 (0.1%)	283 (0.8%)	122 (0.3%)
55-59	152 (0.4%)	174 (0.4%)	121 (0.3%)	145 (0.4%)	266 (0.7%)	75 (0.2%)
60-64	197 (0.6%)	154 (0.4%)	168 (0.5%)	87 (0.2%)	301 (0.9%)	87 (0.2%)
65-69	361 (1.0%)	232 (0.6%)	208 (0.6%)	99 (0.3%)	353 (1.0%)	110 (0.3%)
70-74	642 (1.5%)	270 (0.7%)	220 (0.5%)	104 (0.3%)	399 (0.9%)	35 (0.1%)
75-79	1164 (2.5%)	409 (1.1%)	451 (1.0%)	139 (0.4%)	393 (0.8%)	29 (0.1%)
80-84	1668 (4.4%)	408 (1.7%)	295 (0.8%)	75 (0.3%)	306 (0.8%)	41 (0.2%)
85-89	2074 (7.4%)	428 (2.9%)	162 (0.6%)	23 (0.2%)	237 (0.8%)	35 (0.2%)
90-94	1153 (10.5%)	226 (4.7%)	64 (0.6%)	0 (0.0%)	87 (0.8%)	0 (0.0%)
95-	297 (14.6%)	60 (7.9%)	12 (0.6%)	6 (0.8%)	23 (1.1%)	0 (0.0%)
all ages	7831 (2.3%)	2577 (0.9%)	1863 (0.5%)	701 (0.2%)	2908 (0.9%)	586 (0.2%)

**Tabelle 12. Durch osteoporotische Frakturen bedingte Akuthospitalisation nach Altersgruppe und Geschlecht (Anteil an allen Akuthospitalisationen der jeweiligen Alters- und Geschlechtsgruppe) im Jahr 2000, Schätzung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	29 (0.1%)	52 (0.2%)	40 (0.1%)	0 (0.0%)	185 (0.6%)	17 (0.1%)
50-54	81 (0.2%)	81 (0.2%)	93 (0.3%)	17 (0.0%)	214 (0.6%)	46 (0.1%)
55-59	127 (0.4%)	99 (0.3%)	110 (0.3%)	99 (0.3%)	162 (0.4%)	41 (0.1%)
60-64	110 (0.3%)	110 (0.3%)	121 (0.4%)	46 (0.1%)	208 (0.6%)	23 (0.1%)
65-69	318 (0.9%)	191 (0.5%)	202 (0.5%)	81 (0.2%)	254 (0.7%)	58 (0.1%)
70-74	613 (1.4%)	151 (0.4%)	214 (0.5%)	93 (0.2%)	283 (0.7%)	23 (0.1%)
75-79	902 (1.9%)	319 (0.8%)	422 (0.9%)	122 (0.3%)	266 (0.6%)	12 (0.0%)
80-84	1521 (4.0%)	272 (1.1%)	283 (0.7%)	58 (0.2%)	214 (0.6%)	12 (0.0%)
85-89	1770 (6.3%)	388 (2.7%)	150 (0.5%)	23 (0.2%)	197 (0.7%)	23 (0.2%)
90-94	943 (8.6%)	191 (4.0%)	64 (0.6%)	0 (0.0%)	64 (0.6%)	0 (0.0%)
95-	249 (12.3%)	23 (3.0%)	12 (0.6%)	6 (0.8%)	17 (0.8%)	0 (0.0%)
all ages	6663 (2.0%)	1877 (0.6%)	1711 (0.5%)	545 (0.2%)	2064 (0.6%)	255 (0.1%)

Zum Vergleich:

Die Zahl (der Anteil) der Hospitalisationen durch Herzinfarkt (ICD-10 Codes I21, I22) betrug im Jahr 2000 bei den Frauen ab 45 Jahren 2'951 (0.7%) und bei den Männern ab 45 Jahren 6'102 (1.6%). Die Zahl (der Anteil) der Hospitalisationen durch Schlaganfall (ICD-10 Codes I63, I64) betrug im selben Jahr bei den Frauen ab 45 Jahren 4'896 (1.2%) und bei den Männern ab 45 Jahren 5'051 (1.4%). Wird zusätzlich ICD-10 Code I61 (intrakranielle Blutung) berücksichtigt, lauten die entsprechenden Zahlen 6'466 (1.5%) bei den Frauen und 6'785 (1.8%) bei den Männern. Diese Zahlen basieren analog zu den Zahlen für die osteoporotischen Frakturen auf einer Hochrechnung, die die vom BfS angegebene Relation der gemeldeten zu den erwarteten Fällen von 0.811 verwendet.

Die Grössenordnungen sind vergleichbar, wobei die Hospitalisationen aufgrund osteoporotischer Frakturen stärker die weibliche, diejenigen aus kardiovaskulärer Ursache dagegen stärker die männliche Bevölkerung betreffen.

### **3.9 Durchschnittliche Hospitalisationsdauer nach (osteoporotischen) Frakturen – nach Möglichkeit Aufteilung nach Spital-, Reha- und Pflegeheimtagen**

#### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Zur Dauer der Akuthospitalisationen liegen schweizer Daten des BfS in hoher Qualität vor. Die Angaben zur Rehabilitationsdauer bei Hüftfrakturen stammen aus nur einem Kanton und wurden bereits Mitte der 90er Jahre ermittelt. Aktuellere Daten fehlen. Die Angaben zur Dauer der Pflegeheimaufenthalte nach Hüftfraktur basieren auf der Modellrechnung für die Schweiz und

mussten zum Teil unter Verwendung unzureichender oder veralteter Daten generiert werden. Sie unterliegen grossen Unsicherheiten.

## Daten

### **Akuthospitalisationen**

Im Mittel der Personen ab 45 Jahre betrug die durchschnittliche Dauer der Akuthospitalisation nach Hüftfraktur (ICD-Codes S72.0-2) 17.5 Tage bei den Frauen und 16.9 Tage bei den Männern [1]. Die durchschnittliche Dauer einer Akuthospitalisation nach Wirbelkörperfraktur (berücksichtigte ICD-Codes M48.5, M80.0-9, M84.0, M84.4 und T08) betrug 18.2 Tage bei den Frauen und 16.6 Tage bei den Männern. Dies steht in Einklang mit Daten von Johnell et al., die eine durchschnittliche Hospitalisationsdauer von 17 Tagen beobachteten [64]. Die entsprechenden Zahlen für die distalen Unterarmfrakturen (ICD-Codes S52.5-6 und S52.8) lauten 6.5 Tage bei den Frauen und 5.0 Tage bei den Männern.

Tabelle 13 zeigt die altersgruppenspezifischen Werte [1].

**Tabelle 13. Dauer der Akuthospitalisationen nach Hüft-, Wirbelkörper- und distaler Unterarmfraktur in der Schweiz im Jahr 2000 (Tage)**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
45-49	12.0	13.4	12.1	6.9	3.1	4.3
50-54	11.3	11.1	22.8	13.5	3.8	4.3
55-59	13.0	13.9	13.2	13.5	3.0	5.7
60-64	15.5	14.0	19.0	17.1	6.0	4.6
65-69	16.3	15.4	15.0	13.7	4.2	4.2
70-74	16.5	15.8	13.8	18.2	5.6	5.5
75-79	18.0	23.8	18.4	16.0	7.3	5.0
80-84	19.2	17.2	18.9	17.2	8.4	8.6
85-89	17.7	17.9	20.8	25.0	10.9	8.9
90-94	16.7	15.0	19.0	16.5	12.2	8.0
95-	16.5	12.5	23.0	12.3	7.4	12.0

Seit Anfang der neunziger Jahre ist ein deutlicher Rückgang der Hospitalisationsdauer zu verzeichnen. Dies betrifft insbesondere die Hüftfrakturhospitalisationen, die im Durchschnitt aller Lebensalter 1992 noch 29.1 Tage, im Jahr 2000 dagegen nur noch 17.7 Tage betragen [1, 65]. Daten aus anderen Ländern zeigen eine vergleichbare Entwicklung [66].

Es lässt sich vermuten, dass die Hospitalisationsdauern bei osteoporotisch bedingten Frakturen höher liegen als bei nicht osteoporotisch bedingten. Hierzu sind jedoch keine Daten verfügbar.

## Rehabilitationsaufenthalte

Nach Hüftfraktur beträgt die durchschnittliche Dauer einer stationären Rehabilitationsmassnahme bei den Frauen 59 Tage, bei den Männern 54 Tage (Bezug: Kanton Genf, ab 1992 bis etwa 2000) [43]. Dies ist kompatibel mit früheren Angaben von Schürch et al. (teilweise gleiche Datenbasis?) [53]. Zu den anderen Frakturtypen liegen keine Daten vor.

## Pflegeheimaufenthalte

In der Mehrzahl der Fälle ist für die Schweiz von einem unbegrenzten Pflegeheimaufenthalt auszugehen, wenn nach einer Hüftfraktur eine neue Heimeinweisung erfolgt. (Keine Datenquellen. Einschätzung des Autors.)

Laut Modellrechnung für die Schweiz beträgt die durchschnittliche Dauer eines Hüftfrakturbedingten Heimaufenthalts im ersten Jahr nach der Fraktur bei den Frauen  $9.4 \pm 3.9$  Monate, bei den Männern  $10.1 \pm 3.9$  Monate. Während des gesamten restlichen Lebens beträgt die durchschnittliche Dauer bei den Frauen  $65.4 \pm 66.6$  Monate, bei den Männern  $61.4 \pm 69.8$  Monate.

## Akuthospitalisationstage im Vergleich verschiedener Erkrankungen

Nach Schätzung von Kurt Lippuner sind im Jahr 2000 durch eine Reihe wichtiger Erkrankungen die folgenden Hospitalisationstage angefallen:

**Tabelle 14. Akuthospitalisationstage aufgrund Osteoporose und verschiedener Erkrankungen in der Schweiz im Jahr 2000 (geordnet nach Bedeutung)**

Disease entity	Days of stay in women	Disease entity	Days of stay in men
Osteoporosis*	300'000	COPD	150'000
COPD	130'000	Osteoporosis*	90'000
Breast cancer	100'000	Stroke	90'000
Stroke	90'000	Myocardial infarction	60'000
Diabetes	50'000	Diabetes	60'000
Myocardial infarction	40'000		

\* All types of osteoporotic fractures included.

## 3.10 Kosten der Hospitalisation

### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Detaillierte Bestimmungen der Echkosten pro frakturbedingtem Akutspitalaufenthalt bleiben in der Schweiz wie im Ausland die Ausnahme. In der Zukunft wird sich die Situation durch die Einführung neuer Vergütungssysteme (z.B. DRGs) möglicherweise verbessern.

Die nachstehend gezeigten Schätzungen der gesamtschweizerischen Kosten der frakturbedingten Hospitalisationen bzw. der frakturbedingten stationären Aufenthalte bilden die gesamten

osteoporotisch verursachten Gesundheitskosten nur teilweise ab. Über die zusätzlich anfallenden ambulanten Kosten, deren Höhe möglicherweise parallel zur Verkürzung der Liegezeiten ansteigt, sind kaum Daten vorhanden.

## Daten

### Kosten pro Hospitalisation

Detaillierte Angaben zu den Echkosten pro frakturbedingter Akuthospitalisation in der Schweiz fehlen fast vollständig. Eine Berechnung auf Basis der durchschnittlichen täglichen Betriebsausgaben der Akutspitäler im Jahr 2000 in Höhe von CHF 1'009 und der Liegedauern im Jahr 2000 ergibt folgende Mittelwerte für Personen ab 45 Jahre [67]:

- Hüftfraktur: CHF 17'500,
- Wirbelkörperfraktur: CHF 18'100,
- distale Unterarmfraktur: CHF 6'300.

Echkostenberechnungen zweier grosser Spitäler bestätigen die gute Eignung dieser Schätzungen. Im Fall der Hüftfrakturhospitalisation wurden im einen Fall CHF 15'800, in anderen Fall CHF 20'000 errechnet. Für die distale Unterarmfraktur wurden CHF 6'500 errechnet [68]. Eine Schätzung der Kosten pro Hüftfrakturhospitalisation im Jahr 1992 durch Szucs et al. ergab CHF 12'300 [69].

Die genannten Zahlen sind mit weiteren Angaben aus der internationalen Literatur grundsätzlich vereinbar, bei nur begrenzter Vergleichbarkeit wegen der unterschiedlichen Gesundheitssysteme:

**Tabelle 15. Kosten frakturbedingter Akutspitalaufenthalte in der Literatur**

Study	Country	Type of fracture	Year(s) of reference	Cost per acute post-fracture inpatient episode	Transformed to Swiss currency	Remarks
Barber et al. 1993 [70]	USA	hip	1990	US-\$ 12'300	CHF 17'400	
Reginster et al. 1999 [71]	Belgium	hip	1996	US-\$ 9'000	CHF 12'100	refers to age 60 -
Autier et al. 2000 [72]	Belgium	hip	1995-6	€ 8'700	CHF 13'700	refers to elderly women only
van Balen et al. 2001 [73]	The Netherlands	hip	?	€ 7'500	CHF 12'000	refers to age 65 -
Wiktorowicz et al. 2001 [74]	Canada	hip	1995-6	Can. \$ 11.800	CHF 10'000	
Levy et al. 2002 [75]	France	hip	1999	€ 5'900	CHF 9'500	refers to men only
Levy et al. 2002 [75]	France	distal forearm	1999	€ 1'300	CHF 2'100	refers to men only

Die durchschnittlichen Kosten eines stationären Rehabilitationsaufenthalts nach Hüftfraktur belaufen sich bei Zugrundelegung täglicher Betriebskosten in Höhe von CHF 440 [67] auf CHF 26'000 bei den Frauen und auf CHF 23'800 bei den Männern.

## **Gesamtkosten der Hospitalisationen**

Aus der Modellrechnung für die Schweiz ergeben sich für das Jahr 2000 gesamtschweizerische Kosten der frakturassoziierten Akuthospitalisationen (nur Hüft-, Wirbelkörper- und distale Unterarmfrakturen, nur Personen ab 45 Jahre) in Höhe von CHF 237.0 Mio. Werden nur die osteoporotisch verursachten Hospitalisationen berücksichtigt, belaufen sich die Kosten auf CHF 203.4 Mio.

Werden die stationären Rehabilitationsaufenthalte und die im ersten Jahr nach dem Ereignis anfallenden frakturassoziierten Heimkosten ebenfalls berücksichtigt, lauten die Zahlen CHF 448.1 Mio (alle Frakturen) bzw. CHF 389.5 Mio. (nur osteoporotisch verursachte Frakturen). Dies entspricht 0.9-1.0% der gesamtschweizerischen Gesundheitsausgaben im Jahr 2000.

Werden zusätzlich die Heimkosten berücksichtigt, die eine Folge früherer Frakturen sind, erhöhen sich die geschätzten Kosten auf CHF 878.1 Mio. bzw. CHF 763.6 Mio. (nur osteoporotisch verursachte Frakturen).

Für das Jahr 1992 berichteten Lippuner et al. Kosten der Osteoporose-assoziierten Akuthospitalisationen in Höhe von CHF 594 Mio. [65]. Ein Grossteil der Differenz zwischen diesem Resultat und dem Ergebnis der Modellrechnung für das Jahr 2000 in Höhe von CHF 203.4 Mio. beruht auf der Tatsache, dass Lippuner et al. sämtliche osteoporotischen Frakturtypen berücksichtigten. Bei Beschränkung auf die Hüft-, Wirbelkörper- und distalen Unterarmfrakturen, wie in der Modellrechnung für das Jahr 2000, ergeben sich bei Lippuner et al. CHF 247.5 Mio. Der verbleibende Unterschied beruht im wesentlichen auf der seitherigen Verkürzung der Liegezeiten.

### **3.11 Rate an Pflegeheimüberweisungen nach (osteoporotischen) Frakturen**

#### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Viele der für eine exakte Modellierung der frakturbedingten Heimaufenthalte notwendigen Daten sind für die Schweiz nicht verfügbar oder veraltet. Auch auf der internationalen Ebene bestehen Defizite. Die Wahrscheinlichkeit eines neuen Heimeintritts nach Hüftfraktur wird jedoch in der schweizer und internationalen Literatur recht einheitlich beurteilt.

#### **Daten**

Trombetti et al. geben für die Schweiz (Kanton Genf) an, dass im Durchschnitt 20% der vor einer Hüftfraktur zu Hause lebenden Personen in ein Alters- oder Pflegeheim eingewiesen werden [43]. Diese Grössenordnung wird durch verschiedene schweizer und internationale Literaturangaben bestätigt.

**Tabelle 16. Literaturangaben zur Heimeintrittsrates nach Hüftfraktur**

<b>Study</b>	<b>Country</b>	<b>Rate of new nursing home entry</b>	<b>Remarks</b>
Chrischilles et al. 1991 [76]	USA	19%	
Klay 1994 [77]	Switzerland	34%	Figure refers to loss of independence within two years from fracture entry
Riggs and Melton 1995 [78]	USA	25%	Figure refers to long-term domiciliary care.
Schürch et al. 1996 [53]	Switzerland	17.9%	Figure refers to living in a more care intensive environment one year after fracture entry, compared to the pre-fracture status
Diamond et al. 1997 [55]	Australia	women: 14%; men: 18%	
Doherty et al. 18.3 [46]	Australia	18.3%	
Wiktorowicz et al. 2001 [74]	Canada	15.5%	Figure refers to one year after fracture entry

Es ist von einer starken Altersabhängigkeit der Heimeintrittsrates auszugehen. Hierzu liegen jedoch kaum detaillierte Daten vor. Lediglich Lippuner et al. und Doherty et al. berichten für die Schweiz und für eine australische Population Heimeintrittsrates nach Hüftfraktur, die von 0.9% bei den 45-54jährigen bzw. von 2.3% bei den 60-64jährigen kontinuierlich auf 15.4% bei den mindestens 85jährigen bzw. auf 14.0% bei den mindestens 90jährigen ansteigen [46, 65].

Für die osteoporotischen Nischthüft-Frakturen liegen kaum Daten zu Heimeintrittsrates vor. Doherty et al. (Australien) gehen für Wirbelkörperfrakturen von einem mittleren Institutionalierungsrisiko von 2% aus [46].

### **3.12 Altersabhängiger Range der Knochendichte bei Männern und Frauen**

#### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Je nach den verwendeten Messverfahren, Messorten und Referenzwerten können die Resultate von Knochendichtemessungen, insbesondere wenn sie in Form von T- oder Z-Scores ausgedrückt werden, sehr unterschiedlich ausfallen. Dementsprechend variabel ist der Personenanteil, bei dem das Vorliegen einer Osteoporose diagnostiziert wird. Wichtige Standardisierungsbemühungen sind im Gange.

Ob das Fehlen populationsbasierter schweizerischer Referenzwerte (ausser in der Region Bern, siehe unten) in diesem Zusammenhang ein Problem darstellt, bleibt zu klären. Eine etwaige Bestimmung gesamtschweizerischer Referenzwerte müsste die unterschiedlichen Bevölkerungs-

charakteristika in den verschiedenen Sprachregionen berücksichtigen. Die Etablierung regionaler Datenbanken könnte eine Alternative darstellen.

## Daten

Die Knochendichte (*bone mineral density*, BMD) erreicht bei jungen Erwachsenen ihr Maximum, und bleibt bis zum 50 Lebensjahr relativ konstant, um dann deutlich abzunehmen [79]. Bei Frauen erfolgt in vielen Fällen ein beschleunigter Abbau während 10-15 Jahren nach der Menopause [80].

Die BMD ist etwa normalverteilt mit über die Lebensalter weitgehend konstanter Standardabweichung (SD) [79]. BMD-Werte können daher absolut, als T-Score oder als Z-Score angegeben werden. Der T-Score ist die Differenz zur mittleren BMD junger Erwachsener, ausgedrückt in SD. Der Z-Score ist die Differenz zur mittleren BMD der eigenen Altersgruppe, wiederum ausgedrückt in SD.

Der mittlere T-Score bei Frauen beträgt, nach Angaben der National Osteoporosis Foundation (USA) [81], etwa

- im 50. Lebensjahr        -0.37
- im 60. Lebensjahr        -1.01
- im 70. Lebensjahr        -1.56
- im 80. Lebensjahr        -2.11
- im 90. Lebensjahr        -2.52.

Im 90. Lebensjahr leiden daher etwa 50% der Frauen an Osteoporose, wenn die WHO-Definition (T-Score  $\leq$  2.5, ausgehend vom Referenzwert junger erwachsener Frauen) angewandt wird.

T- bzw. Z-Score-Werte sind entscheidend von den verwendeten Referenzwerten (Mittelwert  $\pm$  SD junger Erwachsener bzw. der eigenen Altersgruppe) abhängig. Ausserdem bestehen grosse Unterschiede in Abhängigkeit vom Messverfahren und Messort, wobei die *dual energy X-ray absorptiometry* (DXA) des Femurs den Goldstandard darstellt [79, 82, 83]. Als Messorte werden der Femur(hals) und die Wirbelsäule am häufigsten verwendet. Unterschiede zwischen den Geräten unterschiedlicher Hersteller können durch Standardisierungsformeln berücksichtigt werden [84, 85].

Die von der WHO zur Verwendung empfohlenen Normal- und Referenzwerte basieren auf den Daten des US-amerikanischen National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III) [79]. Für die weisse Bevölkerung der USA lauten die am Femurhals gemessenen Werte sowie die standardisierten, am gesamten relevanten Femur (*total femur region of interest*) gemessenen empfohlenen Referenzwerte wie folgt [86]:

**Tabelle 17. Knochendichtewerte am Femur der nicht-hispanischen, weissen US-amerikanischen Bevölkerung nach NHANES III**

Age (years)	Female		Male	
	Femoral neck, mean BMD (g/cm <sup>2</sup> ) ± SD	Mean standardized total femur BMD (g/cm <sup>2</sup> ) ± SD	Mean BMD (g/cm <sup>2</sup> ) ± SD	Mean standardized total femur BMD (g/cm <sup>2</sup> ) ± SD
20-29	0.858 ± 0.120	0.955 ± 0.123*	0.934 ± 0.137	1.055 ± 0.146
30-39	0.825 ± 0.120	0.945 ± 0.130	0.887 ± 0.134	1.038 ± 0.144
40-49	0.791 ± 0.125	0.920 ± 0.136	0.839 ± 0.124	1.002 ± 0.140
50-59	0.737 ± 0.121	0.876 ± 0.139	0.813 ± 0.125	0.990 ± 0.143
60-69	0.681 ± 0.119	0.809 ± 0.140	0.788 ± 0.135	0.969 ± 0.157
70-79	0.619 ± 0.110	0.740 ± 0.129	0.754 ± 0.131	0.928 ± 0.151
80-	0.573 ± 0.108	0.679 ± 0.135	0.698 ± 0.140	0.859 ± 0.161

\* Reference value for T-score calculation in white women.

Der Altersverlauf der BMD-Mittelwerte kann auch mit Hilfe linearer Regressionsgleichungen dargestellt werden [87].

Neben den NHANES III-basierten Referenzwerten stehen eine Vielzahl weiterer Referenzdaten zur Verfügung. Teilweise werden diese von den DXA-Geräteherstellern bereitgestellt, teils basieren sie auf regionalen oder länderspezifischen Studien, wie sie unter anderem in Kanada, Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Irland und der Türkei durchgeführt wurden [80, 88-92]. Die aus der Anwendung unterschiedlicher Referenzwerte resultierenden Unterschiede sind zum Teil gering [88], zum Teil aber sehr beträchtlich [89-91]. Im letzteren Fall ergeben sich teilweise drastische Unterschiede hinsichtlich des Anteils positiver Osteoporose-Diagnosen. Innerhalb Europas sind die BMD-Unterschiede der Bevölkerungen verschiedener Regionen deutlich grösser als in den USA [86]. Für Angehörige unterschiedlicher Rassen sind wegen Unterschieden in der Gesamtknochenmasse unterschiedliche Referenzwerte erforderlich [86, 93]. Welche Referenzwerte für Männer zu verwenden sind, ist ebenfalls nicht völlig geklärt [79, 94].

In der Schweiz werden zum Teil die Referenzwerte der Gerätehersteller verwendet, die häufig an US-amerikanischen Kollektiven ermittelt wurden, zum Teil die NHANES III-basierten Referenzwerte, die inzwischen ebenfalls von mindestens einem grossen Hersteller angeboten werden.

Am Inselspital Bern wird eine lokale Referenzdatenbank verwendet, die auf den Daten von jeweils 500 gesunden Probanden beider Geschlechter basiert. Die dort ermittelten Werte sind den NHANES III-basierten Werten relativ ähnlich.

### **3.13 Prävalenz der Osteoporose in der Bevölkerung inkl. Anteile der diagnostizierten und der therapierten Patientinnen und Patienten**

#### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Die international verfügbaren Angaben zur Osteoporose-Prävalenz variieren sehr stark. Dies ist nicht ausschliesslich durch tatsächliche bedeutende Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen und Ländern bedingt, sondern zusätzlich durch unterschiedliche Definitionen, Messverfahren und Messorte. Selbst bei Zugrundelegung der WHO-Definition ergeben sich in Abhängigkeit von den verwendeten Referenzwerten grosse Unterschiede.

Für die Schweiz liegt keine populationsbasierte Primärdatenerhebung zur Osteoporoseprävalenz vor.

Alle Artikel, die dieses Thema ansprechen, bestätigen eindeutig eine Situation der Unterdiagnose und Unterbehandlung. Es handelt sich hier durchweg um Nebenfunde von Studien mit anderen Hauptfragestellungen. Wiederum fehlen detaillierte Zahlen für die Schweiz.

#### **Daten**

Populationsbasierte Untersuchungen zur Osteoporose-Prävalenz verwenden zunehmend einheitlich die gültige WHO-Definition der Osteoporose [79]:

- Eine Osteoporose liegt vor bei einer Hüft-BMD, die mindestens 2.5 SD unterhalb des Wertes junger Erwachsener liegt.
- Eine Osteopenie liegt vor bei einer Hüft-BMD, die 1-2.5 SD unterhalb des Wertes junger Erwachsener liegt.

Daneben spielen weiterhin Prävalenzbestimmungen eine Rolle, die auf dem Vorliegen von Wirbelkörperfrakturen / vertebralen Deformitäten basieren. Hierbei finden unterschiedliche Definitionen Verwendung.

Die umfangreichste und einflussreichste Prävalenzbestimmung auf Basis der WHO-Definition fand anhand der NHANES III-Daten für die USA statt. Tabelle 18 zeigt die zentralen Resultate.

**Tabelle 18. Prävalenz der Osteopenie und der Osteoporose in der weissen Bevölkerung der USA auf Basis der NHANES III-Daten (nach Looker et al. 1995 und 1997 [94, 95])**

Age (years)	Osteopenia*		Osteoporosis*	
	Female	Male	Female	Male
50-59	59%**		4%**	
60-69	51%**		20%**	
70-79	56%**		34%**	
80-	43%**		52%**	
all from age 50	52% (95% CI 49-55%***)	48% (male cutoffs) 35% (female cutoffs)***	20% (95% CI 17-22%***)	8% (male cutoffs) 5% (female cutoffs)**

\* Site of measurement: Femoral neck.

\*\* Looker et al. 1995 [94, 95]

\*\*\* Looker et al. 1997, Table 2 and estimates from Figure 1 [94, 95].

Tabelle 19 zeigt die absoluten Prävalenz-Zahlen, die sich aus einer Anwendung der in Tabelle 18 gezeigten US-amerikanischen Häufigkeiten auf die Gesamtbevölkerung der Schweiz im Jahr 2000 ergeben würden.

**Tabelle 19. Hypothetische Zahl der Osteopenie- und Osteoporosefälle in der Schweiz im Jahr 2000, bei Anwendung der Prävalenzdaten für die weisse Bevölkerung der USA aus NHANES III (nach Looker et al. 1995 und 1997 [94, 95])**

Age (years)	Osteopenia*		Osteoporosis*	
	Female	Male	Female	Male
50-59	275'869		18'703	
60-69	178'639		70'054	
70-79	164'062		99'609	
80-	84'091		101'691	
all from age 50	679'314 (95% CI 640'123-718'506)	522'314 (male cutoffs) 380'854 (female cutoffs)	261'275 (95% CI 222'083-287'402)	87'052 (male cutoffs) 54'408 (female cutoffs)

\* Site of measurement: Femoral neck.

Tabelle 20 zeigt die Resultate einer Auswahl weiterer Prävalenzstudien, die die WHO-Definition (BMD < -2.5 SD des Wertes junger Erwachsener) zugrunde legten und das DXA-Verfahren anwandten. Allerdings wurden verschiedene Messorte gewählt.

**Tabelle 20. Resultate verschiedener Studien zur Osteoporose-Prävalenz unter Zugrundelegung der WHO-Definition und des DXA-Verfahrens, bei Personen ab 50 Jahre**

Study	Country	Site of measurement	Age range female (years)	Prevalence female	Age range male (years)	Prevalence male	
Zimmerman et al. [96]	USA (nursing home residents)	forearm	65-74 85-	63.5% 85.8%	--	--	
Elliott et al. [97]	USA (nursing home residents)	calcaneus	68-100	59%	--	--	
Tenenhouse et al. [92]	Canada	femoral neck, NHANES III reference standards	50-	10% (from Fig. 2)	50-	4% (from Fig. 3)	
		femoral neck, Canadian reference standards	50-	8% (from Fig. 2)	50-	5% (from Fig. 3)	
		lumbar spine	50-	12.1%	50-	2.9%	
Henry et al. [98]	Australia (Geelong)	various, femoral neck results shown	50-54	2.8%	--	--	
			55-59	5.0%			
			60-64	10.5%			
			65-69	15.2%			
			70-79	28.8%			
			80-	48.8%			
Petley et al.	England (Southampton)	various, femoral neck results shown, local reference standards	50-59	7.0%	--	--	
			60-69	22.8%			
			70-79	32.0%			
			80-	56.2%			
			all from age 50	26.0%			
			manufacturer reference standards	50-59			2.0%
			60-69	5.9%			
			70-79	11.0%			
80-	31.2%						
all from age 50	10.1%						
Smeets-Goevaers et al. [99]	The Netherlands	lumbar spine	46-54	4.1%	--	--	
Versluis et al. [100]	The Netherlands (women in family practice)	femoral neck	55-84	7%	--	--	
Diaz Curiel et al. [101]	Spain	femoral neck	50-59	1.3%	--	--	
			60-69	5.7%			
			70-79	24.2%			
		lumbar spine	50-59	9.1%			
			60-69	24.3%			
			70-79	40.0%			

Im internationalen Vergleich zeigen sich deutlich unterschiedliche Prävalenzraten. Die Verwendung unterschiedlicher Referenzstandards beeinflusst die Resultate zum Teil stark [89-91, 102-104]. Der Einfluss des Messorts ist ebenfalls erheblich [82]. Messungen an der Lendenwirbelsäule ergeben z.B. höhere Prävalenzen als Messungen am Femur [92, 101]. Die Prävalenz bei HeimbewohnerInnen liegt überdurchschnittlich hoch [96, 97].

Die Resultate der Studien, die sich dem Problem der Osteoporose-Prävalenz über das Vorliegen vertebraler Deformitäten nähern, sind ebenfalls relativ breit gestreut [6, 8, 12, 105-108]. In der

EVOS-Studie, die in 19 europäischen Ländern an 50-79jährigen Personen durchgeführt wurde, wurden bei durchschnittlich 12% der Frauen und 12% der Männer vertebrale Deformitäten gefunden [109]. Die Ländermittelwerte betragen 6-21% bei den Frauen und 8-20% bei den Männern, wobei die höchsten Prävalenzraten in Skandinavien gefunden wurden.

Einzelne Angaben in der internationalen Literatur zum Anteil der diagnostizierten an den prävalenten Fällen liegen zwischen 2.5% und 27% [97, 110, 111]. Einzelne Angaben zum Anteil der behandelten an den prävalenten Fällen reichen von 2.5-71% [110-114].

### **3.14 Lebenslanges Risiko einer osteoporotischen Fraktur (Frakturwahrscheinlichkeit ab dem x. Lebensjahr)**

#### **Kommentar zu Datenquellen und Datenlage**

Die Publikationsdichte zur Frage der Frakturwahrscheinlichkeit ab einem bestimmten Alter bzw. über einen bestimmten Zeitraum nimmt deutlich zu. Detaillierte schweizer Daten fehlen jedoch bisher.

Die im Rahmen der Modellrechnung für die Schweiz errechneten Lebenszeitwahrscheinlichkeiten und 10-Jahres-Wahrscheinlichkeiten einer ersten Hüftfraktur basieren auf den Daten der Medizinischen Statistik der Krankenhäuser des BfS. Der einzige verbleibende Unsicherheitsfaktor von Relevanz ist die Tatsache, dass die Meldung der Akuthospitalisationen an das BfS noch nicht vollständig erfolgt. (Im Jahr 2000 wurden 81.1% der erwarteten Hospitalisationen gemeldet.) Die deshalb erforderliche Extrapolation könnte einen gewissen Fehler induziert haben. Ausserdem besteht die Möglichkeit einer geringfügigen Überschätzung aus modellimmanenten Gründen.

Die geschätzten Lebenszeitwahrscheinlichkeiten und 10-Jahres-Wahrscheinlichkeiten für eine erste Wirbelkörper- bzw. distale Unterarmfraktur unterliegen dagegen bedeutenden Unsicherheiten, da die zugrunde liegenden Inzidenzen, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, aus europäischen Quellen stammen und lediglich für die Schweiz plausibilisiert bzw. angepasst wurden. Eventuell wäre hier eine schweizerische Primärdatenerhebung wünschenswert.

#### **Daten**

Das Lebenszeitrisko für osteoporotische Frakturen wird üblicherweise ab einem bestimmten Alter und nicht für das gesamte Leben angegeben. Die Modellrechnung für die Schweiz und weitere Studien fanden folgende Risiken:

**Tabelle 21. Risiko, während des restlichen Lebens mindestens eine Hüftfraktur, Wirbelkörperfraktur, distale Unterarmfraktur zu erleiden. Resultate der Modellrechnung für die Schweiz sowie internationaler Studien**

Study	Country	Age of reference (years)	Hip fracture		Vertebral fracture		Distal forearm fracture	
			Female	Male	Female	Male	Female	Male
Modelling study for Switzerland	Switzerland (year 2000)	45	21.2%	9.1%	41.5%*	18.2%*	14.3%	2.8%
Sendei and Palmer 2000 [115]	Switzerland	50	18.2%	--	--	--	--	--
Melton et al. 1991 [116]	USA (Rochester, MN)	50	17.5%	6.0%	15.6%**	5.0%**	16.0%	2.5%
Doherty et al. 2001	Australia	50	17.0%	--	9.6%**	--	13.3%	--

\* Radiographic fractures. About 30% of these become clinical.

\*\* Clinical fractures.

Die Resultate der Modellrechnung für die Schweiz sind gut mit den Resultaten der anderen gezeigten und weiterer internationaler Studien vergleichbar. Die verfügbaren Angaben zum Risiko 50jähriger Personen, während ihres restlichen Lebens eine Hüftfraktur zu erleiden liegen bei 14-23% für Frauen [4, 46, 76, 117-119] und bei 6-11% für Männer [4, 12, 120, 121].

Im Zusammenhang mit fortgesetzten Bemühungen, sinnvolle Schwellenwerte für medizinische Interventionen festzulegen, gewinnt die Bestimmung von 10 Jahres-Frakturwahrscheinlichkeiten ab einem bestimmten Alter zunehmend an Bedeutung [122-124]. Die gefundenen Werte variieren international stark, wie Tabelle 22 am Beispiel der Hüftfraktur zeigt. Eine Anpassung von Referenzdaten an unterschiedliche Länder bzw. Regionen erscheint jedoch möglich [124].

**Tabelle 22. 10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Hüftfraktur nach Alter und Geschlecht in verschiedenen Ländern (nach Kanis et al. 2002, Tabelle 2 [124])**

Age (years)	Women				Men			
	50	60	70	80	50	60	70	80
USA (Rochester)	0.7%	1.8%	4.6%	13.7%	0.4%	1.2%	2.5%	5.4%
UK	0.3%	1.3%	4.3%	12.9%	0.2%	0.7%	2.0%	4.6%
Norway (Oslo)	1.2%	2.4%	7.8%	13.0%	0.6%	2.1%	4.7%	10.5%
France (Picardie)	0.3%	0.8%	2.1%	6.2%	0.4%	0.7%	1.2%	2.1%
Australia (Geelong)	0.2%	0.9%	4.7%	14.8%	0.4%	0.5%	2.3%	5.6%
China (Hong Kong)	0.4%	1.2%	4.6%	9.6%	0.3%	1.0%	2.4%	4.9%
China (Beijing)	0.2%	0.6%	1.1%	1.9%	0.2%	0.7%	0.9%	1.9%
Turkey (Istanbul)	0.1%	0.3%	0.5%	1.0%	0.1%	0.2%	0.6%	1.0%

Die detailliertesten Daten zur Frage der 10-Jahres-Frakturwahrscheinlichkeiten stammen aus Malmö, Schweden, wobei die skandinavischen Länder mit zu denjenigen gehören, die die weltweit

höchsten Frakturraten aufweisen [123]. Tabelle 23 zeigt einen Auszug aus den Malmö-Resultaten. Tabelle 24 zeigt die entsprechenden Ergebnisse der Modellrechnung für die Schweiz.

**Tabelle 23. 10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Erstfraktur am genannten Ort nach Alter und Geschlecht in Malmö, Schweden (nach Kanis et al. 2001, Tabelle 1 [123])**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
50	0.6%	0.8%	1.2%	1.1%	3.9%	1.2%
60	2.3%	1.2%	2.7%	1.7%	5.6%	1.7%
70	7.3%	3.4%	5.9%	3.1%	7.2%	0.9%
80	15.5%	7.6%	6.9%	4.4%	7.3%	1.4%

\* Clinical fractures.

**Tabelle 24. 10-Jahres-Wahrscheinlichkeit einer Erstfraktur am genannten Ort nach Alter und Geschlecht, Modellrechnung für die Schweiz**

Age (years)	Hip fracture		Vertebral fracture*		Distal forearm fracture	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
50	0.5%	0.5%	4.4%	3.2%	1.9%	0.6%
60	1.2%	0.9%	10.9%	5.0%	3.4%	1.1%
70	4.9%	2.3%	19.0%	8.6%	4.7%	0.5%
80	13.8%	5.0%	20.0%	8.4%	5.4%	1.0%

\* Radiographic fractures. About 30% of these become clinical.

### 3.15 Ergänzend: Auswirkungen reduzierter Knochendichte

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Es sind keine spezifischen Daten für die Schweiz vorhanden.

#### Daten

Aus der Literatur wird eindeutig klar, dass eine reduzierte BMD einen wichtigen, wenn auch bei weitem nicht den einzigen Risikofaktor für Frakturen bei älteren Personen darstellt. Unter anderem wird die Frage des relativen Risikos einer reduzierten Knochendichte thematisiert. Eine sorgfältige Einschätzung (Tabelle 25) stammt von Marshall et al. 1996 [125].

**Tabelle 25. Altersadjustierter relative Anstieg des Frakturrisikos (mit 95% Konfidenzintervallen) pro Abfall der per DXA gemessenen BMD um 1 SD des Mittelwerts des eigenen Alters, bei Frauen (Marshall et al. 1996 zit. nach Kanis 2002 [79, 125])**

Site of measurement	Hip fracture	Vertebral fracture	Forearm fracture	All fractures
Femoral neck	2.6 (2.0-3.5)	1.8 (1.1-2.7)	1.4 ( 1.4-1.6)	1.6 (1.4-1.8)
Lumbar spine	1.6 (1.2-2.2)	2.3 (1.9-2.8)	1.5 (1.3-1.8)	1.5 (1.4-1.7)
Distal radius	1.8 (1.4-2.2)	1.7 (1.4-2.1)	1.7 (1.4-2.0)	1.4 (1.3-1.6)

Angaben von Melton et al. für beide Geschlechter sind gut mit diesen Daten vereinbar [126]. Weitere Studien, die diesen Gegenstand behandeln, sind unter anderem Hailey et al. 1998 und Chandler et al. 2000 [127, 128].

Nguyen et al. beobachteten pro Anstieg des am Femurhals bzw. an der Lendenwirbelsäule gemessenen BMD um 0.1 g/cm<sup>2</sup> einen Anstieg des Brustkrebsrisikos um das 2.1-fache (95%-Konfidenzintervall 1.3-3.4) bzw. das 1.5-fache (95%-Konfidenzintervall 1.0-2.4) [129].

### 3.16 Ergänzend: Frakturrisiko bei vorbestehender Fraktur

#### Kommentar zu Datenquellen und Datenlage

Separate Inzidenzdaten für Erstfrakturen und weitere Frakturen fehlen für die meisten Länder einschliesslich der Schweiz. Hervorzuheben ist insbesondere der Mangel an Daten zur Erstfraktur-Inzidenz. Hieraus resultiert die oben angesprochene geringfügige Überschätzung der Lebenszeit- und der 10-Jahres-Frakturrisiken in der Modellrechnung für die Schweiz.

#### Daten

Das Frakturrisiko steigt nach vorgängigen Erstfraktur-Ereignissen stark an.

Doherty et al haben in ihrer Modellrechnung für Australien folgende relativen Risiken (RR) verwendet [46]:

- Beliebige Vorfraktur – RR für Hüftfraktur: 1.5 (95%-Konfidenzintervall 1.1-2.0) [28, 46],
- Wirbelkörper-Vorfraktur – RR für Wirbelkörperfraktur: 10.7 (9.2-12.0) [46, 130],
- Nicht-Wirbelkörper-Vorfraktur – RR für Wirbelkörperfraktur: 3.0 (1.4-6.7) [28, 46],
- Nicht-Wirbelkörper-Vorfraktur – RR für Handgelenk- bzw. Unterarmfraktur: 3.0 (1.4-6.7) bzw. 2.9 (1.3-6.4) [28, 46],
- sonstige Vorfraktur – RR für sonstige Fraktur: 1.7 (1.1-2.3) [46].

Van Staa et al. geben folgende *standardized incidence ratios* (SIRs) an [131]:

Radius- bzw. Ulna-Fraktur als Erstfraktur – SIR für Fraktur an einer anderen Stelle des Skeletts: 3.0 (2.9-3.1),

Wirbelkörperfraktur als Erstfraktur – SIR für Fraktur an einer anderen Stelle des Skeletts: 2.9 (2.8-3.1),

Femur- bzw. Hüftfraktur – SIR für Fraktur an einer anderen Stelle des Skeletts: 2.6 (2.5-2.7).

Weitere Arbeiten zu diesem Gegenstand stammen von Johnell et al. 2001 und Lindsay et al. 2001[132, 133].

## **4 Datengrundlage Stürze im Alter (nur Auflistung einiger zufällig gefundener Literaturhinweise)**

### **4.1 Sturzhäufigkeit nach Geschlecht und Altersklasse**

#### **Datenquellen**

Schweizer Publikationen:

Gass und Gutzwiller 1992 [134],

Gostynski et al. 1999 [Gostynski 1999]

Internationale Publikationen:

Palvanen et al. 2000 [20]

### **4.2 Frakturrisiko bei Stürzen (Schenkelhals, Vorderarm, andere) nach Geschlecht und Altersklasse**

#### **Datenquellen**

Schweizer Publikationen:

Gass und Gutzwiller 1992 [134],

Internationale Publikationen:

Herrmann und Meier-Baumgartner 1999 [135]

Palvanen et al. 2000 [20]

## Literaturverzeichnis

1. Bundesamt für Statistik. Data on file. 2002.
2. Bundesamt für Statistik. StatSanté 1/2002. Informationen über das Projekt «Statistik der stationären Betriebe des Gesundheitswesens». Neuchâtel: Bundesamt für Statistik; 2002.
3. The European Prospective Osteoporosis Study (EPOS) Group. Incidence of vertebral fracture in europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res* 2002;17(4):716-24.
4. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Sembo I, Redlund-Johnell I, Dawson A, et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malm inverted question mark. *Osteoporos Int* 2000;11(8):669-74.
5. Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide projections for hip fracture. *Osteoporos Int* 1997;7(5):407-13.
6. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet* 2002;359(9319):1761-7.
7. Ismail AA, Pye SR, Cockerill WC, Lunt M, Silman AJ, Reeve J, et al. Incidence of Limb Fracture across Europe: Results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *Osteoporos Int* 2002;13(7):565-71.
8. Wasnich RD. Epidemiology of osteoporosis in the United States of America. *Osteoporos Int* 1997;7 Suppl 3:S68-72.
9. Black DM, Cooper C. Epidemiology of fractures and assessment of fracture risk. *Clin Lab Med* 2000;20(3):439-53.
10. Cooper C, Atkinson EJ, Kotowicz M, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Secular trends in the incidence of postmenopausal vertebral fractures. *Calcif Tissue Int* 1992;51(2):100-4.
11. Melton LJ, 3rd, Lane AW, Cooper C, Eastell R, O'Fallon WM, Riggs BL. Prevalence and incidence of vertebral deformities. *Osteoporos Int* 1993;3(3):113-9.
12. Bonjour JP, Burckhardt P, Dambacher M, Kraenzlin ME, Wimpfheimer C. [Epidemiology of osteoporosis]. *Schweiz Med Wochenschr* 1997;127(16):659-67.
13. Melton LJ, 3rd, Thamer M, Ray NF, Chan JK, Chesnut CH, 3rd, Einhorn TA, et al. Fractures attributable to osteoporosis: report from the National Osteoporosis Foundation. *J Bone Miner Res* 1997;12(1):16-23.
14. Phillips S, Ray NF, Jacobs J, Wright WE. The direct medical costs of osteoporosis for American women aged 45 and older, 1986. *Bone* 1988;9(5):271-9.
15. Marks R, Allegrante JP, Ronald MacKenzie C, Lane JM. Hip fractures among the elderly: causes, consequences and control. *Ageing Res Rev* 2003;2(1):57-93.

16. Sanders KM, Pasco JA, Ugoni AM, Nicholson GC, Seeman E, Martin TJ, et al. The exclusion of high trauma fractures may underestimate the prevalence of bone fragility fractures in the community: the Geelong Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 1998;13(8):1337-42.
17. Hayes WC, Myers ER, Morris JN, Gerhart TN, Yett HS, Lipsitz LA. Impact near the hip dominates fracture risk in elderly nursing home residents who fall. *Calcif Tissue Int* 1993;52(3):192-8.
18. Hayes WC, Myers ER, Robinovitch SN, Van Den Kroonenberg A, Courtney AC, McMahon TA. Etiology and prevention of age-related hip fractures. *Bone* 1996;18(1 Suppl):77S-86S.
19. Cummings SR, Nevitt MC. Non-skeletal determinants of fractures: the potential importance of the mechanics of falls. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Osteoporos Int* 1994;4 Suppl 1:67-70.
20. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, Pitkajarvi T, Pasanen M, Vuori I, et al. The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls. *Osteoporos Int* 2000;11(10):822-31.
21. Cooper C. The epidemiology of fragility fractures: is there a role for bone quality? *Calcif Tissue Int* 1993;53 Suppl 1:S23-6.
22. Greenspan SL, Myers ER, Maitland LA, Resnick NM, Hayes WC. Fall severity and bone mineral density as risk factors for hip fracture in ambulatory elderly. *Jama* 1994;271(2):128-33.
23. Wolinsky FD, Fitzgerald JF. The risk of hip fracture among noninstitutionalized older adults. *J Gerontol* 1994;49(4):S165-75.
24. Birge SJ. Osteoporosis and hip fracture. *Clin Geriatr Med* 1993;9(1):69-86.
25. Joakimsen RM, Magnus JH, Fonnebo V. Physical activity and predisposition for hip fractures: a review. *Osteoporos Int* 1997;7(6):503-13.
26. Greenspan SL, Myers ER, Kiel DP, Parker RA, Hayes WC, Resnick NM. Fall direction, bone mineral density, and function: risk factors for hip fracture in frail nursing home elderly. *Am J Med* 1998;104(6):539-45.
27. Lauritzen JB. Hip fractures. Epidemiology, risk factors, falls, energy absorption, hip protectors, and prevention. *Dan Med Bull* 1997;44(2):155-68.
28. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, et al. Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med* 1995;332(12):767-73.
29. Myers AH, Young Y, Langlois JA. Prevention of falls in the elderly. *Bone* 1996;18(1 Suppl):87S-101S.
30. Runge M, Schacht E. [Proximal femoral fractures in the elderly: pathogenesis, sequelae, interventions]. *Rehabilitation (Stuttg)* 1999;38(3):160-9.

31. Fitzpatrick P, Kirke PN, Daly L, Van Rooij I, Dinn E, Burke H, et al. Predictors of first hip fracture and mortality post fracture in older women. *Ir J Med Sci* 2001;170(1):49-53.
32. Seeman E. The effects of tobacco and alcohol use on bone. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey JL, editors. *Osteoporosis*. San Diego: Academic Press; 1996. p. 577-97.
33. Parker MJ, Twemlow TR, Pryor GA. Environmental hazards and hip fractures. *Age Ageing* 1996;25(4):322-5.
34. Norton R, Campbell AJ, Lee-Joe T, Robinson E, Butler M. Circumstances of falls resulting in hip fractures among older people. *J Am Geriatr Soc* 1997;45(9):1108-12.
35. Allander E, Gullberg B, Johnell O, Kanis JA, Ranstam J, Elffors L. Circumstances around the fall in a multinational hip fracture risk study: a diverse pattern for prevention. MEDOS Study Group). *Mediterranean Osteoporosis Study. Accid Anal Prev* 1998;30(5):607-16.
36. Cummings SR, Nevitt MC. A hypothesis: the causes of hip fractures. *J Gerontol* 1989;44(4):M107-11.
37. Boonen S, Broos P, Dequeker J. Age-related factors in the pathogenesis of senile (Type II) femoral neck fractures. *Am J Orthop* 1996;25(3):198-204.
38. Slemenda C. Prevention of hip fractures: risk factor modification. *Am J Med* 1997;103(2A):65S-71S; discussion 71S-73S.
39. Dargent-Molina P, Schott AM, Hans D, Favier F, Grandjean H, Baudoin C, et al. Separate and combined value of bone mass and gait speed measurements in screening for hip fracture risk: results from the EPIDOS study. *Epidemiologie de l'Osteoporose. Osteoporos Int* 1999;9(2):188-92.
40. Farmer ME, Harris T, Madans JH, Wallace RB, Cornoni-Huntley J, White LR. Anthropometric indicators and hip fracture. The NHANES I epidemiologic follow-up study. *J Am Geriatr Soc* 1989;37(1):9-16.
41. Fujita T. Osteoporosis in Japan: factors contributing to the low incidence of hip fracture. *Adv Nutr Res* 1994;9:89-99.
42. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc* 2000;48(8):883-93.
43. Trombetti A, Herrmann F, Hoffmeyer P, Schurch MA, Bonjour JP, Rizzoli R. Survival and Potential Years of Life Lost After Hip Fracture in Men and Age-matched Women. *Osteoporos Int* 2002;13(9):731-7.
44. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol* 1993;137(9):1001-5.
45. Melton LJ, 3rd. Excess mortality following vertebral fracture. *J Am Geriatr Soc* 2000;48(3):338-9.
46. Doherty DA, Sanders KM, Kotowicz MA, Prince RL. Lifetime and five-year age-specific risks of first and subsequent osteoporotic fractures in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2001;12(1):16-23.

47. Ismail AA, O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, Bhalla AK, Cannata JB, et al. Mortality associated with vertebral deformity in men and women: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *Osteoporos Int* 1998;8(3):291-7.
48. Kado DM, Browner WS, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Cummings SR. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med* 1999;159(11):1215-20.
49. Cauley JA, Thompson DE, Ensrud KC, Scott JC, Black D. Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporos Int* 2000;11(7):556-61.
50. Ensrud KE, Thompson DE, Cauley JA, Nevitt MC, Kado DM, Hochberg MC, et al. Prevalent vertebral deformities predict mortality and hospitalization in older women with low bone mass. Fracture Intervention Trial Research Group. *J Am Geriatr Soc* 2000;48(3):241-9.
51. Center JR, Nguyen TV, Schneider D, Sambrook PN, Eisman JA. Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet* 1999;353(9156):878-82.
52. Hasserijs R, Karlsson MK, Nilsson BE, Redlund-Johnell I, Johnell O. Prevalent vertebral deformities predict increased mortality and increased fracture rate in both men and women: a 10-year population-based study of 598 individuals from the Swedish cohort in the European Vertebral Osteoporosis Study. *Osteoporos Int* 2003;14(1):61-8.
53. Schürch MA, Rizzoli R, Mermillod B, Vasey H, Michel JP, Bonjour JP. A prospective study on socioeconomic aspects of fracture of the proximal femur. *J Bone Miner Res* 1996;11(12):1935-42.
54. Poor G, Atkinson EJ, Lewallen DG, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Age-related hip fractures in men: clinical spectrum and short-term outcomes. *Osteoporos Int* 1995;5(6):419-26.
55. Diamond TH, Thornley SW, Sekel R, Smerdely P. Hip fracture in elderly men: prognostic factors and outcomes. *Med J Aust* 1997;167(8):412-5.
56. Hannan EL, Magaziner J, Wang JJ, Eastwood EA, Silberzweig SB, Gilbert M, et al. Mortality and locomotion 6 months after hospitalization for hip fracture: risk factors and risk-adjusted hospital outcomes. *Jama* 2001;285(21):2736-42.
57. Sernbo I, Johnell O. Consequences of a hip fracture: a prospective study over 1 year. *Osteoporos Int* 1993;3(3):148-53.
58. Forsen L, Sogaard AJ, Meyer HE, Edna T, Kopjar B. Survival after hip fracture: short- and long-term excess mortality according to age and gender. *Osteoporos Int* 1999;10(1):73-8.
59. Leibson CL, Tosteson AN, Gabriel SE, Ransom JE, Melton LJ. Mortality, disability, and nursing home use for persons with and without hip fracture: a population-based study. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(10):1644-50.
60. Goldacre MJ, Roberts SE, Yeates D. Mortality after admission to hospital with fractured neck of femur: database study. *Bmj* 2002;325(7369):868-9.
61. Richmond J, Aharonoff GB, Zuckerman JD, Koval KJ. Mortality risk after hip fracture. *J Orthop Trauma* 2003;17(1):53-6.

62. Kanis JA, Oden A, Johnell O, De Laet C, Jonsson B, Oglesby AK. The components of excess mortality after hip fracture. *Bone* 2003;32(5):468-73.
63. Oskam J, Kingma J, Klasen HJ. Fracture of the distal forearm: epidemiological developments in the period 1971-1995. *Injury* 1998;29(5):353-5.
64. Johnell O. The socioeconomic burden of fractures: today and in the 21st century. *Am J Med* 1997;103(2A):20S-25S; discussion 25S-26S.
65. Lippuner K, von Overbeck J, Perrelet R, Bosshard H, Jaeger P. Incidence and direct medical costs of hospitalizations due to osteoporotic fractures in Switzerland. *Osteoporos Int* 1997;7(5):414-25.
66. Huusko T, Karppi P, Avikainen V, Kautiainen H, Sulkava R. Significant changes in the surgical methods and length of hospital stay of hip fracture patients occurring over 10 years in Central Finland. *Ann Chir Gynaecol* 1999;88(1):55-60.
67. Bundesamt für Statistik. *Swiss Statistical Yearbook 2003*. Zürich: Verlag Neue Züricher Zeitung; 2002.
68. Personal Communication. 2003.
69. Szucs TD, Häuselmann HJ. Die Wirtschaftlichkeit von Alendronat in der Behandlung der postmenopausalen Osteoporose. *Gesundh ökon Qual manag* 2000;5:99-106.
70. Barber TC, Healy WL. The hospital cost of total hip arthroplasty. A comparison between 1981 and 1990. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75(3):321-5.
71. Reginster JY, Gillet P, Ben Sedrine W, Brands G, Ethgen O, de Froidmont C, et al. Direct costs of hip fractures in patients over 60 years of age in Belgium. *Pharmacoeconomics* 1999;15(5):507-14.
72. Autier P, Haentjens P, Bentin J, Baillon JM, Grivegnee AR, Closon MC, et al. Costs induced by hip fractures: a prospective controlled study in Belgium. *Belgian Hip Fracture Study Group. Osteoporos Int* 2000;11(5):373-80.
73. van Balen R, Steyerberg EW, Polder JJ, Ribbers TL, Habbema JD, Cools HJ. Hip fracture in elderly patients: outcomes for function, quality of life, and type of residence. *Clin Orthop* 2001(390):232-43.
74. Wiktorowicz ME, Goeree R, Papaioannou A, Adachi JD, Papadimitropoulos E. Economic implications of hip fracture: health service use, institutional care and cost in Canada. *Osteoporos Int* 2001;12(4):271-8.
75. Levy P, Levy E, Audran M, Cohen-Solal M, Fardellone P, Le Parc JM. The cost of osteoporosis in men: the French situation. *Bone* 2002;30(4):631-6.
76. Chrischilles EA, Butler CD, Davis CS, Wallace RB. A model of lifetime osteoporosis impact. *Arch Intern Med* 1991;151(10):2026-32.
77. Klay M, Burnand B, Santos-Eggimann B, Sieffert CH, Landry M, et al. Morbidité et mortalité deux ans après une fracture du fémur proximal [Abstract]. *Schweiz Med Wochenschr* 1994;124 (Suppl. 59):43.

78. Riggs BL, Melton LJ, 3rd. The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. *Bone* 1995;17(5 Suppl):505S-511S.
79. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet* 2002;359(9321):1929-36.
80. Tsouderos Y, Bauza-Canellas C, Decassin P, Denis M, Cusset B, Audrain S. [Bone mineral density of the femoral neck, a cross-sectional study of normal values in 827 French women aged 36 to 86 years]. *Rev Rhum Ed Fr* 1994;61(6):439-46.
81. National Osteoporosis Foundation. Osteoporosis: review of the evidence for prevention, diagnosis and treatment and cost-effective analysis. *Osteoporos Int* 1998(Suppl 4):S7-S80.
82. Aoki TT, Grecu EO, Srinivas PR, Prescott P, Benbarka M, Arcangeli MM. Prevalence of osteoporosis in women: variation with skeletal site of measurement of bone mineral density. *Endocr Pract* 2000;6(2):127-31.
83. Siris ES, Miller PD, Barrett-Connor E, Faulkner KG, Wehren LE, Abbott TA, et al. Identification and fracture outcomes of undiagnosed low bone mineral density in postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment. *Jama* 2001;286(22):2815-22.
84. Boonen S, Kaufman JM, Reginster JY, Devogelaer JP. Patient assessment using standardized bone mineral density values and a national reference database: implementing uniform thresholds for the reimbursement of osteoporosis treatments in Belgium. *Osteoporos Int* 2003;14(2):110-5.
85. Standardization of proximal femur bone mineral density (BMD) measurements by DXA. International Committee for Standards in Bone Measurement. *Bone* 1997;21(4):369-70.
86. Looker AC, Wahner HW, Dunn WL, Calvo MS, Harris TB, Heyse SP, et al. Updated data on proximal femur bone mineral levels of US adults. *Osteoporos Int* 1998;8(5):468-89.
87. Reginster JY, Janssen C, Deroisy R, Zegels B, Albert A, Franchimont P. Bone mineral density of the spine and the hip measured with dual energy X-ray absorptiometry: normal range and fracture threshold for western European (Belgian) postmenopausal females. *Clin Rheumatol* 1995;14(1):68-75.
88. Harbison J, Daly L, Murphy B, McCoy C, Masterson J. Normal bone density in Irish women: is American normative data suitable for use in Ireland? *Ir J Med Sci* 1992;161(3):66-9.
89. Petley GW, Cotton AM, Murrills AJ, Taylor PA, Cooper C, Cawley MI, et al. Reference ranges of bone mineral density for women in southern England: the impact of local data on the diagnosis of osteoporosis. *Br J Radiol* 1996;69(823):655-60.
90. Wetzel R, Neumann M, Pfandl S, Puhl W. [Bone density--reference values in German men. A study of the lumbar spine with the Lunar-DPX-densitometer]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136(3):260-7.
91. Gurlek A, Bayraktar M, Ariyurek M. Inappropriate reference range for peak bone mineral density in dual-energy X-ray absorptiometry: implications for the interpretation of T-scores. *Osteoporos Int* 2000;11(9):809-13.

92. Tenenhouse A, Joseph L, Kreiger N, Poliquin S, Murray TM, Blondeau L, et al. Estimation of the prevalence of low bone density in Canadian women and men using a population-specific DXA reference standard: the Canadian Multicentre Osteoporosis Study (CaMos). *Osteoporos Int* 2000;11(10):897-904.
93. Tobias JH, Cook DG, Chambers TJ, Dalzell N. A comparison of bone mineral density between Caucasian, Asian and Afro-Caribbean women. *Clin Sci (Lond)* 1994;87(5):587-91.
94. Looker AC, Orwoll ES, Johnston CC, Jr., Lindsay RL, Wahner HW, Dunn WL, et al. Prevalence of low femoral bone density in older U.S. adults from NHANES III. *J Bone Miner Res* 1997;12(11):1761-8.
95. Looker AC, Johnston CC, Jr., Wahner HW, Dunn WL, Calvo MS, Harris TB, et al. Prevalence of low femoral bone density in older U.S. women from NHANES III. *J Bone Miner Res* 1995;10(5):796-802.
96. Zimmerman SI, Girman CJ, Buie VC, Chandler J, Hawkes W, Martin A, et al. The prevalence of osteoporosis in nursing home residents. *Osteoporos Int* 1999;9(2):151-7.
97. Elliott ME, Binkley NC, Carnes M, Zimmerman DR, Petersen K, Knapp K, et al. Fracture risks for women in long-term care: high prevalence of calcaneal osteoporosis and hypovitaminosis D. *Pharmacotherapy* 2003;23(6):702-10.
98. Henry MJ, Pasco JA, Nicholson GC, Seeman E, Kotowicz MA. Prevalence of osteoporosis in Australian women: Geelong Osteoporosis Study. *J Clin Densitom* 2000;3(3):261-8.
99. Smeets-Goevaers CG, Lesusink GL, Papapoulos SE, Maartens LW, Keyzer JJ, Weerdenburg JP, et al. The prevalence of low bone mineral density in Dutch perimenopausal women: the Eindhoven perimenopausal osteoporosis study. *Osteoporos Int* 1998;8(5):404-9.
100. Versluis RG, Petri H, van de Ven CM, Scholtes AB, Papapoulos SE, Springer MP. [Prevalence of osteoporosis in postmenopausal women in family practice]. *Ned Tijdschr Geneesk* 1999;143(1):20-4.
101. Diaz Curiel M, Garcia JJ, Carrasco JL, Honorato J, Perez Cano R, Rapado A, et al. [Prevalence of osteoporosis assessed by densitometry in the Spanish female population]. *Med Clin (Barc)* 2001;116(3):86-8.
102. Lofman O, Larsson L, Toss G. Bone mineral density in diagnosis of osteoporosis: reference population, definition of peak bone mass, and measured site determine prevalence. *J Clin Densitom* 2000;3(2):177-86.
103. de Laet CE, van der Klift M, Hofman A, Pols HA. Osteoporosis in men and women: a story about bone mineral density thresholds and hip fracture risk. *J Bone Miner Res* 2002;17(12):2231-6.
104. Sosa Henriquez M, Saavedra Santana P, Alegre Lopez J, Gomez Alonso C, Gonzalez Macias J, Guanabens Gay N, et al. [Calcaneous ultrasonography es measurement of osteoporosis prevalence in the general population in relation to the diagnostic criterion utilized. Data of the study GIUMO]. *Rev Clin Esp* 2003;206(7):329-333.
105. Raspe H. Die Epidemiologie der vertibralen osteoporose in Europa: Prävalenz, Risikofaktoren und Krankheitslast in Deutschland. *Rheumatol* 1998;57:248-250.

106. Seeman E. Osteoporosis in men. *Osteoporos Int* 1999;9 Suppl 2:S97-S110.
107. Vogt TM, Ross PD, Palermo L, Musliner T, Genant HK, Black D, et al. Vertebral fracture prevalence among women screened for the Fracture Intervention Trial and a simple clinical tool to screen for undiagnosed vertebral fractures. *Fracture Intervention Trial Research Group [see comments]. Mayo Clin Proc* 2000;75(9):888-96.
108. Hasserijs R, Redlund-Johnell I, Mellstrom D, Johansson C, Nilsson BE, Johnell O. Vertebral deformation in urban Swedish men and women: prevalence based on 797 subjects. *Acta Orthop Scand* 2001;72(3):273-8.
109. O'Neill TW, Felsenberg D, Varlow J, Cooper C, Kanis JA, Silman AJ. The prevalence of vertebral deformity in european men and women: the European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 1996;11(7):1010-8.
110. Kiebzak GM, Beinart GA, Perser K, Ambrose CG, Siff SJ, Heggenes MH. Undertreatment of osteoporosis in men with hip fracture. *Arch Intern Med* 2002;162(19):2217-22.
111. Westesson PL, Lee RK, Ketkar MA, Lin EP. Underdiagnosis and undertreatment of osteoporosis. *Lancet* 2002;360(9348):1891.
112. Bourguet CC, Hamrick GA, Gilchrist VJ. The prevalence of osteoporosis risk factors and physician intervention. *J Fam Pract* 1991;32(3):265-71.
113. Perry W, Andersson M, Mortimer C. Osteoporosis in a largely self-referred population: high prevalence but low medical priority: why? *Miner Electrolyte Metab* 1994;20(5):287-93.
114. Gardner MJ, Flik KR, Mooar P, Lane JM. Improvement in the undertreatment of osteoporosis following hip fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(8):1342-8.
115. Sendi P, Palmer AJ. Modeling the socioeconomic impact of osteoporosis-related hip fractures in Switzerland. *Osteoporos Int* 2000;11(1):92-4.
116. Melton LJ, 3rd, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Wahner HW, Riggs BL. Long-term fracture risk prediction with bone mineral measurements made at various skeletal sites. *J Bone Miner Res* 1991;6 (Suppl 1):S136.
117. Kanis JA, Johnell O, De Laet C, Jonsson B, Oden A, Ogelsby AK. International variations in hip fracture probabilities: implications for risk assessment. *J Bone Miner Res* 2002;17(7):1237-44.
118. Lauritzen JB, Schwarz P, Lund B, McNair P, Transbol I. Changing incidence and residual lifetime risk of common osteoporosis-related fractures. *Osteoporos Int* 1993;3(3):127-32.
119. Cooper C. The crippling consequences of fractures and their impact on quality of life. *Am J Med* 1997;103(2A):12S-17S; discussion 17S-19S.
120. Johnell O, Gullberg B, Allander E, Kanis JA. The apparent incidence of hip fracture in Europe: a study of national register sources. *MEDOS Study Group. Osteoporos Int* 1992;2(6):298-302.
121. Cummings SR, Kelsey JL, Nevitt MC, O'Dowd KJ. Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiol Rev* 1985;7:178-208.

122. Kanis JA, Oden A, Johnell O, Jonsson B, de Laet C, Dawson A. The burden of osteoporotic fractures: a method for setting intervention thresholds. *Osteoporos Int* 2001;12(5):417-27.
123. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Dawson A, De Laet C, Jonsson B. Ten year probabilities of osteoporotic fractures according to BMD and diagnostic thresholds. *Osteoporos Int* 2001;12(12):989-95.
124. Kanis JA, Black D, Cooper C, Dargent P, Dawson-Hughes B, De Laet C, et al. A new approach to the development of assessment guidelines for osteoporosis. *Osteoporos Int* 2002;13(7):527-36.
125. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *Bmj* 1996;312(7041):1254-9.
126. Melton LJ, 3rd, Atkinson EJ, O'Connor MK, O'Fallon WM, Riggs BL. Bone density and fracture risk in men. *J Bone Miner Res* 1998;13(12):1915-23.
127. Hailey D, Sampietro-Colom L, Marshall D, Rico R, Granados A, Asua J. The effectiveness of bone density measurement and associated treatments for prevention of fractures. An international collaborative review. *Int J Technol Assess Health Care* 1998;14(2):237-54.
128. Chandler JM, Zimmerman SI, Girman CJ, Martin AR, Hawkes W, Hebel JR, et al. Low bone mineral density and risk of fracture in white female nursing home residents [see comments]. *Jama* 2000;284(8):972-7.
129. Nguyen TV, Center JR, Eisman JA. Association between breast cancer and bone mineral density: the dubbo osteoporosis epidemiology study [In Process Citation]. *Maturitas* 2000;36(1):27-34 [MEDLINE record in process].
130. Melton LJ, 3rd, Atkinson EJ, Cooper C, O'Fallon WM, Riggs BL. Vertebral fractures predict subsequent fractures. *Osteoporos Int* 1999;10(3):214-21.
131. van Staa TP, Leufkens HG, Cooper C. Does a fracture at one site predict later fractures at other sites? A British cohort study. *Osteoporos Int* 2002;13(8):624-9.
132. Johnell O, Oden A, Caulin F, Kanis JA. Acute and long-term increase in fracture risk after hospitalization for vertebral fracture. *Osteoporos Int* 2001;12(3):207-14.
133. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *Jama* 2001;285(3):320-3.
134. Gass R, Gutzwiller F. [Epidemiology of osteoporosis]. *Schweiz Rundsch Med Prax* 1992;81(46):1395-400.
135. Herrmann R, Meier-Baumgartner HP. [Accidental fall-induced, proximal femoral fracture in the elderly--etiology and rehabilitation]. *Z Gerontol Geriatr* 1999;32(1):52-7.